

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL
UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP



Sagesse Devoir

École Polytechnique de Thiès

Département du génie Électromécanique

PROJET
DE
FIN D'ÉTUDES

Com. 1185

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

TITRE : SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNEES
INDUSTRIELLES ET MODELISATION DU CONDENSEUR
DE LA CENTRALE THERMIQUE DU CAP DES BICHES
(SENELEC)

Auteur : Patrick S. ACCROMBESSY
Directeur : Igor SABATIN
Co-Directeur : Serigne M. DIOP

Date : 06 Juillet 1992

*La raison de notre impuissance de prévoir
les propriétés nouvelles gît dans notre
connaissance incomplète des éléments
constituants.*

Lecomte du NOÛY

*A mon père,
A ma mère,
A mes frères,
A Justine.*

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier très sincèrement tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à notre formation et à la bonne réalisation de cette étude. Notre gratitude va en particulier à :

- Monsieur Igor SABATIN, Ing, Ph. D., professeur à l'École Polytechnique de THIES, mon directeur de projet pour son encadrement,

- Monsieur Sérigne M. DIOP, Ing, Expert en machines thermiques et chef de la centrale thermique de Bel Air, mon co-directeur de projet, pour son dévouement et tout l'appui qu'il nous a apporté,

- Monsieur Adama D. DIARRA, Ing, professeur d'Électronique et d'Asservissement à l'École Polytechnique de THIES et coordonnateur des projets de fin d'études pour le département électromécanique pour son assistance.

- Monsieur Roger FAYE, ingénieur technologue aux laboratoires d'électrotechnie et de systèmes d'acquisition de données à l'École Polytechnique de THIES,

- Monsieur Mohammadou BA, ingénieur à la Centrale thermique de Cap des Biches,

- tous ceux qui ont été mes professeurs.

L'auteur.

SOMMAIRE

Les systèmes d'acquisition de données et de conversion sont utilisés dans les domaines les plus divers, notamment dans les applications industrielles, médicales, spatiales, etc...

Ils constituent le plus fréquemment des interfaces avec des dispositifs d'enregistrement ou avec des ordinateurs; dans ce dernier cas, les données recueillies seront traitées par l'ordinateur avec des logiciels de traitement statistique et de modélisation adéquats tels que: SPSS/PC+, SYSTAT, PC MATLAB ou LABTECH NOTEBOOK qui est en même temps un logiciel d'acquisition et de traitement de données.

L'objectif de l'étude réalisée est de présenter les systèmes d'acquisition de données d'une manière générale et de faire ressortir son utilité dans le milieu industriel par l'étude du comportement du condenseur de la turbine de 30MW de la centrale thermique du Cap des Biches en vue de prévoir la valeur du vide, le niveau de l'échange thermique qui s'y réalise afin de le comparer aux recommandations du constructeur et d'évaluer les pertes en consommation du fuel dues aux écarts de fonctionnement remarqués.

Le traitement statistique des données de mesure réalisé a permis d'évaluer la pondération des principaux facteurs (le vide, le coefficient de salissure, la température de l'eau de refroidissement, la charge, etc...) qui influencent les paramètres étudiés: le vide et le débit de fuel consommé.

Ce processus connu sous le nom de technique de modélisation permettra par la suite, à partir d'un programme développé pour cette raison, de faire le diagnostic en différé sur des fichiers de données ou en temps réel avec la carte d'acquisition CIO-AD08 du laboratoire d'électrotechnie de l'École Polytechnique de Thiès, un prélude au contrôle de processus industriels.

Ce rapport comporte:

- une présentation des systèmes d'acquisition de données,
- une introduction aux principes de modélisation,
- la description du système à modéliser et une analyse statistique des paramètres de ce processus,
- la description du programme d'aide au suivi du vide condenseur assisté par ordinateur **HERMES**.

TABLE DES MATIERES

	Page
Dédicace	
Remerciements	i
Sommaire	ii
<u>CHAPITRE 1</u> INTRODUCTION	
1.1 Titre du projet	1
1.2 Définition du projet	1
1.3 Importance du projet	2
<u>CHAPITRE 2</u> INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNÉES	
2.1 Les capteurs	5
2.2 Le conditionneur de signaux	6
2.3 Le préamplificateur	7
2.4 Le multiplexeur	7
2.5 L'échantillonneur-bloqueur	9
2.6 Le convertisseur analogique digital	10
2.7 Le circuit d'interface	12
<u>CHAPITRE 3</u> INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODELISATION	
3.1 Les différents types de process	15
3.2 Les différents types de modèles	18
3.3 Les étapes de la modélisation	20
3.4 Les techniques d'identification	23
<u>CHAPITRE 4</u> PRESENTATION DU PROCESS ET TRAITEMENT STATISTIQUE	
4.1 Le condenseur	30
4.2 Modèle de régulation de température	34
4.3 Modèle de regression multiple linéaire.....	37
4.4 Modèle de regression non linéaire	44
4.5 Analyse de stabilité	48
<u>CHAPITRE 5</u> MINI-LOGICIEL D'ACQUISITION ET D'AIDE A LA SURVEILLANCE ASSISTEE PAR ORDINATEUR	
	49
<u>CHAPITRE 6</u> CONCLUSION ET PROPOSITIONS	
	54

<u>LISTE DES FIGURES</u>	.....	A
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	.....	B
<u>LISTE DES ANNEXES</u>	.....	C
<u>LISTE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	.....	D

LISTE DES FIGURES.

Figure N°	Page
- 1 Systèmes d'acquisition dans le contexte des systèmes industriels automatiques	..... 3
- 2 Schéma synoptique d'une carte d'acquisition	..... 4
- 3 Capteur	..... 5
- 4 Schéma de multiplexeur numérique	..... 8
- 5 Schéma de multiplexeur analogique	..... 9
- 6 Schéma d'un échantillonneur bloqueur	..... 9
- 7 Structure d'un convertisseur A/D	..... 10
- 8 Filtre passe-bas	..... 19
- 9 Organigramme de la technique d'identification.....	23
-10 Vue synoptique de la centrale thermique	..... 28
-11 Diagramme T-s de la vapeur	..... 29
-12 Schéma de principe d'un condenseur	..... 34
-13 Vide réel et Vide recommandé (25 Mai 92)	..... 35
-14 Vide réel et Vide recommandé (21 Mai 92)	..... 35
-15 Modèle de régulation de température	..... 36
-16 Vide = f(Tv)	..... 39
-17 Vide = f(Charge)	..... 39
-18 Vide = f(Te)	..... 39
-18.1 Débit de fuel = f(Charge)	..... 42
-18.2 Pression théorique f(Tvs)	..... 44
-19.a Courbe de recommandation	..... 45
-19.b Courbe de recommandation	..... 45
-21 Vide =f(Tv-Tc)	..... 56
-21 Vide =f(Ts-Te)	..... 56

LISTE DES TABLEAUX.

Tableau N°	Page
- 1 Résultats des regressions linéaires multivariabiles VIDE = f(Tv,Ts,Te,Cs)	..... 40
- 2 Analyse de variance du modèle linéaire du VIDE	..... 41
- 3 Résultats des regressions linéaires multivariabiles DÉBIT FUEL= f(Charge,Vide,Tv-Tc,Ts-Te)	..... 42
- 4 Analyse de variance du modèle linéaire du DÉBIT	..... 43
- 5a Résultats du lissage (quasi-Newton) du VIDE	..... 46
- 5b Paramètres du modèle du VIDE obtenu par le lissage (Méthode de quasi-NEWTON)	..... 46
- 6 Domaine de validité des modèles retenus	..... 47

Liste des annexes.

	Page
- A Tableaux des correlations	..... A0
- A1 Graphiques des distributions des variables	..... A1
- A2 Graphiques comparatifs des variations des paramètres réels et ceux recommandés par le constructeur (DELAS WEIR)	..... A3
- A3 Tableaux des résultats de regressions multivariables et de calculs des pertes en fuel dûes aux écarts de fonctionnement	..... A6
- B Tableaux du vide recommandé, des débits de vapeur admissibles et flux à évacuer (DELAS-WEIR)	..... B1
- C Caractéristiques théoriques de la vapeur saturée dans le condenseur (thermodynamiques).....	C1
- D Listing du programme HERMES	

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1°) TITRE DU PROJET

SYSTEME D'ACQUISITION DES DONNÉES INDUSTRIELLES ET MODÉLISATION
DU CONDENSEUR DE LA CENTRALE THERMIQUE DU CAP DES BICHES

1.2°) DÉFINITION DU PROJET

Le coût de l'énergie électrique produite par une centrale thermique comprend essentiellement les charges de capital, le coût de combustible brûlé et les frais annexes (l'huile, l'entretien, la conduite, etc...). Le rendement global de la centrale étant fonction de l'énergie produite et de celle consommée, il est très important de pouvoir contrôler et liser la quantité du combustible juste nécessaire à une situation d'appel de puissance du réseau donnée. La quantité de fuel consommée est dépendante bien entendu de la charge mais elle dépend aussi des conditions de fonctionnement de chaque sous-ensemble du système que constitue la centrale et parmi celles-ci figure le vide du condenseur qui est un facteur de frottement et donc d'irréversibilité dans le cycle thermodynamique de la vapeur.

Parmi les systèmes industriels que l'on ne conçoit plus sans commande par ordinateur se trouvent les centrales thermiques, les usines de transformations chimiques, les raffineries de pétrole, les usines de traitement des eaux, etc...

Un préalable à la commande de procédé par ordinateur est l'élaboration d'une théorie décrivant le procédé à surveiller.

Cette étape de la mise en place d'une régulation automatique appelée **modélisation** a pour objectif de trouver une fonction de transfert expliquant la sortie du process en fonction de ses entrées.

1.3°) IMPORTANCE DU PROJET

"Seule la mesure permet de conduire le progrès scientifique et d'accroître la connaissance de ce qui nous entoure; les limites ne sont pas atteintes et ne le seront jamais."

Marc Desjardins

Les systèmes d'acquisition de données constituent le nerf de tout système de régulation. La figure suivante en montre tout l'intérêt:

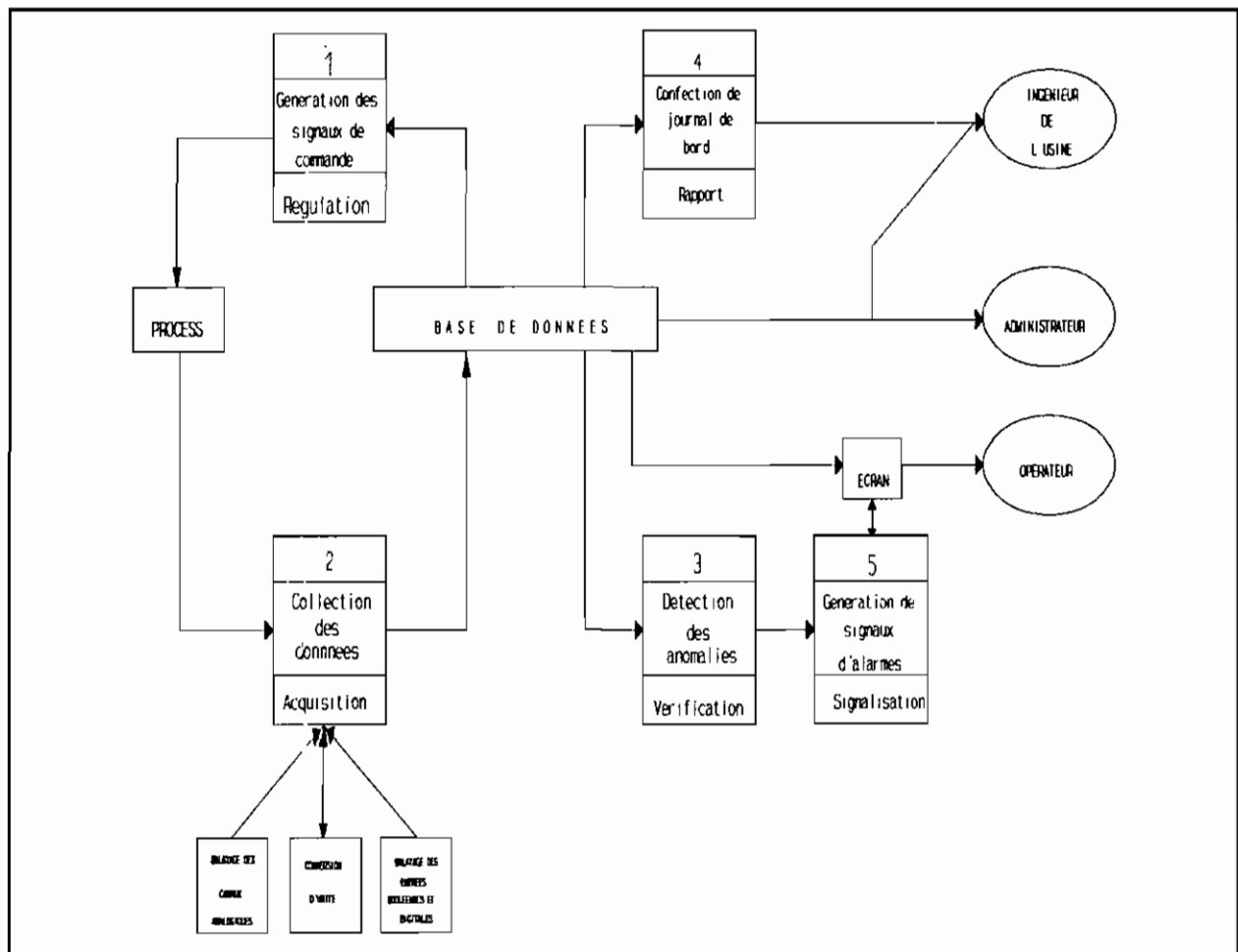


Figure 1: Système d'acquisition de données dans le contexte des systèmes industriels automatisés

CHAPITRE 2

INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNÉES

INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNÉES

Les systèmes d'acquisition de données et de conversion sont utilisés dans les domaines les plus divers, notamment dans les applications industrielles, médicales, spatiales, etc... Ils constituent le plus fréquemment des interfaces avec des ordinateurs ou avec des dispositifs d'enregistrement.

La structure de base d'un système d'acquisition de données à n canaux d'entrée est représentée à la figure suivante.

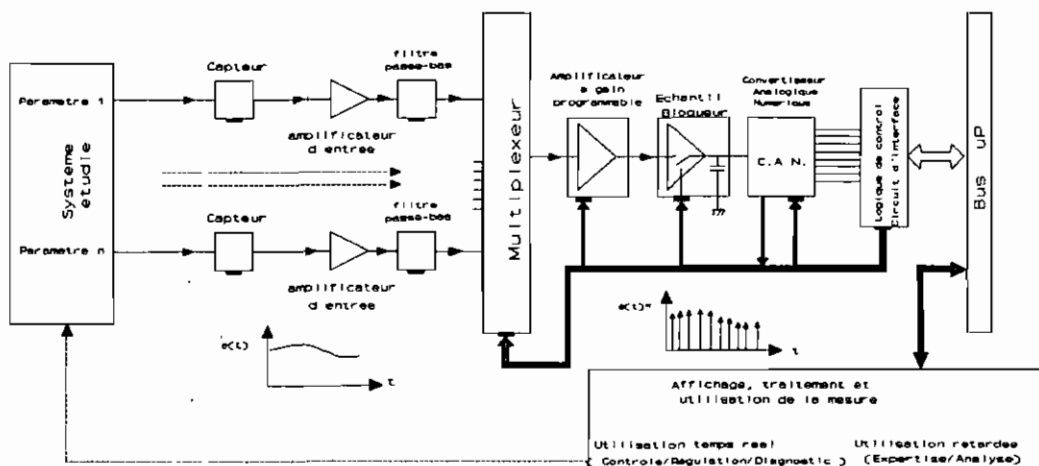


Figure 2: Schéma synoptique d'une carte d'acquisition

Elle est constituée par:

- un capteur spécifique à chaque entrée suivant la grandeur physique à mesurer,

INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNÉES

- un préamplificateur différentiel d'entrée propre à chacun des n canaux,
- une cellule de filtrage,
- un étage de multiplexage comportant également y voies regroupées par 8 ou 16 ou 32,
- un amplificateur du type échantillonneur-bloqueur ("E/B"),
- le convertisseur analogique-digital proprement dit ("CAD"),
- le dispositif de contrôle permettant la sélection d'une voie déterminée, la commande d'échantillonnage puis la conversion, le transfert de la digitalisation vers un ordinateur par exemple.

2.1°) LES CAPTEURS

Les capteurs sont les premiers éléments de la chaîne d'acquisition et servent le plus souvent à la conversion en signal électrique, exploitable, suivant une loi connue $e=f(p)$ ou bien $y = e(t)$ de toute quantité, propriété ou condition physique (température, pression, force, etc...) que l'on désire mesurer.



Figure 3: Le Capteur

Leur principe de fonctionnement est basé, dans la plupart

INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNÉES

des cas sur les phénomènes physiques suivants: l'effet piézo-électrique, l'effet thermoélectrique, l'effet photo-électrique.

Ils doivent toujours être au préalable étalonnés du fait de la dispersion de leurs caractéristiques, de leur non-linéarité et du vieillissement.

Pour établir un choix correct d'un capteur donné, il convient de connaître, outre sa nature et son principe physique de fonctionnement quelques spécifications techniques d'emploi qui ont une répercussion immédiate sur la qualité et la conception de la chaîne d'acquisition. Parmi ces spécifications, nous citerons: l'étendue de mesure, la constante de temps, l'impédance d'entrée, la fonction de transfert, la résolution, le niveau de sortie, la stabilité et la fidélité.

2.2°) LE CONDITIONNEUR DE SIGNAUX

Le conditionnement de signaux dépend en grande partie du signal délivré par le capteur utilisé et de son environnement.

Son architecture peut se résumer à deux blocs fonctionnels à savoir:

- Le filtrage

Il doit être introduit à l'entrée de chaque voie pour limiter les spectres fréquentiels et pour atténuer les signaux

INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNÉES

parasites susceptibles d'être captés dans les câbles d'amenée du signal utile;

- et le calibrage

Il assure une linéarité du signal à la sortie du conditionneur.

2.3°) LE PRÉAMPLIFICATEUR

Ce sont des circuits électroniques qui doivent remplir les fonction suivantes:

- assurer la protection du système (fonction très importante lorsque le gain est unitaire),
- assurer une adaptation d'impédance afin que l'impédance de source vue par le multiplexeur soit très faible et soit définie par l'impédance de sortie du préamplificateur,
- fixer la bande passante,
- amplifier les signaux différentiels utiles
- assurer la réjection des signaux de mode commun.

2.4°) LE MULTIPLEXEUR

Il doit présenter sur son unique sortie l'une des n tension appliquées à ses n entrées. Cette transmission s'effectue avec une certaine qualité et la voie à sélectionner est désignée au

moyen de son adresse par le circuit d'interface, géré par le microprocesseur. Un multiplexeur est donc constitué d'un ensemble de n interrupteurs électroniques, qui sont reliés à un même point (la sortie) à la suite duquel un amplificateur à gain programmable peut être éventuellement placé.

Il existe dans ce domaine deux types de multiplexeurs: le multiplexeur analogique et le multiplexeur numérique.

Les multiplexeurs numériques sont constitués essentiellement de

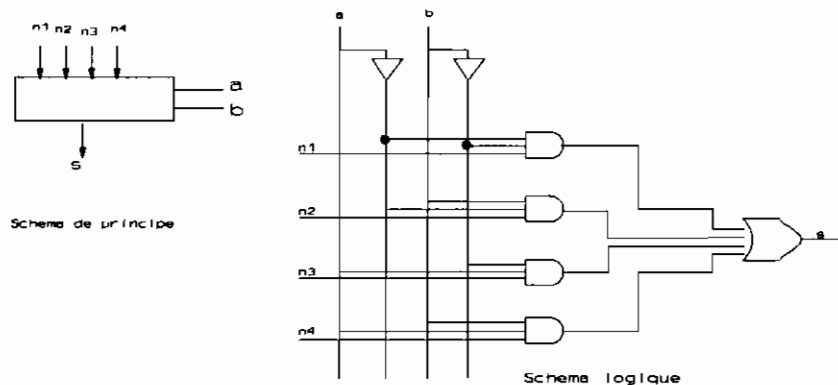


Figure 4 Schémas de multiplexeurs numériques

portes logiques alors que les multiplexeurs analogiques sont composés de résistances et de condensateurs.

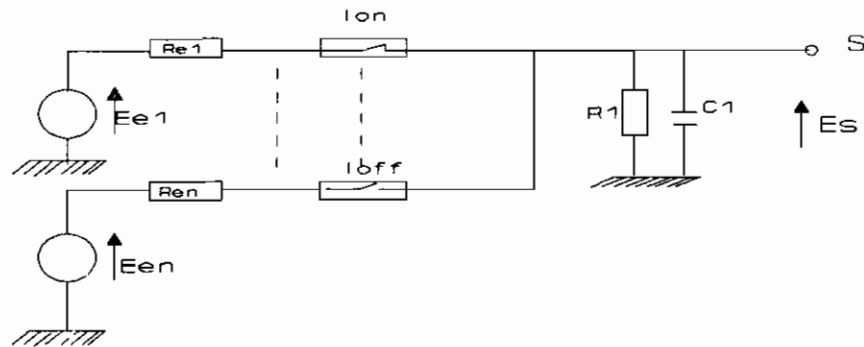


Figure 5 Schéma de principe d'un multiplexeur analogique.

2.5°) **L'ÉCHANTILLONNEUR-BLOQUEUR**

Il a pour rôle de maintenir constante la valeur échantillonnée pendant toute la durée requise pour la conversion. Son principe de fonctionnement est celui d'un interrupteur placé sur un circuit de condensateurs qui se chargent à la valeur échantillonnée quand l'interrupteur est fermé.

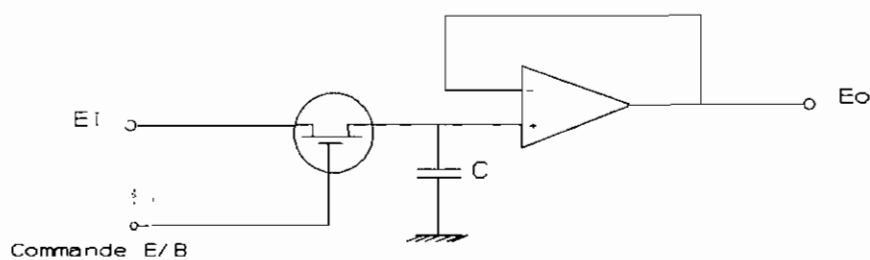


Figure 6: Schéma de principe d'un échantillonneur-bloqueur.

INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNÉES

- En l'absence d'impulsion, le condensateur se charge à la valeur E_i et la sortie de E_i ($E_o = E_i$),
- Quand le circuit reçoit une impulsion par la commande E/B, l'entrée E_i est isolée; la capacité qui était chargée à la valeur instantanée de E_i impose alors sa tension de charge à la sortie E_o

2.6°) LE CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMÉRIQUE

L'acquisition d'une grandeur analogique par un système à microprocesseur passe nécessairement par sa conversion en une valeur numérique. Cette tâche est assurée par le convertisseur A/N

Plusieurs techniques de conversion sont utilisées dans les convertisseurs existants à savoir: la conversion à essais successifs de niveaux, la conversion à essais successifs de bits, la conversion simultanées, etc...

Les convertisseurs les plus utilisés dans ce domaine opèrent par approximations successives ou poids. En effet, avec leur structure on obtient une durée de conversion fixe, plus courte que dans les autres modes - par comptage d'incrémentés calibrés ou par intégration - et la résolution reste très bonne ($t_c < 20\mu s$ pour un CAD de 12bits).

INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNÉES

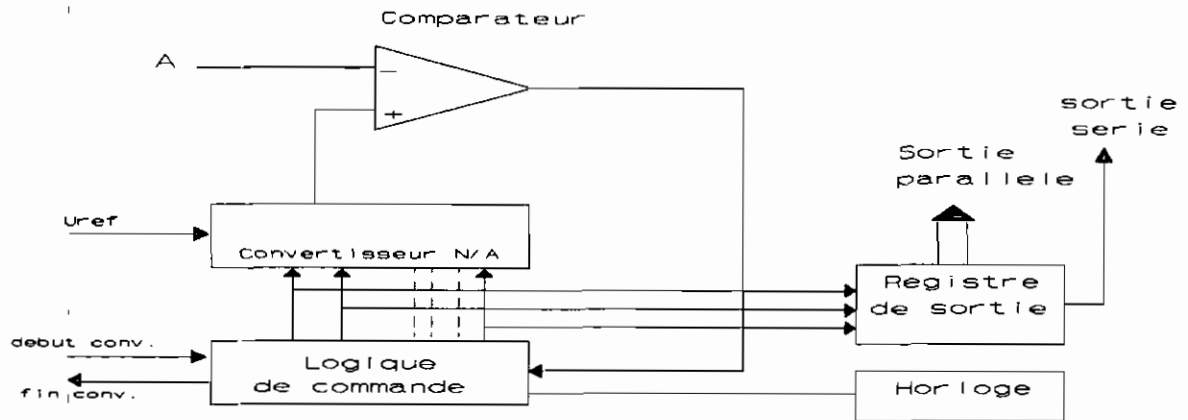


Figure 7: Structure d'un convertisseur analogique - numérique

Le principe de fonctionnement de ce convertisseur est le suivant: l'entrée analogique est comparée avec la sortie d'un convertisseur N/A, donc l'entrée numérique est incrémentée par un circuit de logique qui positionne tour à tour chaque bit de sortie en commençant par les bits de poids forts, un peu comme une balance; ceci se poursuit jusqu'à ce que la sortie du convertisseur numérique analogique atteigne la valeur du signal d'entrée à convertir.

De nombreux paramètres sont utilisés pour les caractériser, à savoir:

- la résolution (n) qui donne le nombre d'état distincts qu'ils peuvent distinguer (2^n) et la plus petite valeur de tension que le convertisseur N/A peut coder (2^{-n}),

- l'erreur de linéarité, les erreurs de zéros ou de gains,
- les temps de conversion, etc.

2.7°) **LE CIRCUIT D'INTERFACE: La Logique de contrôle.**

La logique de contrôle établit une séquence programmée destinée à la commande séquentielle du multiplexeur d'entrée, de l'échantillonneur-bloqueur et du convertisseur analogique-digital. Cette logique est elle-même gérée par un microprocesseur.

Cette séquence s'établit comme suit, à la demande d'une information concernant une voie i :

- adressage et validation du multiplexeur (voie i),
- prise de l'information analogique par l'échantillonneur-bloqueur,
- fin d'échantillonnage signalée au convertisseur : début de la conversion analogique-digitale, l'échantillonneur étant maintenu en position "maintien" jusqu'à la commande suivante.

CHAPITRE 3

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

L'étude rigoureuse d'une application de contrôle de processus industriel nécessite le recours à des notions de mathématiques. Pour définir le régulateur le mieux adapté à l'application ou pour prévoir son comportement, l'idéal est de disposer d'un modèle mathématique du procédé, et de faire appel à des notions mathématiques telle que la transformée de Laplace (pour la régulation analogique) ou de la transformée en Z (pour la régulation numérique) ou bien même à la **statistique** pour étudier le comportement des boucles de régulation ou la réponse de l'application à des entrées connues données.

Pour mettre en oeuvre tous ces outils, il faut avoir au préalable fait une description mathématique du processus à contrôler; ceci est **théoriquement** possible, dans la mesure où les physiciens, les chimistes, les spécialistes en thermique, en mécanique des fluides, etc... ont établi les équations ou lois régissant les phénomènes physico-chimiques. En résolvant ces équations, il est alors possible de savoir comment va réagir le processus, suite à une modification d'une de ses entrées ou à l'arrivée d'une perturbation externe.

Malheureusement, il existe souvent un fossé entre la théorie à la pratique. La modélisation de ces procédés sont en effet souvent très complexes et exige de grandes compétences dans des disciplines très diverses (mathématiques, thermodynamique,

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

mécanique des fluides, etc...). De plus, quand bien même ces équations seraient établies, il faudrait connaître les valeurs des divers paramètres qu'elles incorporent (capacités calorifiques, viscosités, nombre de Reynolds, etc...). Un travail laborieux! A telle enseigne que mis à part quelques processus mécaniques, des études purement mathématiques ne peuvent être menées à bien. Ceci nous a donc amené à faire notre étude de modélisation en utilisant les statistiques avec quelques notions de thermodynamique.

On dit que l'on a modélisé un processus physique, si l'on est capable d'en prédire le comportement (sortie) lorsqu'on le soumettra à des sollicitations (entrées) connues. On recherche donc une relation mathématique F qui lie les variables mesurées d'entrée e et de sortie s :

$$F(e, s, p_i) = 0.$$

Cette relation mathématique revêt une certaine forme qui définit la **structure** du système modèle. Elle fait intervenir des paramètres p_i dont à priori on ignore généralement les valeurs numériques.

Par exemple, un système décrit par l'équation différentielle linéaire stationnaire du premier ordre (structure) fait apparaître comme paramètres structuraux K et tels que:

$$Ts(t) + s(t) = Ke(t)$$

Structure: équation différentielle du premier ordre,
paramètres: K,T.

État: variables: entrée e, sortie s (fonction du temps t)

3.1°) LES DIFFÉRENTS TYPES DE PROCESSUS.

D'une manière schématique, on peut classer les processus en trois grandes catégories: les processus différentiels, les phénomènes d'influence et les phénomènes de rencontre.

* Processus différentiels

Ce sont des processus dont on est capable de décrire l'évolution temporelle de façon incrémentale, le plus souvent grâce aux lois de la physique.

C'est typiquement le domaine de la mécanique, de l'électricité et de l'électromagnétisme où l'évolution de l'état, ensemble de mesures issues des capteurs, est représentable par un système d'équations différentielles du type:

$$[X] = [A.][X] + [B.][u]$$

Avec [X] = vecteur représentatif de l'état,

[u] = vecteur représentatif de l'entrée,

[A.] et [B.] = matrices.

* Processus de rencontre

Ce sont des processus actifs où il y a action (création, destruction) lorsque deux corps ou deux phénomènes sont en présence.

Par exemple, la réaction chimique crée un produit C de concentration Z si les corps A et B (de concentration X et Y) sont présents:

$$[Z] = k[X][Y]$$

Il apparaît alors un terme multiplicatif non linéaire dans l'équation qui décrit la croissance de Z. Tous les phénomènes de types économique, biologique et écologique font intervenir des relations telles que la précédente.

* Processus d'influence

Ce sont des processus où l'entrée E définie spatialement, agit sur un point de l'espace où est placé le capteur de sortie (S), par l'intermédiaire de chemins multiples qui appliquent élémentairement un effet d'affaiblissement a_i et de retard T_i sur la sollicitation d'entrée.

C'est essentiellement la description de la diffusion de la chaleur, ou celle de la dilution spatiale d'un corps dans un autre.

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

Dans une approche cinétique microscopique, on est alors amené à représenter ces systèmes sous forme d'une suite pondérée par des coefficients a_i , des entrées passées $e(n-1)$ échantillonnées tous les temps T :

$$s(n) = a_0 e(n) + a_1 e(n-1) + a_2 e(n-2) + \dots + a_N e(n-N).$$

Ces derniers se rencontrent principalement dans l'industrie, ils présentent des temps de retard pur, ils sont généralement stables et leurs réponses indicielles n'ont pas d'oscillations notables.

L'étude que nous réalisons dans ce projet s'inscrit plus dans cette dernière partie: la modélisation du fonctionnement d'un échangeur de chaleur et plus précisément d'un condenseur.

* Représentation

Tout processus réel n'appartient pas purement à l'un des types précédents. Pour un processus physique donné, il n'existe pas qu'une seule représentation mathématique; par exemple, un système dynamique linéaire stable peut parfaitement être représenté aussi bien par la représentation différentielle continue :

$$s(t) = as(t) + be(t)$$

que par la représentation discrète, séquence de pondération, tous les intervalles de temps T :

$$s(n) = \sum a_i e^{(n-i)}$$

3.2°) LES DIFFÉRENTS TYPES DE MODELES.

Nous allons considérer qu'il existe deux types de modèles: les modèles de connaissance et les modèles de représentation, qui correspondent à des buts différents.

* Modèle de connaissance

Un modèle de connaissance est un modèle dont la structure a été établie en faisant appel à des modèles plus généraux (lois de la physico-chimie, etc.). Les paramètres a_i de ces modèles ont alors un sens physique: longueur, résistance électrique, inertie, etc., c'est-à-dire que l'on est susceptibles de les retrouver avec la même signification dans les modèles d'autres processus. Ils sont représentés par une relation de la forme

$$s = F(e, a_i).$$

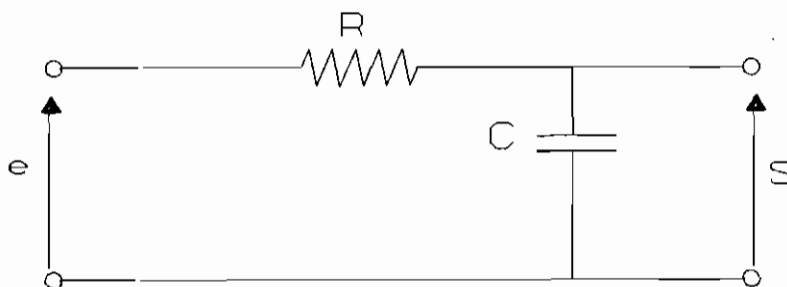
Ces modèles sont beaucoup plus riches de signification que les modèles de représentation et contiennent toutes les informations utiles sur le processus. Ils sont, par contre, beaucoup plus onéreux et difficiles à obtenir.

* Modèle de représentation

Ces modèles n'ont aucun pouvoir explicatif de la structure de l'objet. Leur structure n'est qu'une relation mathématique qui va relier localement les mesures des différentes variables du processus. Les paramètres p_i n'ont aucun sens physique connu:

$$s = F(e, p_i)$$

Par exemple, le circuit électrique de la figure ci-après



Filtere passe-bas

peut être décrit par l'équation différentielle:

$$RC\dot{s}(t) + s(t) = e(t)$$

qui en est un modèle de connaissance, car les paramètres $T = RC$, $K=1$ s'expriment avec des paramètres qui ont un sens physique (résistance, capacité).

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

On peut aussi utiliser la représentation discrète échantillonnée:

$$s(n) = a_0 e(n) + a_1 e(n-1) + \dots + a_N e(n-N)$$

et obtenir ainsi un modèle de représentation où les paramètres a_i devront être estimés spécifiquement.

Ces modèles de représentation de type « boîte noire », bien que non informatifs, sont cependant suffisant dans les problèmes de traitement de signal et commande de processus. Ils sont d'utilisation très fréquente et ceci nous pousse donc à les utiliser dans la construction de notre modèle.

3.3°) LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE LA MODÉLISATION.

La première étape du processus de modélisation consiste à faire une hypothèse sur la structure du système modèle, c'est-à-dire à choisir un type de relation mathématique F liant entrées et sortie(s). Dans ce choix de structure, on peut être guidé par:

- une analyse physique conventionnelle du processus;
- l'expérience et le résultat qualitatif de tests simples; si par exemple, à une sollicitation en échelon du processus on obtient une réponse oscillatoire, il est inutile de rechercher une structure du modèle du côté d'une équation différentielle du premier ordre: cette dernière ne peut jamais représenter ce comportement, quelle que soit la valeur de T ;

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

- des contraintes de calcul ou des contraintes économiques qui amènent à rechercher, par exemple, le meilleur modèle linéaire d'ordre N maximal.

Dans notre étude, nous avons essayé les modèles surtout linéaires et paraboliques.

Les paramètres structuraux, pour l'instant inconnus, seront déterminés numériquement dans l'étape suivante : **l'identification.**

* L'identification

A ce niveau, il s'agit surtout de déterminer la valeur numérique des paramètres du modèle qui se comportera mieux comme le processus étudié. Pour évaluer objectivement cette identité du comportement, on introduit un **critère de distance** entre le processus et le modèle : $D(P,M)$.

Pour des raisons pratiques d'élimination des bruits qui affectent les mesures réelles, on prend généralement comme distance une fonctionnelle de l'écart processus-modèle :

$$D(P,M) = \sum f[(S_m(n) - S_o(n))] = \sum f(\epsilon)$$

avec $f > 0$; $f(0) = 0$,

S_o : sortie processus,

S_m : sortie modèle,

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

N : déterminant le nombre de points d'observation ou le nombre de données.

On prendra en pratique $f = \text{eps}^2$ ou $f = |\text{eps}|$.

La distance D , fonctionnelle positive de l'écart, est une fonction des paramètres structuraux P^M_i du modèle:

$$D = D(P^M_i).$$

Si l'hypothèse de caractérisation est correcte et si les mesures ne sont pas entachées de bruit, alors il existe $P^M_i = P^0_i$ tel que $D(P, M) = 0$. En fait, comme la caractérisation n'est pas parfaite et que les mesures sont bruitées, D ne peut être que minimisée, ne pouvant être annulée. Le problème se réduit donc à celui de la minimisation d'une fonction positive $D(P^M_i)$ des variables P^M_i .

Plusieurs techniques de minimisation ont été utilisées lors de la phase d'identification telles l'estimation linéaire, les méthodes du modèle, etc. Le principe général est celui qu'exprime le schéma de la figure 9.

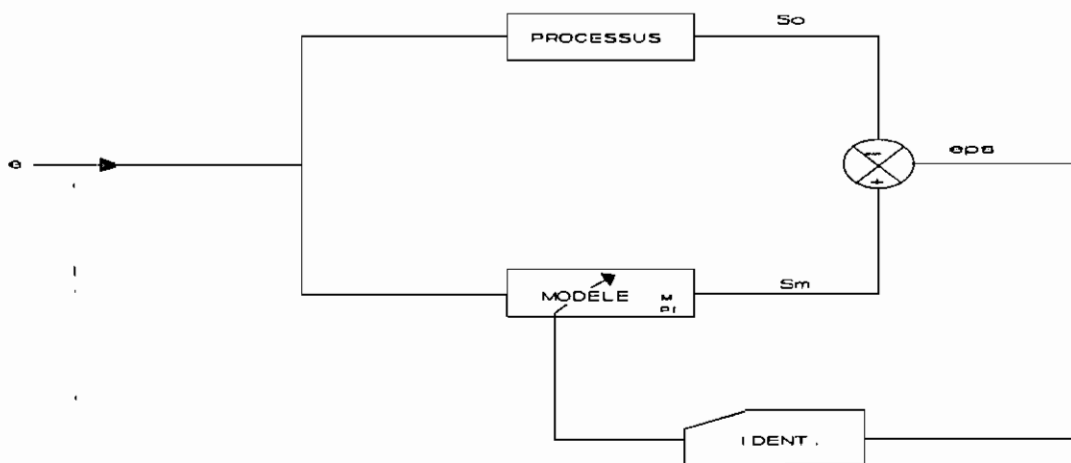


Figure 9: Organigramme de la technique d'identification

où l'on va soumettre le modèle de structure choisi par la caractérisation et de paramètres P^M_i à tester, à des entrées identiques à celles appliquées au process. On élabore un critère de qualité qu'une procédure va tenter d'améliorer en agissant sur la structure du modèle.

3.4°) LES TECHNIQUES D'IDENTIFICATION.

* L'estimation linéaire

Il s'agit d'estimer la valeur numérique des paramètres du process. Cette technique que nous avons utilisée comme point de

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

départ est souvent utilisée dans ce domaine, car simple d'emploi bien qu'elle ne donne pas toujours des résultats pratiques très performants. Elle se fonde sur le principe suivant : on suppose que le procédé et le modèle sont représentables linéairement à l'aide d'un vecteur de composantes $x_i(n)$ qui peuvent être soit des mesures indépendantes $u_i(n)$, soit des entrées et sorties passées du procédé:

$$s(n) = \sum a_i u_i(n)$$

$$s(n) = \sum b_i s(n-i) + \sum c_j e(n-j)$$

$$s(n) = \sum d_i e(n-i)$$

On peut écrire aussi

$$s(n) = \sum a_i x_i(n)$$

où les $x_i(n)$ sont mesurés et stockés dans la mémoire d'un ordinateur ou sur support magnétique.

On construit une distance $D(P,M)$ telle que:

$$D(P,M) = \sum [s_m(n) - s_o(n)]^2 = \sum e^2(n)$$

$s_o(n)$ est mesurée expérimentalement:

$s_n(n)$ est calculée par le modèle:

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

$$s_o = \sum a_i^o x_i(n)$$

$$s_m = \sum a_i^m x_i(n)$$

$$D(P, M) = \sum [\sum (a_i^m - a_i^o) x_i(n)]^2$$

On cherche a_i^m tel que $D(P, M)$ soit minimal:

$$\frac{\partial D(P, M)}{\partial A_i^m} = 0$$

soit

$$2 \sum [\sum a_j^m x_j(n) x_i(n) - s_o(n) x_i(n)] = 0.$$

On a donc à résoudre le système linéaire suivant :

$$\sum s_o(n) x_i(n) = \sum a_j^m \sum s_j(n) x_i(n).$$

Les résultats obtenus sont présentés au chapitre suivant dans le traitement statistique.

* La méthode du modèle

Cette méthode suit strictement, dans son déroulement, le principe de base de la modélisation.

On cherche, par une méthode itérative, à minimiser la distance $D(P, M)$ choisie. $D(P, M)$ étant une fonction positive des paramètres du modèle, le problème se ramène à celui de

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE MODÉLISATION

minimisation de fonction qui, dans la présente étude, a été réalisée par les techniques de programmation non linéaire. Les résultats de cette méthode sont présentés dans le chapitre suivant; il faut seulement remarquer que, par des changements de variables adéquats, on peut d'une manière ou d'une autre ramener un problème de programmation non linéaire à un problème de programmation linéaire.

CHAPITRE 4

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET TRAITEMENT STATISTIQUE

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

Le principe simplifié du fonctionnement d'une installation motrice à vapeur, permettant la production de l'énergie électrique est le suivant: De l'eau amenée à la chaudière à haute pression par une pompe d'alimentation, est évaporée puis surchauffée par un générateur de vapeur; cette dernière sera détendue dans une turbine à haute pression, qui produira sur son arbre de l'énergie mécanique qui sera transformée par un alternateur en énergie électrique. La vapeur détendue sera ensuite condensée dans un échangeur de chaleur puis renvoyée à la chaudière et le cycle recommence.

Dans un cycle, pour un travail donné, plus grande est l'efficacité et plus petite est la quantité d'énergie thermique qu'il faut fournir à la machine pour obtenir le travail désiré. D'autre part, pour le même travail brut, plus grand est le rapport de travail et plus petit est le travail qu'il faut fournir à la machine dans l'étape de compression. L'idéal serait donc d'obtenir un cycle ayant le moins d'irréversibilité que possible, donc avec une grande efficacité et un grand rapport de travail. Le cycle de Rankine ou celui de Hirn représentent le principe de base de ces installations.

Le schéma synoptique de l'installation de la SÉNÉLEC au CAP DES BICHES est le suivant:

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

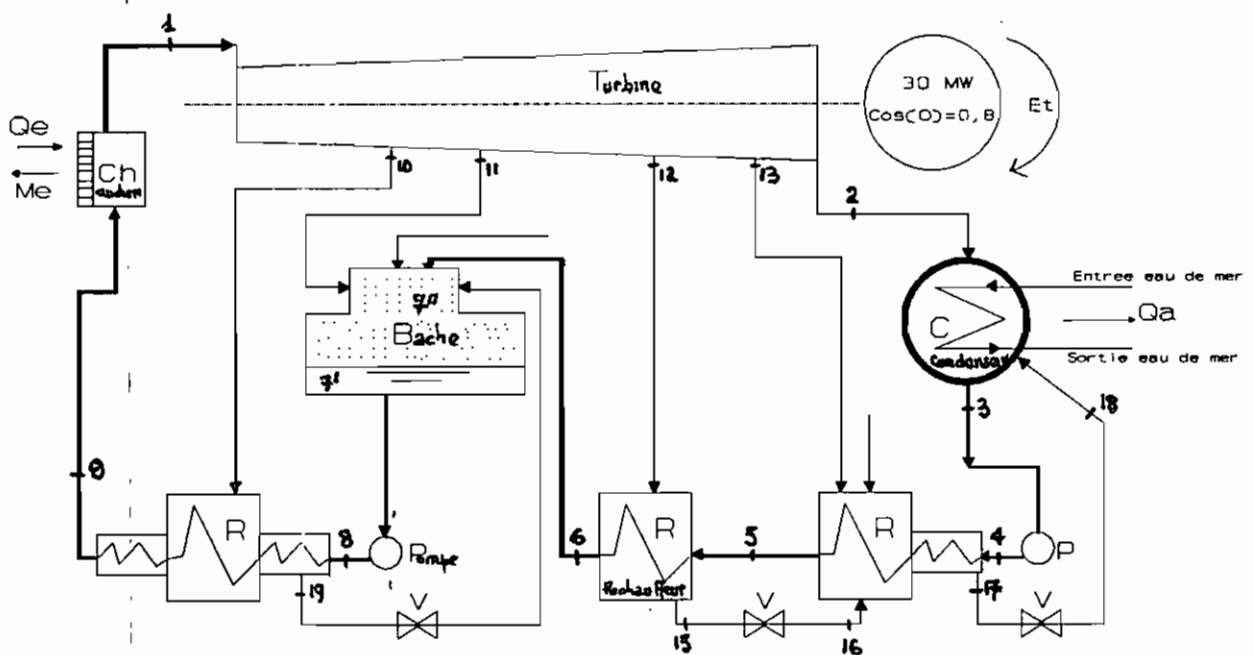
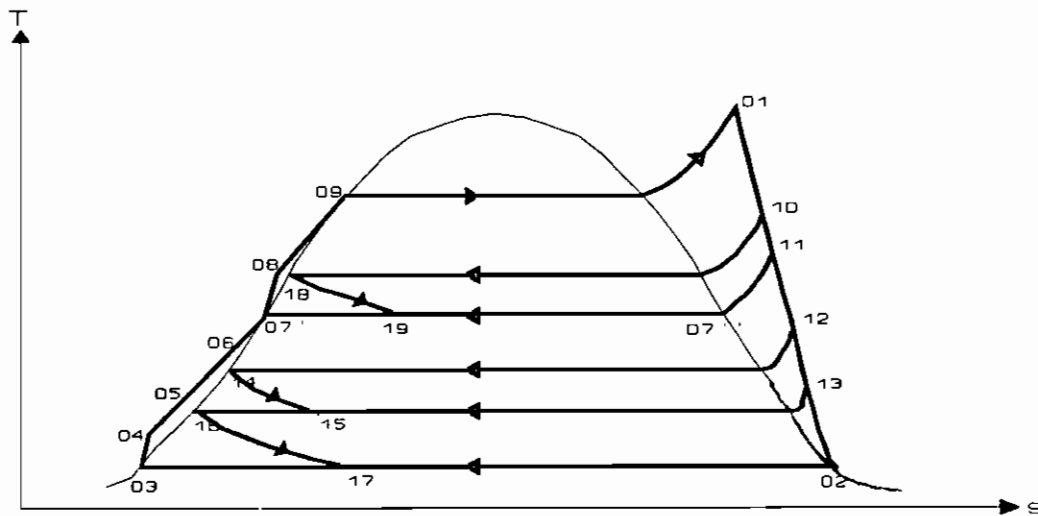


Figure 10: Vue synoptique de la centrale thermique

Le cycle théorique de cette installation peut être représenté comme suit:

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE



Représentation, dans le diagramme T-s de l'eau du cycle thermodynamique de l'installation motrice à vapeur, avec bache d'alimentation et fuite d'eau de la vue synoptique précédente

Figure 11 Diagramme T-s de l'eau du cycle thermodynamique

D'une façon générale, le rendement global est défini comme étant le rapport entre l'énergie utile et l'énergie dépensée. Il est généralement admis que l'énergie-chaleur Q_0 transférée entre le système et l'atmosphère ne peut être considérée ni comme utile, ni comme dépensée, étant donné qu'elle ne présente pas d'intérêt

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

pour le praticien. Cela revient à dire qu'elle n'a pas de valeur quand on la fournit et qu'elle est gratuite quand on la consomme. [4]

$$\eta_g = T_u / Q$$

En définissant l'efficacité du cycle comme la capacité de rendement optimal, on peut l'augmenter par quatre facteurs:

- la diminution de la température du condenseur,
- l'augmentation de la température de la vapeur,
- l'augmentation de la pression dans la bouilloire,
- la régénération.

Seul le premier facteur sera pris en compte dans la présente étude puisqu'il est directement lié à la pression dans le condenseur.

4.1°) LE CONDENSEUR.

Le condenseur a pour rôle de condenser la vapeur saturée; il devra donc soutirer à cette vapeur une certaine quantité de chaleur, dite chaleur latente de vaporisation, et la céder à une source froide qui est dans le cas présent l'eau de mer. Cette condensation de vapeur s'effectue à une certaine pression à laquelle correspond une température dite de saturation. Il est donc entendu que dans un condenseur à eau, aussi bien la phase vapeur que la phase liquide se trouveront, à la température de saturation

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

correspondant à la pression régnant dans l'enceinte. Dans la réalité, un condenseur est un appareil essentiellement hétérogène. En effet, en supposant la vapeur saturée, cette vapeur contient toujours une certaine quantité de gaz incondensables (en grosse partie de l'air, qu'il faudra donc extraire au maximum). Au fur et à mesure que la vapeur se condense, la pression partielle de la vapeur varie et la vapeur se condensera à la température de saturation correspondant à la pression partielle de la vapeur (**Loi de Dalton**).

En outre, il existe toujours une certaine perte de charge entre la bride d'échappement de la turbine et le bas du condenseur. Par conséquent, la pression totale est variable le long du trajet de la vapeur, et la pression partielle également.

Ceci entraîne deux conséquences:

-la variation de pression totale due à la perte de charge entraîne, pour une pression à la bride turbine garantie, une pression globale de condensation plus basse, donc une température de saturation plus basse. La perte de charge peut atteindre 7 à 8 mbar, ce qui correspond à une perte de température de saturation de l'ordre de 1,5 à 2°C. Par conséquent, il est indispensable que la différence théorique entre la température de saturation et la température de sortie d'eau soit supérieure à cette chute, faute de quoi l'échange serait impossible;

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

-la variation de pression partielle de la vapeur entraîne une condensation à une température plus faible que la température de saturation théorique. Ceci est à éviter. En principe le constructeur admet un sous-refroidissement de 0,5°C à l'intérieur, d'où la nécessité d'éliminer au maximum les incondensables.

Les paramètres régissant l'échange sont donc:

a) la température de saturation de la vapeur T_v : elle correspond à la pression de service du condenseur;

b) la température d'entrée d'eau de refroidissement T_e : elle est aussi une donnée dépendante des conditions naturelles de l'eau;

c) le débit de vapeur à condenser Q_v : c'est une donnée fondamentale;

d) la température de sortie d'eau: elle dépend du débit d'eau dont on peut disposer, compte tenu du flux calorifique à extraire, mais cette température de sortie d'eau pour des raisons technologiques, ne doit jamais être prise trop proche de la température de saturation.^[5]

c) le coefficient de transfert U : en pratique, on le calcule par:^[6]

$$K = K_o \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_s \cdot \sqrt{V}$$

avec C_m , coefficient de correction pour épaisseur et matière des

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

tubes (=0,8),

C_s coefficient de salissure,

C_t coefficient de correction de température (=0,9),

K_o coefficient expérimental de base fonction du diamètre extérieur des tubes, d_e (=9906,6kJ/h.m^{3/2}.°C.s^{1/2})

Dans les conditions nominales de fonctionnement, on a calculé

$$U = U_{propre} = 10135.5 \text{kJ/h.m}^2.\text{°C}.$$

Le flux à évacuer au condenseur pouvant s'exprimer par la relation suivante:

$$\phi = S \cdot U_{réel} \cdot DTLM$$

$$\phi = Q_{vi} \cdot (H_{ei} - H_{si})$$

avec DTLM la différence de température logarithmique moyenne

S la surface d'échange,

($H_{ei} - H_{si}$) la différence d'enthalpie à l'entrée et à la sortie du condenseur.

Q_{vi} le débit de fluide à condenser,

on peut évaluer le coefficient de salissure par le rapport

$$C_s = U_{réel} / U_{propre}$$

4.2°) MODELE DE RÉGULATION DE TEMPÉRATURE.

L'échange de chaleur est l'un des process où la commande par inférence résoud le mieux le problème de la régulation de la température ou du débit d'un fluide.

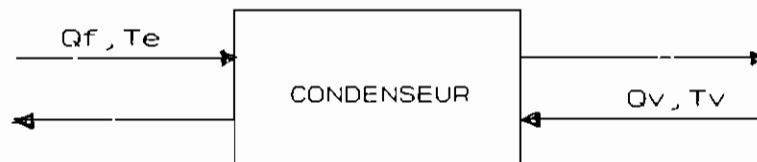


Figure 12: Schéma d'un condenseur

Négligeant la dynamique, l'équation caractérisant le condenseur est:

$$Q_v(t) = Q_f(t) \cdot C_p \cdot [T_s(t) - T_e(t)] / h$$

avec Q_v débit de vapeur,
 Q_f débit du fluide de refroidissement (eau de mer),
 C_p chaleur spécifique de l'eau de mer
 T_s température de l'eau de mer à la sortie
 T_e température de l'eau de mer à l'entrée
 h quantité de chaleur cédée par la vapeur par unité de poids.

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

Pour pouvoir contrôler le vide, en dehors des extractions d'air, il faut pouvoir maintenir la température de la vapeur à la valeur correspondante.

Comme le montrent les figures suivantes:

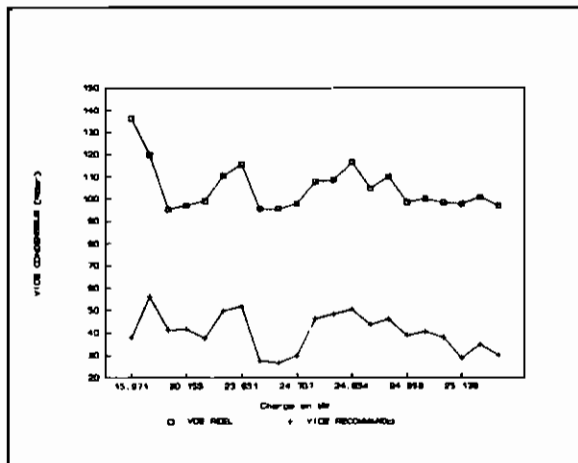


Figure 13 Vide réel & Vide recommandé (donnée du 25 Mai 1992)

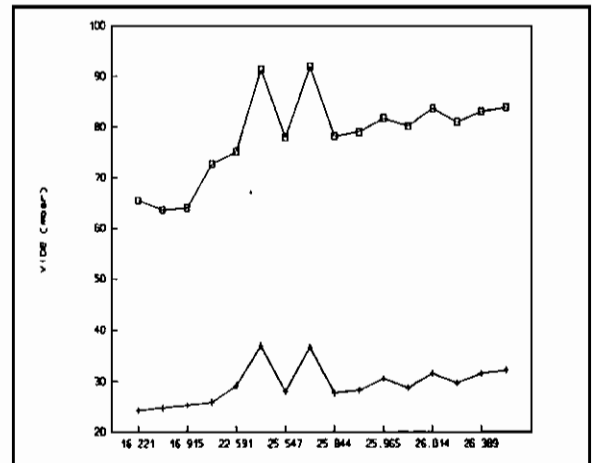
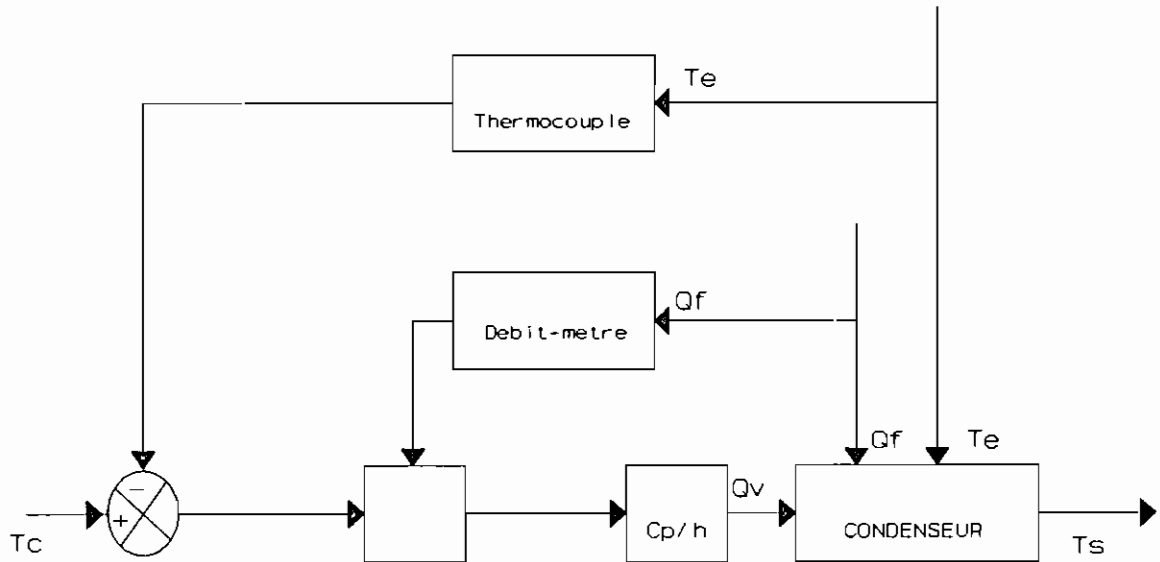


Figure 14 Vide réel & Vide recommandé (données du 21 Mai 1992)

le vide recommandé par le constructeur n'est souvent pas atteint; ceci crée bien entendu des frottements qui augmentent les irréversibilités du cycle thermodynamique, ce qui baisse le rendement de l'installation.

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

La température de la vapeur peut être contrôlée par le débit d'eau de refroidissement ou sa température à l'entrée ou à la sortie du condenseur puisque tous ces paramètres sont liés. Ceci peut se réaliser par la structure de commande suivante:



de fonction de transfert $T_0/T_c = 1$.

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

4.3°) MODELE DE RÉGRESSION MULTIPLE LINÉAIRE.

Un très grand nombre de méthodes de traitements statistiques peuvent se formuler à l'aide des modèles statistiques de la forme:

$$Y = \varphi(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta_0, \dots, \beta_p) + \epsilon$$

où Y représente une variable à expliquer (ou dépendantes),

φ est une relation de structure connue,

X_i sont des variables explicatives,

β_0, \dots, β_p sont des paramètres à estimer

ϵ est un terme d'erreur tel que $E(\epsilon) = 0$, $\text{Var}(\epsilon) = \sigma^2$

Le modèle est dit linéaire multiple dans les paramètres β_j si

$$\varphi(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta_0, \dots, \beta_p) = \sum \beta_j \varphi_j(X_1, \dots, X_k)$$

où φ_j sont des fonctions ne contenant aucun paramètre; autrement, le modèle est dit linéaire multiple.

L'estimation des β_j se fait en adoptant le principe des moindres carrés dont nous avons déjà rappelé le fonctionnement (voir §3.4).

Dans l'ajustement d'un modèle de régression multiple, il arrive fréquemment qu'une ou plusieurs variables explicatives, soient une combinaison quasi linéaire des autres variables explicatives.

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

Cette situation connue sous le nom de multicollinéarité, doit être détectée et corrigée afin de construire un modèle optimum avec un nombre réduit de variables explicatives (ceci présente un avantage économique pour l'exploitant et aussi un gain de temps lors de la commande en temps réel de process puisque le traitement de tous les paramètres ne sera pas nécessaire pour prédire et corriger une situation). L'élimination de ce phénomène permet en outre de pondérer l'effet de chaque paramètre dans l'évolution du modèle.

Pour éliminer la multicollinéarité, le logiciel de traitement utilisé offre plusieurs alternatives:

- la régression sur les composantes principales qui sont de nouvelles variables formées par des combinaisons linéaires de variables originelles,

- l'élimination des variables par des techniques de sélection (sélection avant, arrière, pas à pas, maximum R^2 , minimum R^{12}).

* le Vide

Les graphiques suivantes,

¹ Coefficient de détermination

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

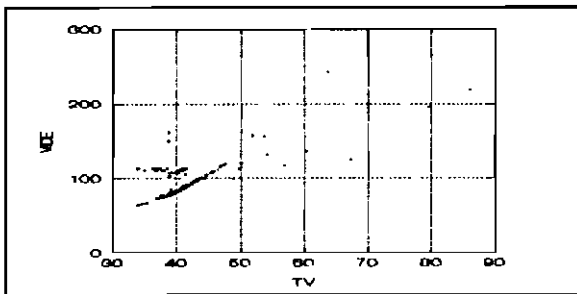


Figure 16: Vide = f(Tv)

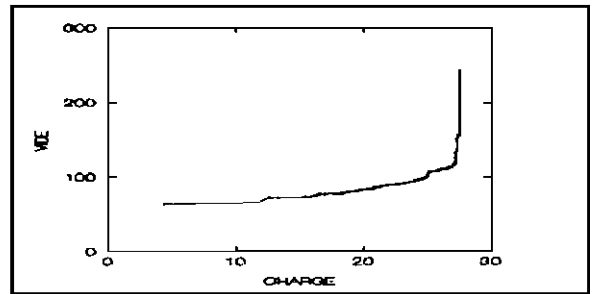


Figure 17: Vide = f(Charge)

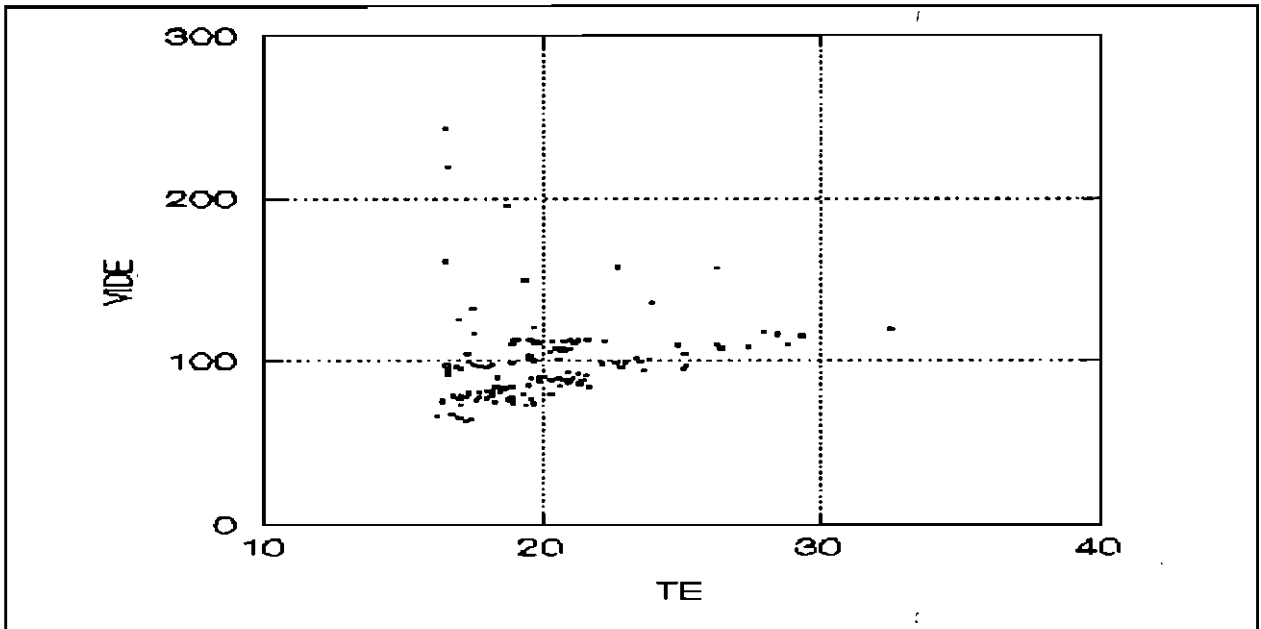


Figure 18: Vide = f(Te)

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

nous ont permis lors de la phase d'identification, de supposer dans un premier temps que le vide varie d'une manière quasi linéaire en fonction:

- de la température de l'eau de mer à l'entrée T_e ,
- de la température de saturation T_v et sensiblement linéaire de la charge,
- de la température de l'eau de mer à la sortie du condenseur,
- de la charge délivrée par l'alternateur.

De cette cette première constatation, la méthode d'élimination de variables par le technique de sélection arrière a donné les résultats suivants:

(les détails sont présentés en annexe)

LE MODELE NE CONTIENT PAS DE CONSTANCE.

VARIABLE DÉPENDANTE: VIDE $n_{\text{observation}}: 153$ $R_{\text{MULTIPLE}} : 0.989$ $R_{\text{MULTIPLE AU CARRE}}: 0.979$
 $R_{\text{MULTIPLE AJUSTE}}: 0.979$ DISPERSION DU MODELE : 15.192

VARIABLE	COEFFICIENT	ECT/RESIDUEL	ECT/COEFF.	TOLERANCE	T	P(2 TAIL)
T_v	1,351	0,230	0,555	0,0156370	5,867	0,000
T_s	2,566	0,430	0,736	0,0092309	5,974	0,000
T_e	-1,556	0,405	-0,305	0,0222420	-3,838	0,000

TABLEAU 1: COEFFICIENTS DU MODÈLE MULTIVARIABLE DU VIDE

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

ANALYSE DE VARIANCE

SOURCE DE VARIATION	SOMME DES CARRÉS	DEGRE DE LIBERTE	CARRÉS MOYENS	F-RATIO	P
MODELE	1612234.653	3	537411.551	2328.499	0.000
ERREUR	34619.612	150	230.797		

TABLEAU 2: Analyse de variance du modèle linéaire du VIDE

Ce modèle peut donc s'écrire :

$$VIDE = 0,351.T_v + 2,566.T_g - 1,556.T_e + 1/C_s - 10$$

C_s = Coefficient de salissure (1 à 0.5)

Pour un degré de confiance de 95%, le vide va varier entre 85 et 115 mbar.

$$\mu \pm Z_{\alpha}/2 \cdot \sigma/\sqrt{N}$$

avec $z_{\alpha} = 2,776$ et $N = 123$

* Le Débit de fuel consommé

Il est tout à fait normal de penser que le débit du combustible (fuel) consommé varie d'une manière linéaire avec la charge produite.

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

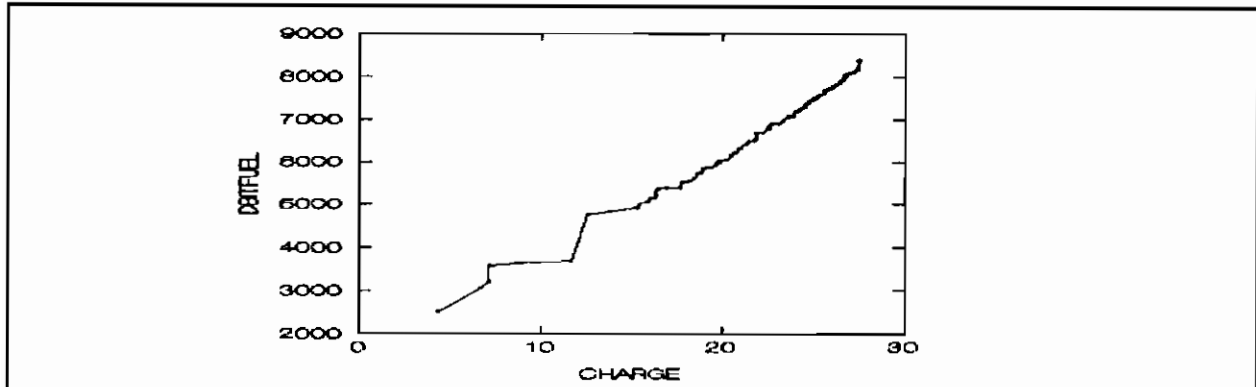


Figure 18.1 Débit = f(Charge)

De plus, l'analyse en composantes principales permet de prendre aussi comme paramètres explicatifs le vide, les différences de températures entre la sortie de l'eau de mer et son entrée, de même qu'entre la vapeur à sa sortie et à son entrée du condenseur.

LE MODELE NE CONTIENT PAS DE CONSTANCE

VARIABLE A EXPLIQUER: DEBIT Nobservation: 153 R MULTIPLE : 1.000 R MULTIPLE AU CARRE: 1.000
R MULTIPLE AJUSTE :1.00 DISPERSION DU MODELE : 151.399

VARIABLE	COEFFICIENT	ECT/ERREUR	ECT/COEFF.	TOLERANCE	T	P(2 TAIL)
CHARGE	286.470	1.733	0.950	0.0913438	165.259	0.000
VIDE	1.835	0.667	0.027	0.0312860	2.752	0.007
TVTC	33.256	3.546	0.026	0.3880113	9.379	0.000
TSTE	7.489	4.315	0.011	0.0783775	1.736	0.085

TABLEAU 3: Paramètres du modèle linéaire du DÉBIT

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

ANALYSE DE VARIANCE

SOURCE DE VARIATION	SOMME DES CARRÉS	DEGRE DE LIBERTE	CARRÉS MOYENS	F-RATIO	P
RÉGRESSION RESIDUAL	.759094E+10 3415331.131	4 149	.189773E+10 22921.685	82792.094	0.000

TABLEAU 4: Analyse de variance du modèle linéaire du BÉBIT

Ce modèle est exprimé par le relation

$$\text{Débit} = 286,47 \cdot \text{Charge} + 1,835 \cdot \text{Vide} + 33,256 \cdot (T_v - T_c) + 7,489 \cdot (T_g - T_o)$$

Pour le même degré de confiance, il varie entre 6675 et 7212 Kg/h.

Un deuxième modèle a été déterminé en fonction du Vide et de la Charge; il présente l'avantage d'avoir été exprimé en fonction d'un nombre plus réduit de variables et celui d'être aussi performant que le précédent. Son équation est

$$\text{Débit} = 279,6 \cdot \text{Charge} + 5,5 \cdot \text{Vide}$$

Sa variation avec un degré de confiance de 95% est d'environ 6640 à 7300 Kg/h.

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

4.4°) MODELE DE RÉGRESSION MULTIPLE NON LINÉAIRE.

L'approche utilisée à ce niveau à été de concilier la théorie thermodynamique de la pression de vapeur d'eau saturante, les abaques du constructeur du condenseur et les valeurs réelles obtenues du process.

La figure suivante montre l'évolution du vide en fonction du vide

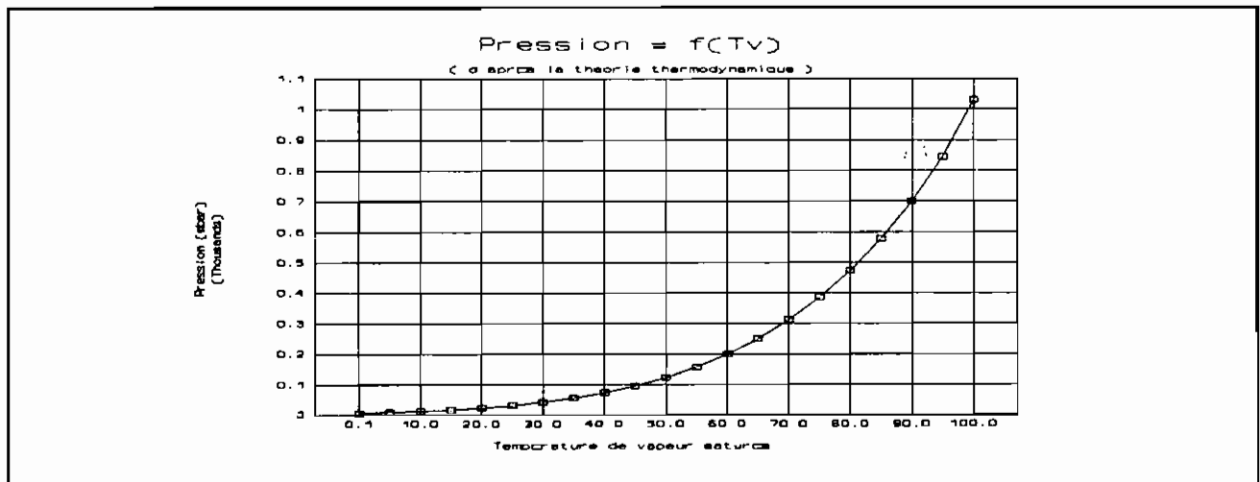


Figure 18.2: Vide = f(Temp. vap. sat.) [d'après la théoriquement]

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

Cette loi peut être approximée par la relation suivante:

$$P = 0,061/T + 0,8917 \cdot 10^{-5} \cdot T + 1.34T \quad (\text{mbar})$$

Les figures suivantes représentent le vide recommandé par le constructeur en fonction de la charge délivrée, de la salissure et de la température de l'eau de mer.

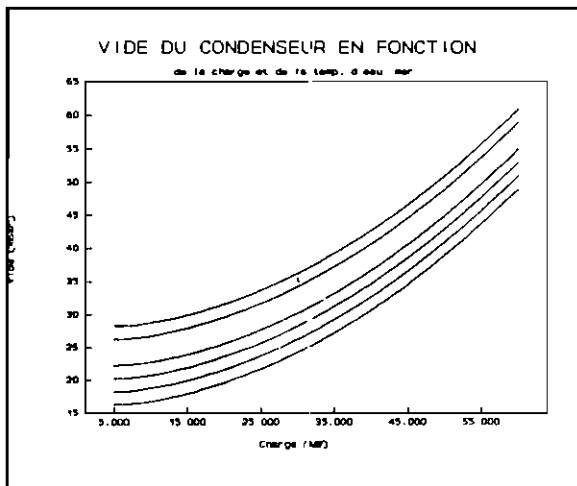


Figure 19a: Vide recommandé par le fournisseur en fonction de la charge

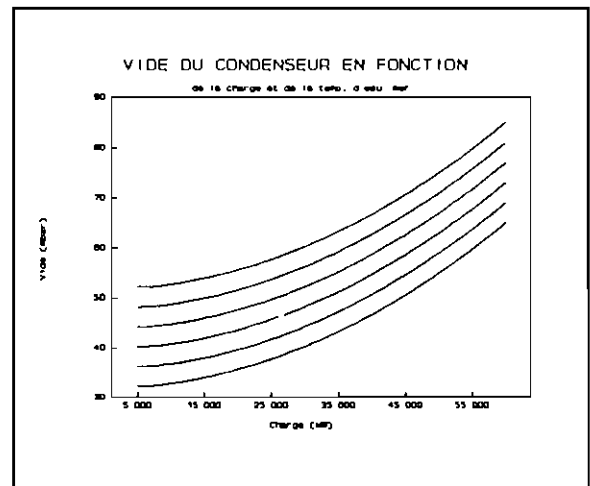


Figure 19b: Vide recommandé en fonction de la charge et de la température de l'eau de mer (source DELAS-WEIR)

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

Un lissage par les méthodes de quasi-Newton permet d'obtenir le résultat suivant:

$$Vide = 0,009 \cdot Charge^2 + 6.182/Charge + 1.527 \cdot \log(Charge) + 2. (Te-20)$$

En se basant donc sur ces modèles, nous avons essayé de construire un modèle réel du process avec le logiciel SYSTAT. Les résultats obtenus sont les suivants:

VARIABLE A EXPLIQUER : **VIDE**

SOURCE	SOMME DES CARRES	DEGRE DE LIB.	MOY. DES CARRES
RÉGRESSION	1610493.568	3	536831.189
ERREUR	36360.620	150	242.404

TABLEAU 5a

TOTAL	1646854.265	153
CORRIGE	91849.731	152

R MULTIPLE BRUT	(1-ERREUR/TOTAL)	=	0.978
R MULTIPLE CORRIGE	(1-ERREUR/CORRIGE)	=	0.604

PARAMETRE	ESTIMATION	INF	<95%>	SUP.
A0	0.262	0.013		0.512
A2	11.626	5.699		17.554
A3	2.558	2.153		2.962

TABLEAU 5b

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

Ce qui se traduit par la relation:

$$Vide = 0,262 \cdot Charge \cdot \left(\frac{T_v - T_c}{T_s - T_e} \right)^{1,5} + 11,626 \cdot T_v / T_e + 2,58 \cdot T_s$$

Ces modèles trouvés sont valables, dans les conditions de l'intervalle de confiance de 95% avec les variations suivantes pour les autres paramètres qui y interviennent

	MIN.	MAX.
Température de l'eau de mer (Te)	16,20	32,50
Température de sortie de l'eau de mer (Ts)	21,41	52,55
Température des vapeurs entrée du cond. (Tv)	33,82	86,01
Température du condensat (Tc)	27,50	62,60
La différence de température Ts-Te	03,92	35,97
La différence de température Tv-Tc	00,76	27,90
La différence de température Tv-Ts	06,03	35,60

PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ ET ANALYSE STATISTIQUE

4.5°) STABILITÉ.

L'analyse de stabilité permet d'examiner le changement des paramètres du modèle suite à de "petites" perturbations des entrées. Une approche pour effectuer une analyse de stabilité consiste à éliminer tour à tour chaque observation et à observer l'effet produit sur les paramètres du modèle ou même sa structure. Cette analyse permet de mesurer l'effet de chaque observation sur le modèle.

Dans le cas présent, l'analyse de l'erreur type de l'estimation de chaque paramètre qui permet en fait de quantifier le degré de variation possible associé à chaque paramètre obtenu (Voir les tableaux 1 3 5) nous permet de conclure que les modèles trouvés sont effectivement stables dans les domaines fixés au tableau 7.

CHAPITRE 5

MINI-LOGICIEL D'ACQUISITION
ET DE SUIVI DU CONDENSEUR

MINI-LOGICIEL D'ACQUISITION ET D'AIDE A LA SURVEILLANCE ASSISTÉE

Dans l'industrie, la notion de «temps réel» est étroitement liée à la nature même du processus. Que celui-ci soit continu ou discontinu, complexe ou non, rapide ou lent, la notion de «temps réel» change du tout au tout.

Le système ou l'utilisateur doivent être capables de répondre à une sollicitation du processus sous contrôle dans des délais qui soient compatibles avec celui-ci; si ce n'est pas fait, cela peut entraîner de graves perturbations dans le processus, voire l'endommager définitivement. Pour s'en convaincre, il suffit de considérer l'exemple d'une centrale nucléaire (l'exemple de Tchernobyl est à cet égard édifiant), pour laquelle, même si le processus est très lent -des centaines d'heures par exemple- il faut pouvoir acquitter les alarmes à temps.

Dans cet exemple, se pose le problème de la sécurité, avec en cas d'«incidents» la possible destruction de la centrale, sans parler des éventuelles atteintes à l'environnement et aux personnes.

Dans le cas qui fait l'objet de notre étude, un mauvais fonctionnement d'un élément de la chaîne de production de vapeur entraînerait, du point de vue consommation spécifique, de grandes pertes économiques.

Quel que soit le processus industriel sous surveillance, la notion de temps réel est la même.

MINI-LOGICIEL D'ACQUISITION ET D'AIDE A LA SURVEILLANCE ASSISTÉE

Elle se résume facilement en quelques lignes :

- Le système de surveillance ou de contrôle doit pouvoir prendre en compte les interruptions "non prévues" en provenance du processus. Celles-ci peuvent provenir des capteurs, de sous-systèmes en défaillance, etc...

- Le système doit, juste après avoir pris en compte ces interruptions, sauvegarder la configuration dans laquelle il se trouve à ce moment-là, afin de pouvoir la retrouver une fois les problèmes réglés. Le système doit enfin changer de configuration (changement de contexte), afin d'être à même de traiter les interruptions reçues : ouvrir ou fermer des vannes, acquitter des alarmes, etc...

- Une fois les problèmes réglés, le système doit revenir à sa configuration initiale, afin de poursuivre son contrôle.

Dans le cadre de cette étude, nous nous limiterons, à du diagnostic en temps réel avec la carte d'acquisition **CIO-AD08** de ComputerBoards, inc. qui possède huit (8) entrées analogiques, trois (3) entrées numériques et quatre (4) sorties numériques, deux (2) entrées horloge, trois (3) sortie horloge et un interface de communication parallèle le PIO-12, ou en différé du process sur des fichiers recueillis par le module d'acquisition **SAM** de la centrale du Cap des Biches.

MINI-LOGICIEL D'ACQUISITION ET D'AIDE A LA SURVEILLANCE ASSISTÉE

Le programme en fait automatise certains des calculs effectués dans le projet avec les équations des modèles trouvés .

Au démarrage apparaît l'écran suivant

- Fichier Acquisition Contrôle Simulation Traitement Option 09:34:51

Ensuite le choix - permet d'avoir le copyright qui s'affiche alors comme suit:

- Fichier Acquisition Contrôle Simulation Traitement Option 09:38:

```
[■]===== A propos de ... =====  
  
-- HERMES --  
Logiciel de suivi du condenseur  
Par Patrick Sam. ACCROMBESSY  
Copyright (c) 1992  
École Polytechnique de Thies  
  
OK
```

MINI-LOGICIEL D'ACQUISITION ET D'AIDE A LA SURVEILLANCE ASSISTÉE

Les options disponibles étant affichées en haut de l'écran.

L'option **Acquisition** permet par le choix des canaux et des fréquences de lectures, l'acquisition des mesures.

- Fichier Acquisition Contrôle Simulation Traitement Option 09:35:

Canaux analogiques	Ctrl-F5
Etalonnage CA	Ctrl-F6
Canaux digitaux	F5
Fréquence	F6
Visualisation	
Sauvegarde	Alt-F3
Impression	
Exécution	

- Fichier Acquisition Contrôle Simulation Traitement Option 09:36:

[■] Choix des Canaux Analogiques	
[x]	Canal 1
[]	Canal 2
[x]	Canal 3
[]	Canal 4
[]	Canal 5
[]	Canal 6
[]	Canal 7
[x]	Canal 8
Ok	
Annuler	

MINI-LOGICIEL D'ACQUISITION ET D'AIDE A LA SURVEILLANCE ASSISTÉE

L'option **Simulation** permet de simuler l'évolution ou de comparer

- Fichier Acquisition Contrôle Simulation Traitement Option 09:36:5

Modèle Réel	F6
Modèle Recommandé	F5
Process	Ctrl-F5

L'option traitement permet de faire quelques traitements élémentaires en temps différé sur les données recueillies par le logiciel.

- Fichier Acquisition Contrôle Simulation **Traitement** Option 09:37:

Fichier	F3
Moyennes	Ctrl-F5
Variances	F5
Écart-types	F6
Coefficients	F7
Corrélations	Alt-F3

L'option contrôle qui y est inscrite n'est pas encore opérationnell

CHAPITRE 6

CONCLUSION & PROPOSITIONS

CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous ferons d'abord remarquer l'économie que permettra de réaliser le contrôle du vide du condenseur. En effet, les écarts observés entre les pressions recommandées par le constructeur (DELAS-WEIR) et les pressions de fonctionnement sont relativement élevés et correspondent, comme nous avons essayé de le chiffrer à de pertes de fuel allant d'une à quelques dizaines de tonnes par jour. Le prix de la tonne étant d'environ 50.000 FCFA (source SÉNÉLEC), on imagine facilement l'intérêt que revêt ce projet.

L'analyse des mesures effectuées du 15 au 27 Mai 1992 permet, comme l'indiquent les figures suivantes,

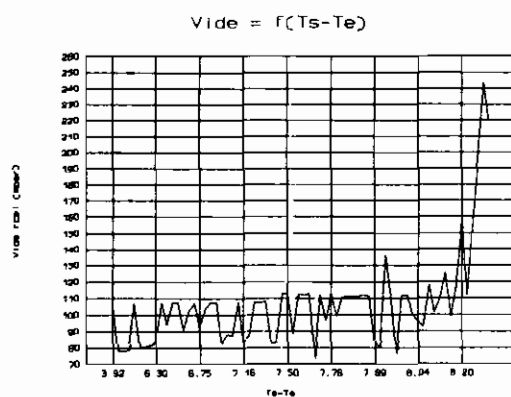


Figure 20: Vide = $f(T_s - T_e)$

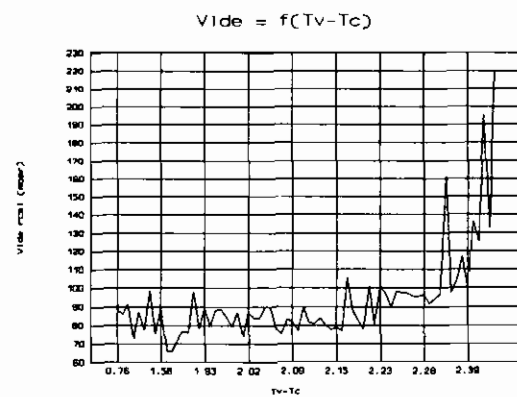


Figure 21: Vide = $f(T_v - T_c)$

de conclure:

CONCLUSION

- qu'une température d'eau de mer élevée est source de mauvais vide sans pour autant le déterminer complètement.

Elle entraîne aussi une baisse de l'échange thermique au niveau de condenseur et donc affaiblit le rendement;

- qu'une élévation de la différence de température de sortie et d'entrée de l'eau de mer provoque une élévation du vide, ce qui n'est pas souhaité.

En outre, on remarque par l'observation des mesures (voir les annexes A3), que le coefficient de salissure est un paramètre qui baisse quand la différence de température entre la vapeur échappement basse pression et l'eau de mer sortie du condenseur augmente.

Les calculs effectués ont montré que la pression correspondante à la température de la vapeur saturée à l'intérieur du condenseur ne correspond ni aux prescriptions du constructeur, ni aux conditions actuelles de fonctionnement; cela peut paraître surprenant mais en fait, la prescription du constructeur correspond à des niveaux de charge, de température d'eau de mer et de propreté du condenseur donnés. Il faudra donc prendre ces données du constructeurs comme consigne pour l'entrée d'un système de régulation de débit de l'eau de mer pour abaisser la température de la vapeur saturée à la température correspondant à la pression du constructeur. Ceci nous amène à proposer un système de pompes à vitesses variables où de vannes motorisées pour contrôler le débit

CONCLUSION

de l'eau de mer et contrôler ainsi l'échange thermique qui s'effectue au niveau du condenseur.

Il serait judicieux de faire une étude générale sur les autres sous-systèmes du système de production de l'énergie électrique en analysant les données sur toute une année pour avoir des modèles plus riches et plus représentatifs de la réalité du fonctionnement de la centrale.

La modélisation et les systèmes d'acquisition sont d'une grande utilité lorsque l'on veut faire de la simulation, établir ou vérifier des lois physiques. Vus sous cet angle, ils représentent un outil indispensable aux laboratoires de recherche.

ANNEXES

Annexe A. TABLEAUX DE CORRELATIONS (METHODE DE PEARSON)

TABLEAU DES CORRELATIONS FICHIER 1505.TRI (15 MAI 1992)

	Vide	Charge	Coef. salissure	Débit fuel	TC	TE	TS	TSTE	TV	TVTC	TVTS
Vide	1.000										
Charge	0.043	1.000									
Coef. salissure	0.408	0.534	1.000								
Débit fuel	0.081	0.993	0.513	1.000							
TC	0.218	0.541	0.243	0.536	1.000						
TE	-0.073	-0.287	0.086	-0.316	0.473	1.000					
TS	0.735	0.187	0.530	0.195	0.689	0.508	1.000				
TSTE	0.886	0.446	0.547	0.479	0.385	-0.251	0.706	1.000			
TV	0.142	0.846	0.265	0.857	0.847	0.007	0.423	0.470	1.000		
TVTC	-0.107	0.660	0.083	0.689	-0.119	-0.793	-0.382	0.222	0.427	1.000	
TVTS	-0.489	0.680	-0.207	0.683	0.251	-0.428	-0.437	-0.139	0.630	0.751	1.000

TABLEAU DES CORRELATIONS FICHIER 1905A.TRI (19 MAI 1992)

	Vide	Charge	Coef. salissure	Débit fuel	TC	TE	TS	TSTE	TV	TVTC	TVTS
Vide	1.000										
Charge	0.735	1.000									
Coef. salissure	0.881	0.801	1.000								
Débit fuel	0.713	0.996	0.797	1.000							
TC	0.552	0.890	0.769	0.911	1.000						
TE	0.273	0.350	0.612	0.388	0.668	1.000					
TS	0.751	0.798	0.950	0.806	0.689	0.783	1.000				
TSTE	0.905	0.904	0.891	0.882	0.723	0.261	0.804	1.000			
TV	0.532	0.921	0.688	0.932	0.961	0.548	0.800	0.719	1.000		
TVTC	-0.165	-0.048	-0.409	-0.090	-0.308	-0.599	-0.459	-0.141	-0.031	1.000	
TVTS	-0.454	0.042	-0.552	0.043	-0.051	-0.484	-0.470	-0.267	0.154	0.709	1.000

TABLEAU DES CORRELATIONS FICHIER 2005.TRI (20 MAI 1992)

	Vide	Charge	Coef. salissure	Débit fuel	TC	TE	TS	TSTE	TV	TVTC	TVTS
Vide	1.000										
Charge	-0.468	1.000									
Coef. salissure	-0.480	0.924	1.000								
Débit fuel	-0.437	0.997	0.894	1.000							
TC	0.422	-0.632	-0.872	-0.577	1.000						
TE	-0.617	0.588	0.409	0.602	-0.112	1.000					
TS	-0.589	0.678	0.478	0.694	-0.130	0.938	1.000				
TSTE	-0.547	0.691	0.490	0.707	-0.133	0.864	0.985	1.000			
TV	0.414	-0.610	-0.858	-0.556	0.998	-0.105	-0.123	0.127	1.000		
TVTC	-0.379	0.687	0.768	0.651	-0.717	0.158	0.170	0.168	-0.675	1.000	
TVTS	0.497	-0.702	-0.908	-0.652	0.986	-0.256	-0.284	-0.285	0.966	-0.680	1.000

TABLEAU DES CORRELATIONS FICHIER 2105.TRI (21 MAI 1992)

	Vide	Charge	Coef. salissure	Débit fuel	TC	TE	TS	TSTE	TV	TVTC	TVTS
Vide	1.000										
Charge	0.876	1.000									
Coef. salissure	0.918	0.929	1.000								
Débit fuel	0.880	0.999	0.938	1.000							
TC	0.998	0.854	0.908	0.859	1.000						
TE	0.744	0.356	0.604	0.372	0.773	1.000					
TS	0.947	0.717	0.874	0.729	0.959	0.906	1.000				
TSTE	0.907	0.993	0.959	0.995	0.889	0.440	0.779	1.000			
TV	0.989	0.937	0.939	0.939	0.981	0.640	0.898	0.956	1.000		
TVTC	0.418	0.794	0.569	0.783	0.373	0.276	0.153	0.734	0.546	1.000	
TVTS	0.517	0.809	0.537	0.794	0.480	-0.181	0.223	0.742	0.629	0.939	1.000

TABLEAU DES CORRELATIONS FICHIER 2305.TRI (23 MAI 1992)

	Vide	Charge	Coef. salissure	Débit fuel	TC	TE	TS	TSTE	TV	TVTC	TVTS
Vide	1.000										
Charge	-0.508	1.000									
Coef. salissure	-0.021	0.366	1.000								
Débit fuel	-0.457	0.997	0.352	1.000							
TC	0.861	-0.409	0.444	-0.376	1.000						
TE	0.626	-0.371	0.665	-0.360	0.923	1.000					
TS	0.709	-0.418	0.583	-0.401	0.963	0.983	1.000				
TSTE	0.576	0.331	-0.306	-0.293	0.401	0.111	0.293	1.000			
TV	0.924	-0.590	-0.365	-0.535	0.646	0.350	0.463	0.679	1.000		
TVTC	0.381	-0.378	0.899	0.338	-0.112	-0.425	0.316	0.502	0.686	1.000	
TVTS	0.054	-0.070	-0.923	-0.042	-0.450	-0.726	-0.647	0.278	0.377	0.920	1.000

Annexe A. (suite)

TABLEAU DES CORRELATIONS FICHIER 2505.TRI (25 MAI 1992)

	Vide	Charge	Coef. assurance	Débit fuel	TC	TE	TS	TSTE	TV	TVTC	TVTS
Vide	1.000										
Charge	-0.508	1.000									
Coef. assurance	-0.021	0.366	1.000								
Débit fuel	-0.457	0.997	0.352	1.000							
TC	0.861	-0.409	0.444	-0.376	1.000						
TE	0.626	-0.371	0.665	-0.360	0.923	1.000					
TS	0.709	-0.418	0.583	-0.401	0.963	0.983	1.000				
TSTE	0.576	-0.331	-0.306	-0.293	0.401	0.111	0.293	1.000			
TV	0.924	-0.590	-0.365	-0.535	0.646	0.350	0.463	0.679	1.000		
TVTC	0.381	-0.378	-0.899	-0.338	-0.112	-0.425	-0.316	0.502	0.686	1.000	
TVTS	0.054	-0.070	-0.923	-0.042	-0.450	-0.726	-0.647	0.278	0.377	0.920	1.000

TABLEAU DES CORRELATIONS FICHIER 2605.TRI (26 MAI 1992)

	Vide	Charge	Coef. assurance	Débit fuel	TC	TE	TS	TSTE	TV	TVTC	TVTS
Vide	1.000										
Charge	-0.636	1.000									
Coef. assurance	-0.715	0.962	1.000								
Débit fuel	-0.565	0.993	0.938	1.000							
TC	0.977	-0.553	-0.625	-0.476	1.000						
TE	-0.179	0.578	0.595	0.603	0.001	1.000					
TS	0.928	-0.496	-0.525	-0.425	0.970	0.084	1.000				
TSTE	0.959	-0.685	-0.719	-0.627	0.935	-0.278	0.934	1.000			
TV	0.874	-0.848	-0.850	-0.792	0.834	0.314	0.804	0.888	1.000		
TVTC	0.488	-0.863	-0.796	-0.847	0.398	-0.523	0.378	0.552	0.838	1.000	
TVTS	0.484	-0.869	-0.844	-0.850	0.377	0.587	0.299	0.500	0.808	0.971	1.000

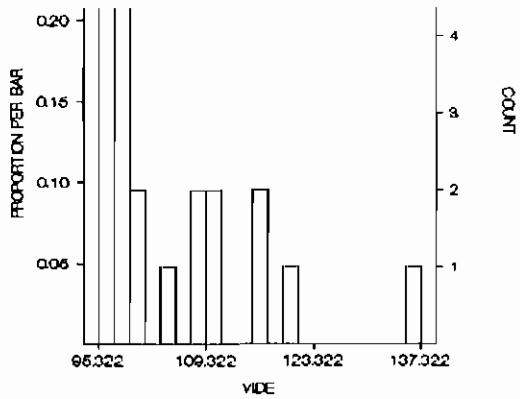
TABLEAU DES CORRELATIONS FICHIER 2705.TRI (27 MAI 1992)

	Vide	Charge	Coef. assurance	Débit fuel	TC	TE	TS	TSTE	TV	TVTC	TVTS
Vide	1.000										
Charge	-0.115	1									
Coef. assurance	-0.254	0.241	1.000								
Débit fuel	-0.112	0.973	0.209	1.000							
TC	0.916	-0.116	0.046	-0.116	1.000						
TE	0.505	-0.386	0.543	-0.402	0.734	1.000					
TS	0.454	-0.063	0.695	-0.067	0.728	0.935	1.000				
TSTE	-0.115	0.882	0.455	0.913	0.022	-0.127	0.233	1.000			
TV	0.956	0.141	-0.178	0.148	0.910	0.424	0.475	0.165	1.000		
TVTC	-0.318	0.544	-0.451	0.558	-0.604	-0.913	-0.800	0.265	-0.220	1.000	
TVTS	0.148	0.167	-0.903	0.177	-0.191	-0.758	-0.796	-0.148	0.154	0.747	1.000

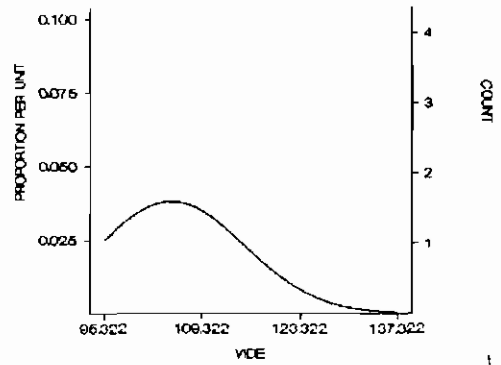
TABLEAU DES CORRELATIONS FICHIER 2805.TRI (28 MAI 1992)

	Vide	Charge	Coef. assurance	Débit fuel	TC	TE	TS	TSTE	TV	TVTC	TVTS
Vide	1.000										
Charge	-0.194	1.000									
Coef. assurance	-0.421	0.387	1.000								
Débit fuel	-0.068	0.951	0.342	1.000							
TC	0.656	0.073	-0.036	0.237	1.000						
TE	0.062	0.035	0.546	0.154	0.702	1.000					
TS	0.679	0.003	0.270	0.141	0.865	0.714	1.000				
TSTE	0.858	-0.038	-0.310	0.003	0.316	-0.265	0.485	1.000			
TV	0.765	0.158	-0.196	0.323	0.960	0.505	0.793	0.462	1.000		
TVTC	0.337	0.289	0.556	0.282	-0.204	-0.728	-0.308	0.487	0.080	1	
TVTS	-0.065	0.211	-0.709	0.211	-0.104	-0.478	-0.552	-0.163	0.070	0.613	1

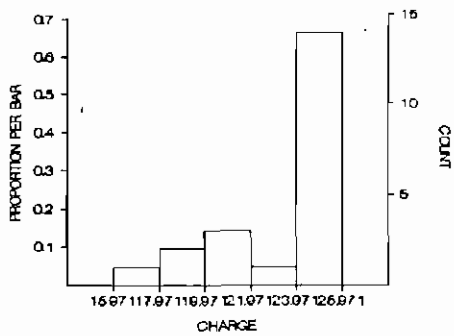
Annexe A1 (Distribution des Variables Vide, Charge et Temp. eau de mer)



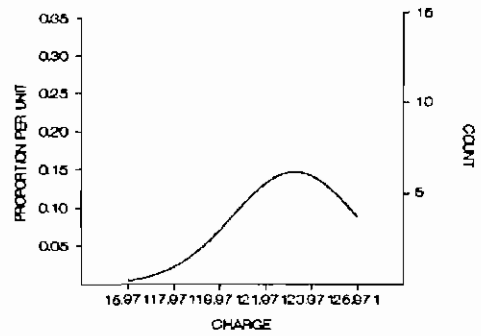
histogramme des frequences



approximation à la loi normale

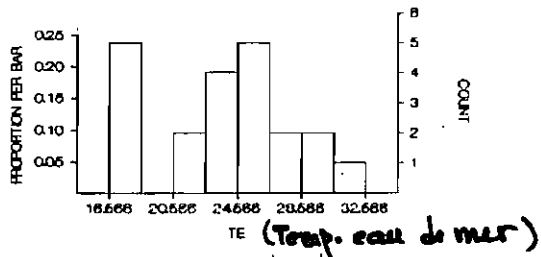


histogramme des frequences

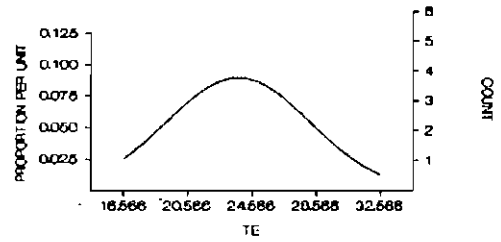


approximation à la loi normale

Annexe A1 (suite et fin)

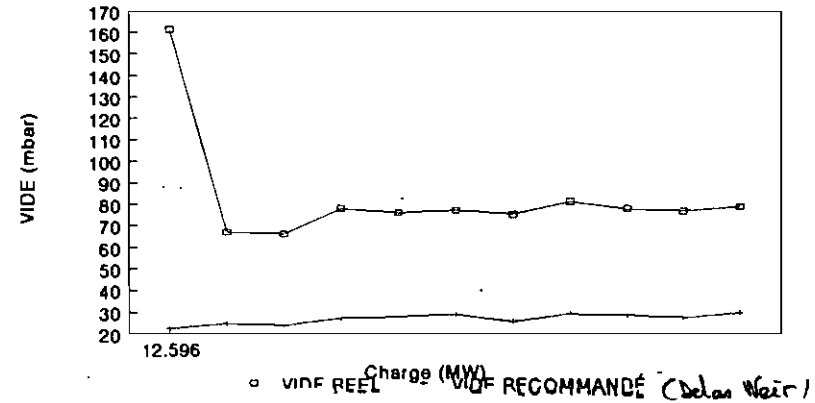
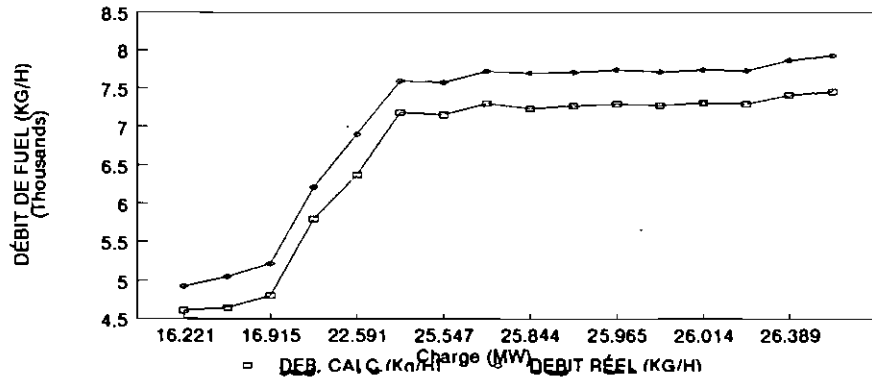
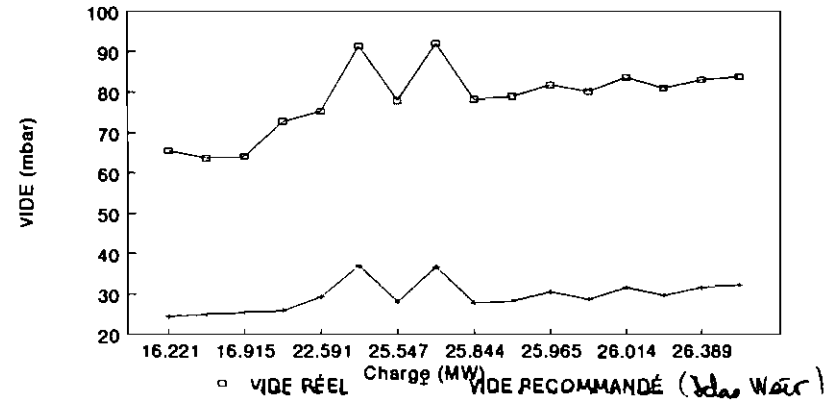
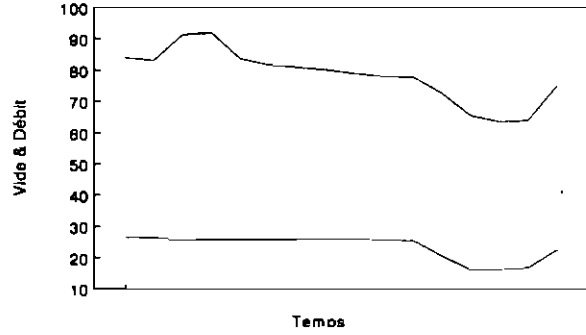


TE (Temp. eau de mer)
Histogramme des fréquences

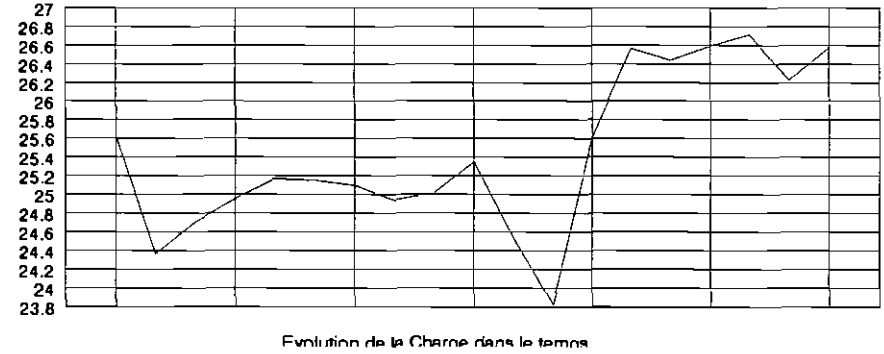
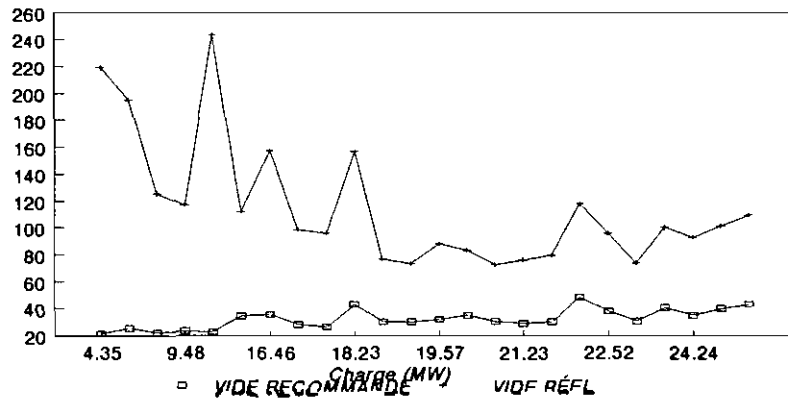
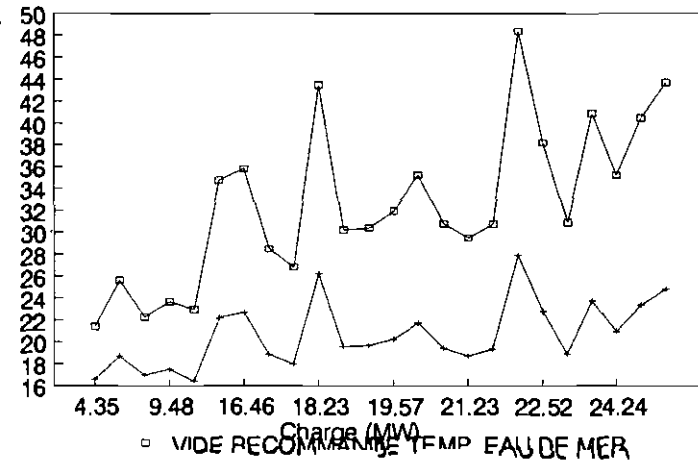
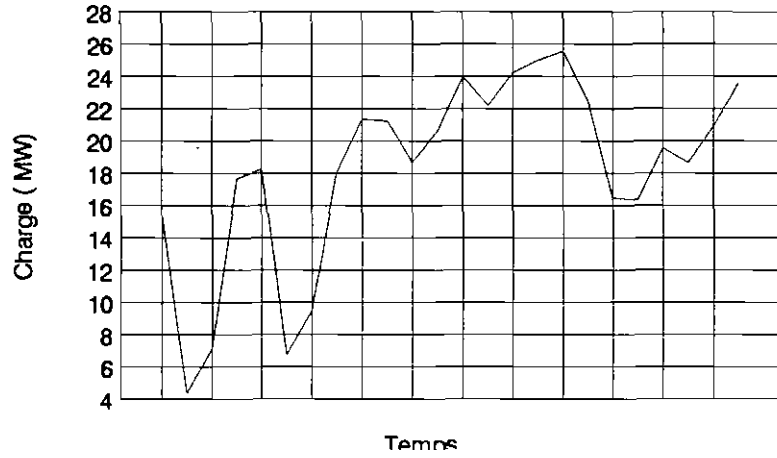


approximation à la loi normal

Annexe A2
 (Comparaison des paramètres réels et des paramètres recommandés par le constructeur)
 © SÉNÉLEC/EPT

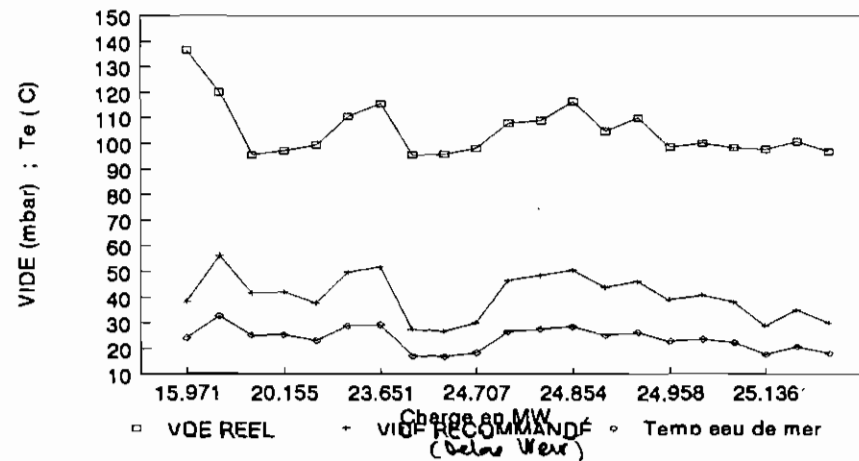
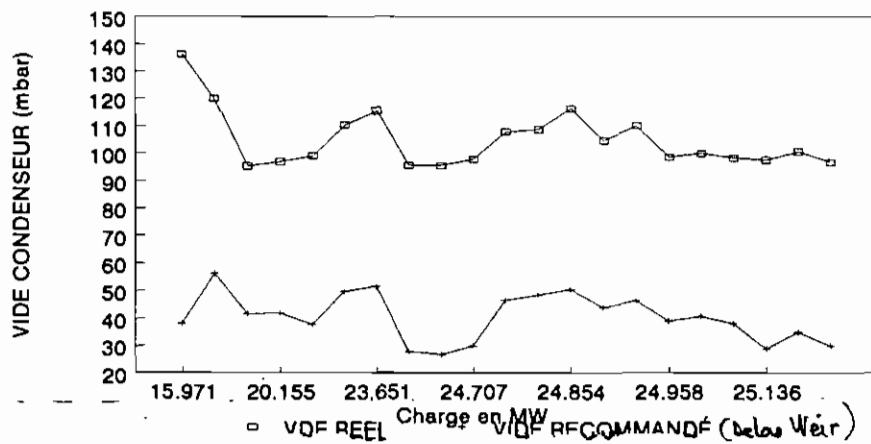
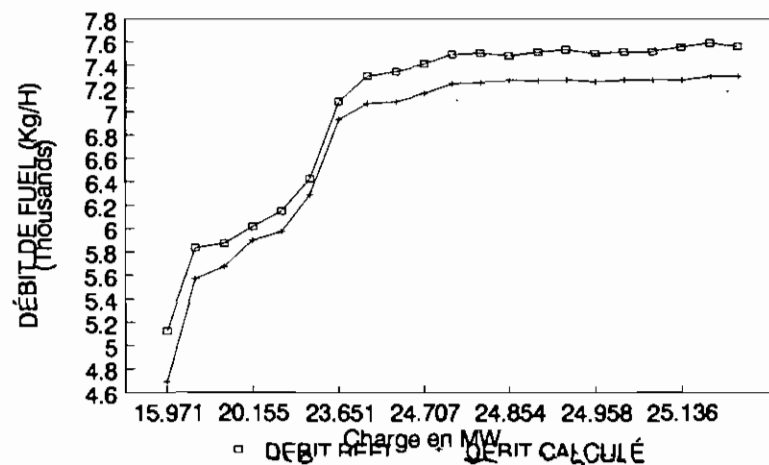
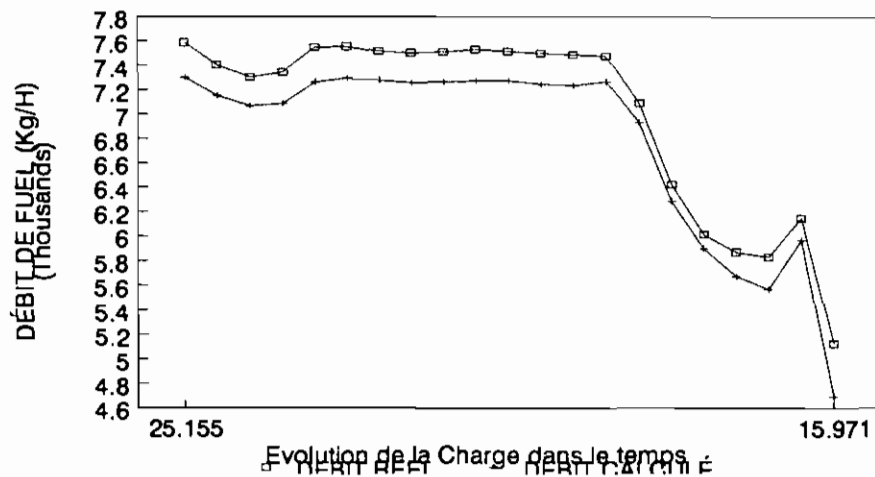


Evolution de la charge dans le temps



Evolution de la Charge dans le temps

Annexe A2 (suite et fin)



Annexe A3
Tableau des résultats de régression multiple et calculs des pertes dues aux écarts de fonctionnement actuels

EXTRAIT DU FICHIER 1505.TRI (15 MAI 1992)
 DUREE D'ACQUISITION : 15 HEURES

Surface (m²) = 1636
 Débit d'eau de refroidissement (kg/h) = 6000000
 Débit nominal de vapeur à condenser (kg/h) = 89805

Débit calculé (g/Kwh)	Débit fuel (Kg/h)	Vide recommandé Delas-WEIR	Vide théorique	Vide réel (mbar)	Charge (MW)	Te (°C)	Ts (°C)	Tv (°C)	Tc (°C)	Cs	Ts-Te (°C)	Tv-Te (°C)	Tv-Ts (°C)	Flux évacué (kJ/h)	DTLM (°C)	U (kJ/h.m².°C)
3086.86	4767.00	23.74	59.18	99.85	11.68	17.34	22.43	44.33	30.38	0.27	5.10	13.95	21.90	7.75E+07	17.09	2770.71
6789.56	7888.60	32.73	51.44	112.80	26.85	19.08	27.31	38.53	36.09	0.77	8.24	2.44	11.22	1.78E+08	13.92	7821.44
6795.65	7906.10	33.32	51.69	150.00	26.84	19.37	27.31	38.72	36.37	0.77	7.93	2.35	11.42	1.78E+08	14.02	7759.85
6311.06	7218.90	31.71	49.87	112.80	24.88	19.04	27.31	37.35	35.12	0.78	8.27	2.24	10.04	1.65E+08	12.82	7865.80
6767.15	7947.20	33.55	52.09	85.00	26.70	19.52	27.29	39.02	36.75	0.75	7.77	2.27	11.73	1.77E+08	14.30	7570.80
5321.56	6489.20	31.09	55.38	112.80	20.72	19.62	27.28	41.48	39.77	0.49	7.66	1.71	14.20	1.37E+08	17.00	4939.70
5560.68	6404.80	30.29	48.37	112.80	21.78	19.01	27.29	36.23	34.13	0.74	8.28	2.10	8.94	1.44E+08	11.76	7505.44
4051.52	5002.40	29.40	65.20	100.00	15.43	19.68	27.31	48.84	47.38	0.25	7.63	1.45	21.53	1.02E+08	24.49	2555.01
4915.17	5737.10	29.23	49.22	112.80	19.11	18.99	27.26	36.87	34.81	0.61	8.26	2.06	9.61	1.27E+08	12.46	6215.83
6621.21	7822.20	32.14	50.72	111.50	26.17	18.95	27.26	37.99	35.43	0.78	8.31	2.56	10.73	1.74E+08	13.40	7915.21
5310.71	5966.30	29.70	46.62	111.00	20.76	18.92	27.24	34.92	32.95	0.79	8.32	1.97	7.68	1.38E+08	10.54	7982.90
4750.61	5533.50	28.76	49.03	110.00	18.44	18.88	27.20	36.73	34.79	0.59	8.32	1.94	9.53	1.22E+08	12.45	6003.66
4593.31	5384.90	28.70	50.49	110.00	17.77	18.96	27.15	37.82	36.31	0.52	8.19	1.51	10.67	1.18E+08	13.74	5244.66
5047.29	5875.30	29.40	45.24	112.80	19.66	18.98	27.13	33.89	31.86	0.83	8.15	2.03	6.76	1.30E+08	9.50	8390.70
4309.85	5388.00	29.70	66.81	121.00	16.51	19.67	27.24	50.05	48.42	0.26	7.57	1.63	22.80	1.09E+08	25.66	2608.13
4220.30	5334.40	29.29	66.51	112.80	16.16	19.52	27.15	49.82	48.26	0.25	7.64	1.56	22.67	1.07E+08	25.59	2559.44

STATISTIQUES DES MESURES

MOYENNE
 DISPERSION (ÉCART TYPE)
 MAX
 MIN
 SOMME

5278.28	6291.62	30.17	53.62	111.75	20.59	19.09	26.95	40.16	37.43	0.59	7.85	2.74	13.21	1.37E+08	15.55	5981.83
1091.25	1085.56	2.29	6.79	12.64	4.50	0.54	1.17	5.09	5.49	0.21	0.76	2.92	5.45	2.99E+07	5.03	2169.67
6795.65	7947.20	33.55	66.81	150.00	26.85	19.68	27.31	50.05	48.42	0.83	8.32	13.95	22.80	1.78E+08	25.66	8390.70
3086.86	4767.00	23.74	45.24	85.00	11.68	17.34	22.43	33.89	30.38	0.25	5.10	1.45	6.76	7.75E+07	9.50	2555.01
84452.48	100665.90	482.77	857.88	1787.95	329.44	305.51	431.15	642.59	598.81	9.44	125.64	43.78	211.44	2.18E+09	248.74	95709.29

MOYENNE TOTALE DE LA CONSOMMATION DE FULE PENDANT CES 15 HEURES :
 MOYENNE TOTALE DE LA CONSOMMATION D'APRES LE MODELE :

100665.9
 84452.48

PERTES DE FUEL DUES A CET ECART DE FONCTIONNEMENT : 16213.4213 Kg

U = Coefficient d'échange global
 Cs = Coefficient de saillure
 DTLM = Différence de température logarithmique moyenne
 Te = Température entré eau de mer
 Ts = Température sortie eau de mer
 Tv = Température vapeur échappement Basse pression
 Tc = Température eau extraction condenseur
 Flux à évacuer = Flux à évacuer par le condenseur

Sortie de la Regression multiple linéaire	
Constante	0.00
Écart type d'estimation sur Y = Débit	225.52
R multiple au carré	0.96
Nombre d'observations	16.00
Degrés de liberté	14.00
X1 = Vide réel X2 = Charge (mbar) (MW)	
Coefficient(s) de(s) X	14.06 235.74
Écart type des coefficients	2.44 11.87

Sortie de la Regression multiple linéaire						
Constante	0.00					
Écart type d'estimation sur Y = Vide	0.35					
R multiple au carré	0.99					
Nombre d'observations	16.00					
Degrés de liberté	10.00					
X1 = Charge X2 = Te X3 = Ts X4 = Tv X5 = Tc X6 = Cs (MW) (°C) (°C) (°C) (°C)						
Coefficient(s) de(s) X	-0.04	1.57	2.94	2.03	-2.26	-5.14
Écart type des coefficients	0.05	0.58	0.38	0.08	0.07	2.19

Annexe A3 (suite)

EXTRAIT DU FICHIER 2505.TRI (25 MAI 1992)
DURÉE DE L'ACQUISITION : 20 HEURES

U_{propre} (kJ/h.m² °C) = 10135.5
 Surface (m²) = 1636
 Débit d'eau de refroidissement (kg/h) = 6000000
 Débit nominal de vapeur à condenser (kg/h) = 89805

Débit fuel calculé	Débit fuel (kg/h)	Vide recommandé	Vide (mbar)	Charge (MW)	Tc (°C)	Ts (°C)	Tv (°C)	Tc (°C)	Cs	Tr-Te (°C)	Tv-Tc (°C)	Tv-Ts (°C)	Flux à évacuer (kJ/h)	DTLM (°C)	U (kJ/h.m ² .°C)	
4692.77	5125.7	38.07	136.35	15.971	23.936	34.169	60.26	45.288	0.27	10.23	14.97	26.09	1.06E+08	23.64	2738.55	
5570.85	5834.7	56.15	119.9	18.817	32.504	39.734	47.588	46.255	0.71	7.23	1.33	7.85	1.25E+08	10.53	7245.28	
5674.28	5871.7	41.45	95.322	19.371	25.054	31.615	42.361	40.051	0.61	6.56	2.31	10.75	1.28E+08	12.75	6157.40	
5899.28	6018	41.87	96.975	20.155	25.119	31.835	42.825	40.71	0.61	6.72	2.12	10.99	1.34E+08	13.16	6210.34	
5970.01	6147.3	37.65	99.198	20.458	22.952	32.716	43.254	40.991	0.59	9.76	2.26	10.54	1.36E+08	13.95	5943.48	
6289.00	6422.8	49.68	110.55	21.421	28.773	35.965	45.597	43.928	0.70	7.19	1.67	9.63	1.42E+08	12.19	7126.43	
6932.06	7087.7	51.70	115.6	23.651	29.315	37.102	46.725	44.975	0.76	7.79	1.75	9.62	1.57E+08	12.40	7733.84	
7069.18	7306.3	27.56	95.546	24.446	17.064	24.177	42.673	37.375	0.50	7.11	5.30	18.50	1.62E+08	19.39	5111.21	
7087.86	7345.7	26.60	95.493	24.524	16.566	23.643	42.661	37.076	0.50	7.08	5.59	19.02	1.63E+08	19.75	5032.71	
7152.17	7405.8	29.88	97.854	24.707	18.165	25.471	43.17	38.344	0.52	7.31	4.83	17.70	1.64E+08	18.91	5296.20	
7234.41	7488.6	46.39	107.84	24.781	26.401	34.402	45.35	43.301	0.72	8.00	2.05	10.95	1.64E+08	13.71	7327.94	
7244.54	7498.4	48.43	108.78	24.79	27.419	35.312	45.569	43.649	0.76	7.89	1.92	10.26	1.64E+08	13.02	7721.16	
7270.56	7476.8	50.53	116.45	24.854	28.455	36.521	46.894	44.967	0.75	8.07	1.93	10.37	1.65E+08	13.21	7629.92	
7263.16	7511.8	43.84	104.79	24.915	25.095	32.856	44.539	41.984	0.71	7.76	2.55	11.68	1.65E+08	14.13	7150.00	
7272.56	7532.4	46.14	109.98	24.918	26.248	34.174	45.748	43.657	0.70	7.93	2.09	11.57	1.65E+08	14.29	7067.28	
7257.44	7503.5	38.99	98.516	24.958	27.659	30.37	43.346	40.608	0.65	7.71	2.74	12.98	1.66E+08	15.33	6600.78	
7271.95	7514.7	40.67	99.918	24.987	23.495	31.293	43.679	41.024	0.67	7.80	2.66	12.39	1.66E+08	14.81	6840.20	
7276.45	7515.6	38.04	98.343	25.037	22.168	29.752	43.272	40.113	0.64	7.58	3.16	13.52	1.66E+08	15.63	6494.59	
7270.48	7552.9	28.81	97.721	25.136	17.532	24.892	43.185	38.014	0.52	7.36	5.17	18.29	1.67E+08	19.37	5261.57	
7298.67	7586.6	34.96	100.75	25.155	20.6	28.1	43.9	39.9	0.58	7.50	4.00	15.80	1.67E+08	17.49	5830.05	
7301.30	7561	29.98	96.901	25.229	18.092	25.55	43.037	38.339	0.54	7.46	4.70	17.49	1.67E+08	18.83	5430.66	
STATISTIQUES DES MESURES																
MOYENNE	6776.14	7014.67	40.35	104.89	23.25	23.70	31.41	45.03	41.45	0.62	7.72	3.58	13.62	1.54E+08	15.55	6283.31
DISPERSION (ECART TYPE)	746.12	741.89	8.37	10.23	2.64	4.36	4.53	3.73	2.73	0.12	0.84	2.87	4.34	1.75E+07	3.24	1177.65
MAX	7301.30	7586.60	56.15	136.35	25.23	32.50	39.73	60.26	46.26	0.76	10.23	14.97	26.09	1.67E+08	23.64	7733.84
MIN	4692.77	5125.70	26.60	95.32	15.97	16.57	23.64	42.36	37.08	0.27	6.56	1.33	7.85	1.06E+08	10.53	2738.55

MOYENNE TOTALE DE LA CONSOMMATION DE FUEL PENDANT CES 20 HEURES (Kg) : 147308.00
 MOYENNE TOTALE DE LA CONSOMMATION PRÉVUE D'APRES LE MODELE (Kg) : 142298.97

PERTES DE FUEL DUES A CET ECART DE FONCTIONNEMENT : 5009.03 Kg

U = Coefficient d'échange global
 Cs = Coefficient de salissure
 DTLM = Différence de température logarithmique moyenne
 Te = Température entrée eau de mer
 Ts = Température sortie eau de mer
 Tv = Température vapeur échappement basse pression
 Tc = Température eau extraction condenseur
 Flux à évacuer = Flux à évacuer au niveau du condenseur

Sortie de la Regression multiple		
Constante		0.000
Écart type d'estimation sur Y = DÉBIT		45.300
R _{ajusté} au carré		0.997
Nombre d'observations		21.000
Degrés de liberté		19.000
	X1 = Vide (mbar)	X2 = Charge (MW)
Coefficient(s) de(s) X	3.705	284.999
Écart type des coefficients	0.516	2.323

Sortie de la Regression multiple						
Constante						0.000
Écart type d'estimation sur Y = VIDE						2.430
R _{ajusté} au carré						0.960
Nombre d'observations						21.000
Degrés de liberté						15.000
	X1 = Charge (MW)	X2 = Te (°C)	X3 = Ts (°C)	X4 = Tv (°C)	X5 = Tc (°C)	X6 = Cs
Coefficient(s) de(s) X	2.442	2.991	0.967	1.335	-1.388	-89.860
Écart type des coefficients	1.380	1.383	1.066	1.071	1.145	62.209

Annexe A3 (suite)

EXTRAIT DU FICHIER 2305.TRI (23 MAI 1992)
DUREE D'ACQUISITION : 12 HEURES

U_{propre} (kJ/h.m².°C) = 10135.3
 Surface (m²) = 1636
 Débit d'eau de refroidissement (kg/h) = 6000000
 Débit nominal de vapeur à condenser (kg/h) = 89803

Débit calculé	Débit fuel	Vide	Vide	Charge	Te	Ts	Tv	Tc	Cs	Ts-Tc	Tv-Tc	Tv-Ts	Flux à évacuer	DTLM	U
	(kg/h)	recommande	(mbar)	(MW)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)		(°C)	(°C)	(°C)	(kJ/h)	(°C)	(kJ/h.m ² .°C)
5196.09	6052.10	23.89	66.25	19.78	16.2	23.1	34.7	31.7	0.59	6.90	3.00	11.60	1.31E+08	13.46	5959.85
2075.48	3651.20	23.29	132.56	7.13	17.49	21.412	54.023	27.503	0.15	3.92	26.52	32.61	4.73E+07	19.14	1509.87
4287.00	5127.00	27.98	77.21	15.86	18.905	24.55	37.668	33.829	0.45	5.65	3.84	13.12	1.05E+08	14.00	4590.88
4926.78	5732.30	27.96	80.63	18.46	18.474	24.647	38.844	34.802	0.48	6.17	4.04	14.20	1.22E+08	15.24	4910.72
5660.52	6551.60	28.84	89.70	21.39	18.36	25.114	41.052	36.321	0.51	6.75	4.73	15.94	1.42E+08	16.93	5122.60
5742.88	6692.50	26.88	104.46	21.84	17.291	24.187	44.59	37.069	0.43	6.90	7.52	20.40	1.45E+08	20.09	4406.73
5700.09	6465.20	25.48	91.52	21.74	16.609	23.331	41.56	35.449	0.47	6.72	6.11	18.23	1.44E+08	18.53	4755.95
5719.30	6498.70	25.50	94.29	21.82	16.603	23.151	42.504	36.136	0.45	6.55	6.37	19.35	1.45E+08	19.44	4549.40
5320.21	6202.40	24.76	97.42	20.24	16.546	22.845	43.02	35.585	0.41	6.30	7.44	20.18	1.34E+08	19.60	4183.60
5603.59	6560.10	25.85	96.48	21.33	16.876	23.412	42.892	35.978	0.44	6.54	6.91	19.48	1.41E+08	19.29	4482.38
6286.36	7230.00	28.74	97.19	23.94	17.77	24.928	43.166	37.911	0.50	7.16	5.25	18.24	1.59E+08	19.17	5062.12
6423.27	7448.20	32.75	100.75	24.27	19.7	27	43.6	39.3	1.86	7.30	4.30	16.60	1.61E+08	18.06	5449.06

STATISTIQUES DES MESURES

MOYENNE	5138.03	6069.37	26.29	93.43	19.41	17.37	23.70	42.18	34.75	0.44	6.32	7.43	18.49	1.29E+08	17.72	4503.28
DISPERSION (ECART TYPE)	1087.64	925.25	1.84	16.17	4.37	0.86	1.05	4.65	2.78	0.10	0.86	6.21	5.30	2.90E+07	2.30	1050.03
MAX	6286.36	7230.00	28.84	132.56	23.94	18.91	25.11	54.02	37.91	0.59	7.16	26.52	32.61	1.59E+08	20.09	5959.85
MIN	2075.48	3651.20	23.29	66.25	7.13	16.20	21.41	34.70	27.50	0.15	3.92	3.00	11.60	4.73E+07	13.46	1509.87

MOYENNE TOTALE DE LA CONSOMMATION DE FUEL PENDANT CES 12 HEURES (Kg): 74211.30
 MOYENNE TOTALE DE LA CONSOMMATION PREVUE D'APRES LE MODELE (Kg): 62941.57

PERTES DE FUEL DUES A CET ECART DE FONCTIONNEMENT: 11269.73 Kg

U = Coefficient d'échange global
 Cs = Coefficient de salissure
 DTLM = Différence de température logarithmique moyenne
 Te = Température entré eau de mer
 Ts = Température sortie eau de mer
 Tv = Température vapeur échappement basse pression
 Tc = Température eau extraction condenseur
 Flux à évacuer = Flux à évacuer au niveau du condenseur

Regression Output:	
Constant	0.00
Std Err of Y Est	141.53
R Squared	0.98
No. of Observations	12.00
Degrees of Freedom	10.00
X Coefficient(s)	13.84 245.95
Std Err of Coef.	1.35 6.34

Regression Output:							
Constant	0.00						
Std Err of Y Est	68.07						
R Squared	1.00						
No. of Observations	12.00						
Degrees of Freedom	5.00						
X Coefficient(s)	13.64	247.22	-55.08	156.07	-5.88	-72.10	18.69
Std Err of Coef.	11.66	55.24	184.99	151.30	39.15	46.14	97.58

Annexe A3 (suite)

EXTRAIT DU FICHIER 1905.TRI (19 MAI 1992)

DUREE D'ACQUISITION : 15 HEURES

U _{propre} (kJ/h.m ² °C) =	10135.5
Surface (m ²) =	1636
Débit d'eau de refroidissement (kg/h) =	600000
Débit nominal de vapeur à condenser (kg/h) =	89805

Débit calculé (kg/h)	Débit fuel (kg/h)	Vide recommandé (Delas-WEIR)	Vide théorique (mbar)	Vide réel (mbar)	Charge (MW)	Te (°C)	Ts (°C)	Tv (°C)	Tc (°C)	Cs	Ts-Te (°C)	Tv-Tc (°C)	Tv-Ts (°C)	Flux à évacuer (kJ/h)	DTLM (°C)	U (kJ/h.m ² .°C)	
4000.74	8131.90	37.93	81.28	112.90	27.02	21.63	30.65	41.35	39.42	0.77	9.02	1.93	10.70	1.79E+08	13.94	7853.99	
3940.68	8226.20	36.71	79.93	112.87	27.12	21.00	30.20	41.00	39.00	0.77	9.20	2.00	10.80	1.80E+08	14.09	7799.40	
3975.51	8144.00	37.35	80.63	112.75	27.11	21.32	30.62	41.18	39.13	0.78	9.30	2.06	10.57	1.80E+08	13.87	7922.96	
3979.94	8169.00	37.34	80.64	112.47	27.18	21.30	30.55	41.19	39.21	0.78	9.25	1.97	10.64	1.80E+08	13.96	7891.35	
3942.63	8083.50	36.95	79.72	112.46	26.96	21.16	30.55	40.94	38.84	0.79	9.39	2.10	10.40	1.79E+08	13.72	7966.75	
3932.09	8107.00	36.36	79.57	112.29	27.28	20.78	30.46	40.90	38.74	0.79	9.68	2.16	10.45	1.81E+08	13.87	7975.04	
3893.95	8092.00	35.53	79.68	112.09	27.39	20.34	30.36	40.93	38.66	0.78	10.02	2.27	10.57	1.82E+08	14.09	7877.90	
3837.51	8109.40	34.40	78.00	111.89	27.48	19.75	30.21	40.48	38.11	0.79	10.45	2.37	10.28	1.82E+08	13.93	7995.78	
3960.83	8263.40	37.05	80.05	111.72	27.14	21.16	30.43	41.03	39.01	0.78	9.27	2.02	10.60	1.80E+08	13.91	7909.14	
3830.34	8110.60	34.29	77.68	111.60	27.47	19.70	30.07	40.40	37.98	0.79	10.38	2.41	10.32	1.82E+08	13.93	7995.67	
3830.39	8105.80	34.29	77.86	111.42	27.46	19.70	29.97	40.45	38.05	0.78	10.27	2.39	10.47	1.82E+08	14.04	7927.13	
3844.15	8120.60	34.50	78.42	111.28	27.50	19.79	29.91	40.60	38.21	0.77	10.11	2.38	10.69	1.82E+08	14.21	7847.25	
3846.18	8107.00	34.58	78.84	111.23	27.46	19.85	29.86	40.71	38.37	0.77	10.01	2.34	10.85	1.82E+08	14.34	7760.10	
3809.46	8065.20	34.34	78.27	111.15	27.13	19.81	29.81	40.56	38.22	0.76	10.00	2.34	10.74	1.80E+08	14.23	7725.09	
3815.37	8056.80	34.38	78.56	111.04	27.18	19.82	29.78	40.64	38.36	0.76	9.96	2.27	10.86	1.80E+08	14.36	7673.05	
3819.57	8079.10	34.35	78.06	110.93	27.26	19.78	29.74	40.50	38.19	0.77	9.96	2.31	10.76	1.81E+08	14.25	7757.56	
STATISTIQUES DES MESURES																	
MOYENNE	3891.21	8123.22	35.65	79.20	111.88	27.26	20.43	30.20	40.80	38.59	0.78	9.77	2.21	10.61	1.81E+08	14.05	7867.39
DISPERSION (ECART TYPE)	66.47	53.81	1.35	1.10	0.66	0.17	0.71	0.31	0.29	0.45	0.01	0.45	0.16	0.18	1.15E+06	0.18	96.92
MAX	4000.74	8263.40	37.93	81.28	112.90	27.50	21.63	30.65	41.35	39.42	0.79	10.45	2.41	10.86	1.82E+08	14.36	7995.78
MIN	3809.46	8056.80	34.29	77.68	110.93	26.96	19.70	29.74	40.40	37.98	0.76	9.02	1.93	10.28	1.79E+08	13.72	7673.05

MOYENNE
DISPERSION (ECART TYPE)
MAX
MIN

MOYENNE TOTALE DE CONSOMMATION DE FUEL PENDANT CES 15 HEURES (Kg): 129971.50
MOYENNE TOTALE DE CONSOMMATION DE FUEL PREVUE PAR LE MODELE (Kg): 62299.36

PERTES DE FUEL DUES A CET ECART DE FONCTIONNEMENT: 67712.14 Kg

U = Coefficient d'échange global
Cs = Coefficient de salissure
DTLM = Différence de température logarithmique moyenne
Te = Température entré eau de mer
Ts = Température sortie eau de mer
Tv = Température vapeur échappement basse pression
Tc = Température eau extraction condenseur
Flux à évacuer = Flux à évacuer au niveau du condenseur

Sortie de la Regression:		
Constante		0.00
Écart type d'estimation sur y = Débit		52.26
R multiple au carré		0.17
Nombre d'observations		16.00
Degrés de liberté		14.00
	Vide recommandé	Charge (MW)
Coefficient(s) de(s) X	55.51	70.16
Écart type des coefficients	10.95	44.96

Sortie de la Regression:						
Constante						0.00
Écart type d'estimation sur y = Vide						0.35
R multiple au carré						0.82
Nombre d'observations						16.00
Degrés de liberté						10.00
	Charge (MW)	Te (°C)	Ts (°C)	Tv (°C)	Tc (°C)	Cs
Coefficient(s) de(s) X	-2.05	-2.02	-1.33	1.07E+00	3.63	84.39
Écart type des coefficients	1.86	1.54	2.07	2.95E+00	3.49	50.60

Annexe A3 (Rn)

EXTRAIT DU FICHIER 1805.TRI (18 MAI 1992)
DUREE D'ACQUISITION : 17 HEURES

U_{propre} (kJ/h.m² °C) = 10135.5
 Surface (m²) = 1636
 Débit d'eau de refroidissement (kg/h) = 6000000
 Débit nominal de vapeur à condenser (kg/h) = 89805

Débit calculé	Débit fuel (kg/h)	Vide recomma Delas WEIR	Vide théorique	Vide (mbar)	Charge (MW)	Te (°C)	Ts (°C)	Tv (°C)	Tc (°C)	Ca	Ts-Te (°C)	Tv-Tc (°C)	Tv-Ts (°C)	Flux à évacuer (kJ/h)	DTLM (°C)	U (kJ/h.m ² .°C)
7580.45	7812.50	33.38	51.67	102.12	26.44	19.50	28.20	38.70	36.40	0.79	8.70	2.30	10.50	1.75E+08	13.45	7971.58
7630.83	7870.60	33.58	51.97	103.86	26.62	19.56	28.33	38.93	36.66	0.78	8.77	2.26	10.60	1.77E+08	13.59	7937.63
7673.69	7916.80	35.08	55.14	105.72	26.75	20.28	28.74	41.30	37.42	0.73	8.46	3.88	12.56	1.77E+08	14.73	7360.10
7653.42	7975.60	35.80	53.40	106.39	26.67	20.65	29.00	40.00	37.81	0.77	8.35	2.19	11.00	1.77E+08	13.85	7806.28
7603.07	7897.40	35.95	53.50	106.91	26.49	20.78	29.16	40.07	37.92	0.77	8.39	2.15	10.91	1.76E+08	13.79	7784.61
6941.91	7200.30	34.80	51.74	107.12	24.16	20.75	29.30	38.76	36.70	0.78	8.55	2.05	9.45	1.60E+08	12.42	7883.43
7684.92	8017.80	35.78	53.70	107.22	26.78	20.62	29.32	40.22	37.96	0.77	8.70	2.26	10.90	1.78E+08	13.87	7824.99
7579.89	7896.90	36.29	53.67	107.25	26.40	20.97	29.30	40.20	38.07	0.77	8.34	2.13	10.90	1.75E+08	13.77	7771.68
7225.91	7472.60	35.10	52.50	107.39	25.16	20.67	29.33	39.33	37.27	0.77	8.66	2.06	10.00	1.67E+08	13.02	7832.70
7405.72	7689.30	35.20	52.81	107.52	25.80	20.57	29.34	39.56	37.47	0.78	8.77	2.09	10.22	1.71E+08	13.28	7873.43
7584.41	7861.70	36.22	53.59	107.55	26.42	20.93	29.38	40.14	38.02	0.77	8.45	2.12	10.76	1.75E+08	13.68	7826.30
7415.44	7694.40	35.09	52.82	107.57	25.83	20.51	29.34	39.56	37.41	0.78	8.84	2.15	10.22	1.71E+08	13.28	7884.32
7433.48	7713.40	34.96	52.74	107.62	25.90	20.42	29.35	39.51	37.31	0.78	8.93	2.20	10.16	1.72E+08	13.24	7932.07
7379.63	7724.80	34.87	52.56	107.66	25.71	20.43	29.37	39.37	37.14	0.79	8.95	2.23	10.00	1.71E+08	13.07	7975.27
7614.40	7950.80	35.97	53.48	107.69	26.53	20.78	29.41	40.06	37.89	0.78	8.63	2.17	10.65	1.76E+08	13.63	7889.31
7680.18	7957.80	36.01	53.63	107.76	26.76	20.74	29.43	40.17	37.94	0.78	8.69	2.23	10.74	1.77E+08	13.72	7906.77
7629.03	7895.70	35.40	53.30	107.81	26.59	20.47	29.41	39.93	37.67	0.78	8.94	2.25	10.51	1.76E+08	13.58	7933.96
7676.44	7955.10	35.56	53.44	107.83	26.75	20.52	29.42	40.03	37.79	0.78	8.91	2.24	10.61	1.77E+08	13.67	7933.18
MOYENNE	7521.82	7805.75	35.28	53.09	106.83	26.21	20.51	29.17	39.77	0.77	8.67	2.28	10.59	1.74E+08	13.54	7851.53
DISPERSION (ECART TYPE)	188.85	197.68	0.78	0.82	1.48	0.67	0.39	0.36	0.61	0.49	0.20	0.40	0.62	4.43E+06	0.46	133.38
MAX	7684.92	8017.80	36.29	55.14	107.83	26.78	20.97	29.43	41.30	0.79	8.95	3.88	12.56	1.78E+08	14.73	7975.27
MIN	6941.91	7200.30	33.38	51.67	102.12	24.16	19.50	28.20	38.70	0.73	8.34	2.05	9.45	1.60E+08	12.42	7360.10

MOYENNE TOTALE DE LA CONSOMMATION EN FUEL PENDANT CES 17 HEURES : 140503.50
 MOYENNE TOTALE DE LA CONSOMMATION D'APRES LE MODELE : 135392.81

PERTES DE FUEL DU A CET ECART DE FONCTIONNEMENT : 5110.69 Kg

U = Coefficient d'échange global
 Ca = Coefficient de salissure
 DTLM = Différence de température logarithmique moyenne
 Te = Température entré eau de mer
 Ts = Température sortie eau de mer
 Tv = Température vapeur échappement basse pression
 Tc = Température eau extraction condenseur
 Flux à évacuer = Flux à évacuer au niveau du condenseur

Sortie de la Regression multiple linéaire		
Constante		0.00
Écart type d'estimation sur Y = Débit		34.66
R _{multiple} au carré		0.97
Nombre d'observations		18.00
Degrés de liberté		16.00
	X1 = Vide (mbar)	X2 = Charge (MW)
Coefficient(s) de(s) X	3.97	281.67
Écart type des coefficients	2.45	9.98

Sortie de la Regression multiple linéaire						
Constante						0.00
Écart type d'estimation sur Y = Vide						0.26
R _{multiple} au carré						0.98
Nombre d'observations						18.00
Degrés de liberté						12.00
	X1 = Charge (MW)	X2 = Te (°C)	X3 = Ts (°C)	X4 = Tv (°C)	X5 = Tc (°C)	X6 = Ca
Coefficient(s) de(s) X	-0.21	-1.16	4.54	-0.18	0.74	-21.73
Écart type des coefficients	0.64	1.18	0.63	0.28	1.19	8.77

Annexe A4 Calcul des moyennes par fichier

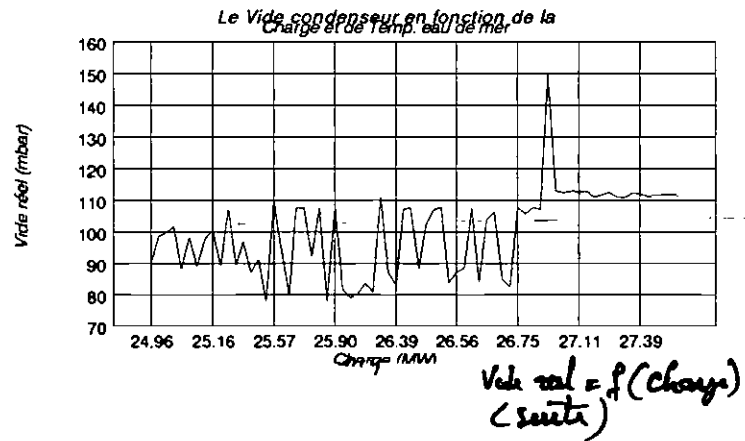
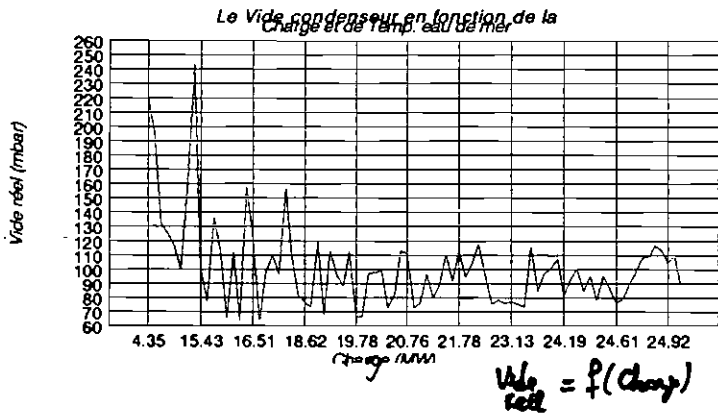
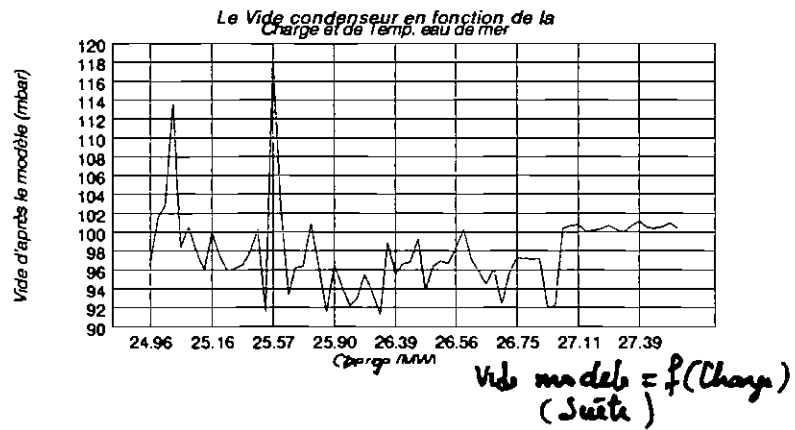
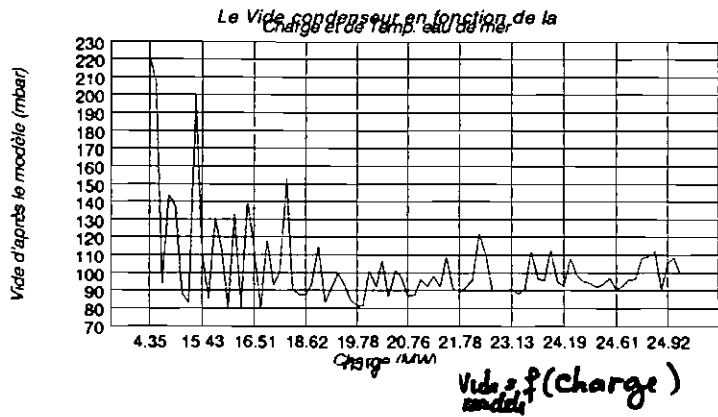
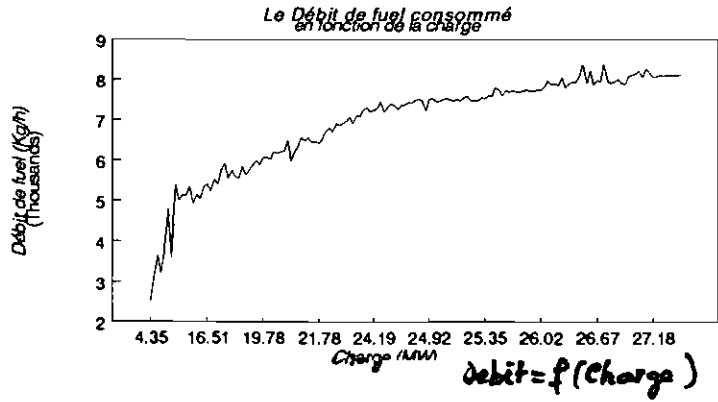
		Débit calculé (Kg/h)	Débit réel (Kg/h)	Vide recommandé (mbar)	Vide réel (mbar)	Charge (MW)	Tc (°C)	Ts (°C)	Tv (°C)	Tc (°C)	Ct	Ts-Tc (°C)	Tv-Tc (°C)	Tv-Ts (°C)	Flux à évacuer (kg/h)	DTLM (°C)	U (kJ/h.m ² .°C)
1505 (13 MAI 1992) Nb Observations = 15	MOYENNE	5278.28	6291.62	30.17	111.75	20.59	19.09	26.95	40.16	37.43	0.59	7.85	2.74	13.21	1.77E+08	15.55	5981.83
	DISPERSION (ÉCART TYPE)	1091.25	1085.56	2.29	12.64	4.50	0.54	1.17	5.09	5.49	0.21	0.76	2.92	5.45	2.99E+07	5.03	2169.67
	MAX	6795.65	7947.20	33.55	150.00	26.85	19.68	27.31	50.05	48.42	0.83	8.32	13.95	22.80	1.78E+08	25.66	8390.70
	MIN	3086.86	4767.00	23.74	85.00	11.68	17.34	22.43	33.89	30.38	0.25	5.10	1.45	6.76	7.75E+07	9.50	2555.01
1805 (18 MAI 1992) Nb Observations = 17	MOYENNE	7521.82	7805.75	35.28	106.83	26.21	20.51	29.17	39.77	37.49	0.77	8.67	2.28	10.59	1.74E+08	13.54	7851.53
	DISPERSION (ÉCART TYPE)	188.85	197.68	0.78	1.48	0.67	0.39	0.36	0.61	0.49	0.01	0.20	0.40	0.62	4.43E+06	0.46	133.38
	MAX	7684.92	8017.80	36.29	107.83	26.78	20.97	29.43	41.30	38.07	0.79	8.95	3.88	12.56	1.78E+08	14.73	7975.27
	MIN	6941.91	7200.30	33.38	102.12	24.16	19.50	28.20	38.70	36.40	0.73	8.34	2.05	9.45	1.60E+08	12.42	7360.10
1905 (19 MAI 1992) Nb Observations = 15	MOYENNE	3891.21	8123.22	35.65	111.88	27.26	20.43	30.20	40.80	38.59	0.78	9.77	2.21	10.61	1.81E+08	14.05	7867.39
	DISPERSION (ÉCART TYPE)	66.47	53.81	1.35	0.66	0.17	0.71	0.31	0.29	0.45	0.01	0.45	0.16	0.18	1.15E+06	0.18	96.92
	MAX	4000.74	8263.40	37.93	112.90	27.50	21.63	30.65	41.35	39.42	0.79	10.45	2.41	10.86	1.82E+08	14.36	7995.78
	MIN	3809.46	8056.80	34.29	110.93	26.96	19.70	29.74	40.40	37.98	0.76	9.02	1.93	10.28	1.79E+08	13.72	7673.05
2105 (21 MAI 1992) Nb Observations = 15	MOYENNE	6653.42	7087.29	29.47	78.30	23.63	18.14	26.21	38.63	35.42	0.64	8.06	3.22	12.44	1.57E+08	14.73	6467.71
	DISPERSION (ÉCART TYPE)	1034.11	1057.11	3.63	8.24	3.74	1.41	2.01	2.52	2.28	0.06	0.95	0.53	1.14	2.48E+07	1.28	613.87
	MAX	7462.47	7930.20	37.00	91.97	26.53	21.57	30.27	42.15	39.47	0.71	9.00	3.92	13.71	1.76E+08	15.94	7204.49
	MIN	4603.25	4921.70	24.33	63.63	16.22	16.82	23.19	33.82	31.41	0.50	6.16	2.40	10.08	1.08E+08	11.98	5061.88
2205 (22 MAI 1992) Nb Observations = 11	MOYENNE	6677.48	6582.00	26.94	83.39	21.95	17.24	24.83	37.98	34.40	0.58	7.58	3.59	13.16	1.46E+08	15.05	5921.53
	DISPERSION (ÉCART TYPE)	1059.71	1089.54	2.36	25.06	3.47	0.68	1.37	1.49	1.57	0.09	0.82	1.14	1.30	2.30E+07	0.79	908.36
	MAX	7509.34	7387.90	29.97	161.36	24.68	18.22	26.56	39.55	35.98	0.66	8.34	7.08	16.71	1.64E+08	15.89	6664.96
	MIN	3820.57	3581.10	22.50	66.25	12.60	16.20	21.98	34.70	31.61	0.32	5.47	2.71	11.60	8.35E+07	13.46	3212.97
2305 (23 MAI 1992) Nb Observations = 12	MOYENNE	5138.03	6069.37	26.29	93.43	19.41	17.37	23.70	42.18	34.75	0.44	6.32	7.43	18.49	1.29E+08	17.72	4503.28
	DISPERSION (ÉCART TYPE)	1087.64	925.25	1.84	16.17	4.37	0.86	1.05	4.65	2.78	0.10	0.86	6.21	5.30	2.90E+07	2.50	1050.03
	MAX	6286.36	7230.00	28.84	132.56	23.94	18.91	25.11	54.02	37.91	0.59	7.16	26.52	32.61	1.59E+08	20.09	5959.85
	MIN	2075.48	3651.20	23.29	66.25	7.13	16.20	21.41	34.70	27.50	0.15	3.92	3.00	11.60	4.73E+07	13.46	1509.87
2505 (25 MAI 1992) Nb Observations = 20	MOYENNE	6776.14	7014.67	40.35	104.89	23.25	23.70	31.41	45.03	41.45	0.62	7.72	3.58	31.41	1.54E+08	15.55	6283.31
	DISPERSION (ÉCART TYPE)	746.12	741.89	8.37	10.23	2.64	4.36	4.53	3.73	2.73	0.12	0.84	2.87	4.34	1.75E+07	3.24	1177.65
	MAX	7301.30	7586.60	56.15	136.35	25.23	32.50	39.73	60.26	46.26	0.76	10.23	14.97	26.09	1.67E+08	23.64	7733.84
	MIN	4692.77	5125.70	26.60	95.32	16.57	16.57	23.64	42.36	37.08	0.27	6.56	1.33	7.85	1.06E+08	10.53	2738.55
2605 (26 MAI 1992) Nb Observations = 23	MOYENNE	5241.28	5755.73	32.60	115.21	18.24	20.67	35.59	48.89	42.79	0.53	14.92	5.70	12.90	1.21E+08	16.82	5355.59
	DISPERSION (ÉCART TYPE)	1633.37	1384.52	7.10	45.91	5.79	3.00	8.05	13.05	7.76	0.24	8.35	7.85	8.13	3.84E+07	7.22	2419.20
	MAX	7335.32	7807.20	48.37	243.50	25.57	27.96	52.55	86.01	62.60	0.80	35.98	27.90	35.60	1.70E+08	37.35	8060.06
	MIN	1330.86	2509.60	21.40	72.72	4.35	16.50	25.88	36.82	34.03	0.05	6.30	0.76	6.03	2.88E+07	10.99	471.62
2705 (27 MAI 1992) Nb Observations = 19	MOYENNE	8749.61	7673.48	35.18	87.22	25.45	20.64	29.07	41.00	37.82	0.71	8.43	3.18	11.93	1.69E+08	14.40	7190.02
	DISPERSION (ÉCART TYPE)	322.78	389.67	2.14	3.12	0.83	1.13	1.15	0.71	0.86	0.04	0.41	0.37	1.03	5.52E+06	0.90	443.98
	MAX	9291.55	8405.70	41.30	94.14	26.72	23.66	32.31	42.47	39.93	0.79	9.25	3.91	13.70	1.77E+08	15.81	8027.78
	MIN	8120.54	7083.40	31.11	79.75	23.83	18.33	27.25	39.10	35.90	0.64	7.90	2.55	10.17	1.58E+08	12.94	6447.99

MOYENNE DES MOYENNES	6214.14	6933.68	32.44	99.21	22.89	19.75	28.57	41.56	37.79	36.02	0.63	8.81	3.77	13.00	1.52E+08	15.27	6380.24
MOYENNE DES ECARTS TYPE	267.79	256.48	1.11	4.57	0.97	0.48	0.74	1.19	0.90	0.90	0.03	0.51	0.83	1.02	6435735.99	0.79	333.82
MAX. DES MOYENNES	8749.61	8123.22	40.35	115.21	27.26	23.70	35.59	48.49	42.79	42.79	0.78	14.92	7.43	18.49	1.81E+08	17.72	7867.39
MIN. DES MOYENNES	3891.21	5755.73	26.29	78.30	18.24	17.24	23.70	37.98	34.40	34.40	0.44	6.32	2.21	10.59	1.21E+08	13.54	4503.28

Pour un degré de confiance de 95% ,

Z = 1,96 et on a l'encadrement suivant pour les moyennes

Min	5689.28	6430.97	30.27	90.24	20.98	18.81	27.12	39.23	36.02	36.02	0.56	7.82	2.14	11.00	1.39E+08	13.71	5725.96
Moyenne comprise entre : et																	
Max	6739.01	7436.39	34.60	108.18	24.79	20.70	30.02	43.90	39.57	39.57	0.69	9.80	5.40	14.99	1.64E+08	16.82	7034.53



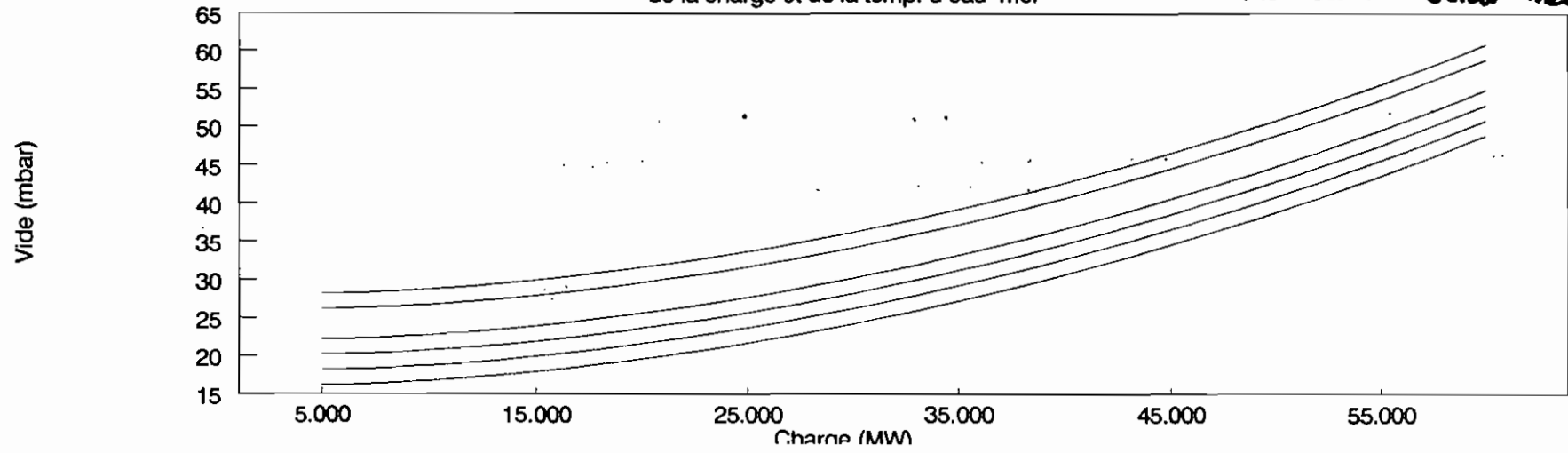
Annexe B

VALEUR DU VIDE RECOMMANDÉ PAR DELAS-WEIR (en mbar)
en fonction de la température de l'eau de mer

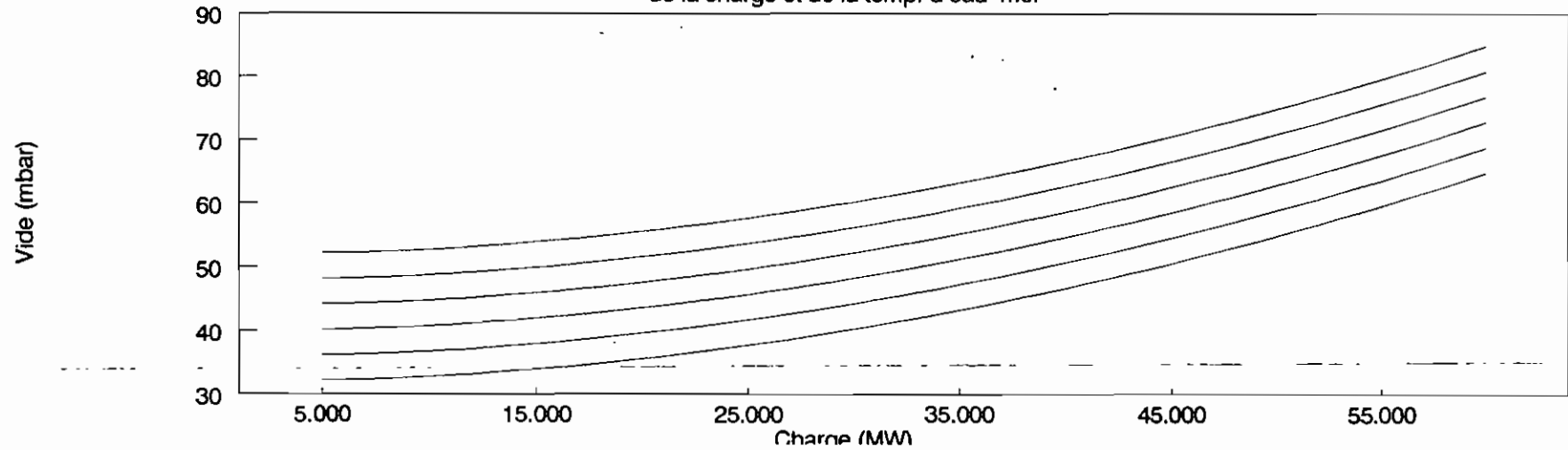
Charge (MW)	Vide à 14	Vide à 15	Vide à 16	Vide à 17	Vide à 19	Vide à 20	Vide à 22	Vide à 24	Vide à 26	Vide à 28	Vide à 30	Vide à 32	Vide à 34	Vide à 36	Vide à 38
5.000	16.209	18.209	20.209	22.209	26.209	28.209	32.209	36.209	40.209	44.209	48.209	52.209	56.209	60.209	64.209
6.000	16.223	18.223	20.223	22.223	26.223	28.223	32.223	36.223	40.223	44.223	48.223	52.223	56.223	60.223	64.223
7.000	16.295	18.295	20.295	22.295	26.295	28.295	32.295	36.295	40.295	44.295	48.295	52.295	56.295	60.295	64.295
8.000	16.408	18.408	20.408	22.408	26.408	28.408	32.408	36.408	40.408	44.408	48.408	52.408	56.408	60.408	64.408
9.000	16.553	18.553	20.553	22.553	26.553	28.553	32.553	36.553	40.553	44.553	48.553	52.553	56.553	60.553	64.553
10.000	16.725	18.725	20.725	22.725	26.725	28.725	32.725	36.725	40.725	44.725	48.725	52.725	56.725	60.725	64.725
11.000	16.921	18.921	20.921	22.921	26.921	28.921	32.921	36.921	40.921	44.921	48.921	52.921	56.921	60.921	64.921
12.000	17.139	19.139	21.139	23.139	27.139	29.139	33.139	37.139	41.139	45.139	49.139	53.139	57.139	61.139	65.139
13.000	17.378	19.378	21.378	23.378	27.378	29.378	33.378	37.378	41.378	45.378	49.378	53.378	57.378	61.378	65.378
14.000	17.636	19.636	21.636	23.636	27.636	29.636	33.636	37.636	41.636	45.636	49.636	53.636	57.636	61.636	65.636
15.000	17.913	19.913	21.913	23.913	27.913	29.913	33.913	37.913	41.913	45.913	49.913	53.913	57.913	61.913	65.913
16.000	18.209	20.209	22.209	24.209	28.209	30.209	34.209	38.209	42.209	46.209	50.209	54.209	58.209	62.209	66.209
17.000	18.524	20.524	22.524	24.524	28.524	30.524	34.524	38.524	42.524	46.524	50.524	54.524	58.524	62.524	66.524
18.000	18.856	20.856	22.856	24.856	28.856	30.856	34.856	38.856	42.856	46.856	50.856	54.856	58.856	62.856	66.856
19.000	19.207	21.207	23.207	25.207	29.207	31.207	35.207	39.207	43.207	47.207	51.207	55.207	59.207	63.207	67.207
20.000	19.576	21.576	23.576	25.576	29.576	31.576	35.576	39.576	43.576	47.576	51.576	55.576	59.576	63.576	67.576
21.000	19.962	21.962	23.962	25.962	29.962	31.962	35.962	39.962	43.962	47.962	51.962	55.962	59.962	63.962	67.962
22.000	20.367	22.367	24.367	26.367	30.367	32.367	36.367	40.367	44.367	48.367	52.367	56.367	60.367	64.367	68.367
23.000	20.789	22.789	24.789	26.789	30.789	32.789	36.789	40.789	44.789	48.789	52.789	56.789	60.789	64.789	68.789
24.000	21.229	23.229	25.229	27.229	31.229	33.229	37.229	41.229	45.229	49.229	53.229	57.229	61.229	65.229	69.229
25.000	21.687	23.687	25.687	27.687	31.687	33.687	37.687	41.687	45.687	49.687	53.687	57.687	61.687	65.687	69.687
26.000	22.162	24.162	26.162	28.162	32.162	34.162	38.162	42.162	46.162	50.162	54.162	58.162	62.162	66.162	70.162
27.000	22.656	24.656	26.656	28.656	32.656	34.656	38.656	42.656	46.656	50.656	54.656	58.656	62.656	66.656	70.656
28.000	23.167	25.167	27.167	29.167	33.167	35.167	39.167	43.167	47.167	51.167	55.167	59.167	63.167	67.167	71.167
29.000	23.695	25.695	27.695	29.695	33.695	35.695	39.695	43.695	47.695	51.695	55.695	59.695	63.695	67.695	71.695
30.000	24.242	26.242	28.242	30.242	34.242	36.242	40.242	44.242	48.242	52.242	56.242	60.242	64.242	68.242	72.242
31.000	24.806	26.806	28.806	30.806	34.806	36.806	40.806	44.806	48.806	52.806	56.806	60.806	64.806	68.806	72.806
32.000	25.388	27.388	29.388	31.388	35.388	37.388	41.388	45.388	49.388	53.388	57.388	61.388	65.388	69.388	73.388
33.000	25.987	27.987	29.987	31.987	35.987	37.987	41.987	45.987	49.987	53.987	57.987	61.987	65.987	69.987	73.987
34.000	26.604	28.604	30.604	32.604	36.604	38.604	42.604	46.604	50.604	54.604	58.604	62.604	66.604	70.604	74.604
35.000	27.239	29.239	31.239	33.239	37.239	39.239	43.239	47.239	51.239	55.239	59.239	63.239	67.239	71.239	75.239
36.000	27.892	29.892	31.892	33.892	37.892	39.892	43.892	47.892	51.892	55.892	59.892	63.892	67.892	71.892	75.892
37.000	28.563	30.563	32.563	34.563	38.563	40.563	44.563	48.563	52.563	56.563	60.563	64.563	68.563	72.563	76.563
38.000	29.251	31.251	33.251	35.251	39.251	41.251	45.251	49.251	53.251	57.251	61.251	65.251	69.251	73.251	77.251
39.000	29.957	31.957	33.957	35.957	39.957	41.957	45.957	49.957	53.957	57.957	61.957	65.957	69.957	73.957	77.957
40.000	30.681	32.681	34.681	36.681	40.681	42.681	46.681	50.681	54.681	58.681	62.681	66.681	70.681	74.681	78.681
41.000	31.423	33.423	35.423	37.423	41.423	43.423	47.423	51.423	55.423	59.423	63.423	67.423	71.423	75.423	79.423
42.000	32.182	34.182	36.182	38.182	42.182	44.182	48.182	52.182	56.182	60.182	64.182	68.182	72.182	76.182	80.182
43.000	32.959	34.959	36.959	38.959	42.959	44.959	48.959	52.959	56.959	60.959	64.959	68.959	72.959	76.959	80.959
44.000	33.754	35.754	37.754	39.754	43.754	45.754	49.754	53.754	57.754	61.754	65.754	69.754	73.754	77.754	81.754
45.000	34.567	36.567	38.567	40.567	44.567	46.567	50.567	54.567	58.567	62.567	66.567	70.567	74.567	78.567	82.567
46.000	35.397	37.397	39.397	41.397	45.397	47.397	51.397	55.397	59.397	63.397	67.397	71.397	75.397	79.397	83.397
47.000	36.246	38.246	40.246	42.246	46.246	48.246	52.246	56.246	60.246	64.246	68.246	72.246	76.246	80.246	84.246
48.000	37.112	39.112	41.112	43.112	47.112	49.112	53.112	57.112	61.112	65.112	69.112	73.112	77.112	81.112	85.112
49.000	37.996	39.996	41.996	43.996	47.996	49.996	53.996	57.996	61.996	65.996	69.996	73.996	77.996	81.996	85.996
50.000	38.898	40.898	42.898	44.898	48.898	50.898	54.898	58.898	62.898	66.898	70.898	74.898	78.898	82.898	86.898
51.000	39.818	41.818	43.818	45.818	49.818	51.818	55.818	59.818	63.818	67.818	71.818	75.818	79.818	83.818	87.818
52.000	40.755	42.755	44.755	46.755	50.755	52.755	56.755	60.755	64.755	68.755	72.755	76.755	80.755	84.755	88.755
53.000	41.711	43.711	45.711	47.711	51.711	53.711	57.711	61.711	65.711	69.711	73.711	77.711	81.711	85.711	89.711
54.000	42.684	44.684	46.684	48.684	52.684	54.684	58.684	62.684	66.684	70.684	74.684	78.684	82.684	86.684	90.684
55.000	43.675	45.675	47.675	49.675	53.675	55.675	59.675	63.675	67.675	71.675	75.675	79.675	83.675	87.675	91.675
56.000	44.684	46.684	48.684	50.684	54.684	56.684	60.684	64.684	68.684	72.684	76.684	80.684	84.684	88.684	92.684
57.000	45.711	47.711	49.711	51.711	55.711	57.711	61.711	65.711	69.711	73.711	77.711	81.711	85.711	89.711	93.711
58.000	46.755	48.755	50.755	52.755	56.755	58.755	62.755	66.755	70.755	74.755	78.755	82.755	86.755	90.755	94.755
59.000	47.818	49.818	51.818	53.818	57.818	59.818	63.818	67.818	71.818	75.818	79.818	83.818	87.818	91.818	95.818
60.000	48.898	50.898	52.898	54.898	58.898	60.898	64.898	68.898	72.898	76.898	80.898	84.898	88.898	92.898	96.898

Annexe B

VIDE DU CONDENSEUR EN FONCTION de la charge et de la temp. d'eau mer (Recommandation de la Weir)



VIDE DU CONDENSEUR EN FONCTION de la charge et de la temp. d'eau mer

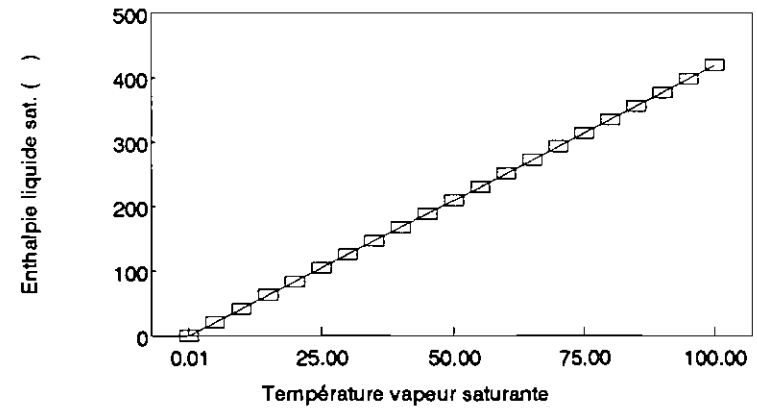
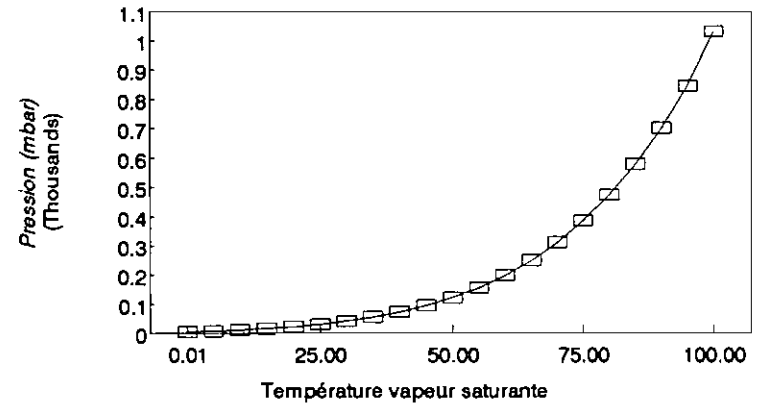


Annexe C

Caractéristiques thermiques de la vapeur saturée dans le condenseur (Lois thermodynamiques)

Caractéristiques de la vapeur d'eau saturante
d'après les lois de la thermodynamique

Tvs	Pression	Hls	Hev	Hv
0.01	6.11	0.01	2501.30	2501.00
5.00	8.72	20.98	2489.60	2510.00
10.00	12.28	42.01	2477.70	2519.00
15.00	17.04	62.99	2465.90	2528.00
20.00	23.37	83.96	2454.10	2537.00
25.00	31.66	104.89	2442.30	2547.00
30.00	42.41	125.79	2430.50	2556.00
35.00	56.22	146.68	2418.60	2565.00
40.00	73.75	167.57	2406.70	2574.00
45.00	95.84	188.45	2394.80	2582.00
50.00	123.35	209.33	2382.70	2592.00
55.00	157.40	230.23	2370.70	2600.00
60.00	199.40	251.13	2358.50	2609.00
65.00	250.10	272.06	2346.20	2617.00
70.00	311.70	292.98	2333.80	2626.00
75.00	385.50	313.93	2321.40	2635.00
80.00	473.60	334.91	2308.80	2643.00
85.00	578.10	355.90	2296.00	2651.00
90.00	701.00	376.92	2283.20	2659.00
95.00	845.10	397.96	2270.20	2668.00
100.00	1031.00	419.04	2257.00	2676.00



Annexe 3
 - Programme d'aide au suivi du Condenseur -

```

(*****)
( HERMES : PROGRAMME DE DIAGNOSTIC DU CONDENSEUR )
(           0 Turbo Vision )
( Copyright (c) 1992 Par Patrick ACCROMBESSY )
(*****)

PROGRAM PPPFE;

($X+,S-,N+,R- )
($M 65520,0,640000)

USES
  X,Fonction,Crt,Dos,Objects, Drivers, Memory, Views, Menus, Dialogs, StdDlg, MsgBox, App,
  PFEComds, Gadgets, FViewer, HelpFile, PFEHelp, PFEWin, ColorSel, MouseDlg,LECT; (, SCRUTE;)

TYPE

  ( TPFE ) :

  PPFE = ^TPFE;
  TPFE = object(TApplication)
    Clock           : PClockView;
    Heap            : PHeapView;
    OldName         : PathStr;
    (Data           : Array[1..600,1..8] Of Real; )
    SADCA,SADCD,ACQ : Integer;
    CtrlCA,CtrlCD  : Integer;
    SadFreq,CtrlFreq : Integer;
    SadExecEtat    : ;
    SadDiskEtat    : ;
    EtalEtat       : ;
    CtrlExecEtat   : Boolean;
    constructor Init;
    PROCEDURE FileOpen(WildCard: PathStr);
    PROCEDURE GetEvent(var Event: TEvent); virtual;
    FUNCTION GetPalette: PPalette; virtual;
    PROCEDURE HandleEvent(var Event: TEvent); virtual;
    PROCEDURE Idle; virtual;
    PROCEDURE InitMenuBar; virtual;
    PROCEDURE InitStatusLine; virtual;
    PROCEDURE _AnalogiquesSAD(Var CanA:Integer);
    PROCEDURE _EtalonnageSADCA(Etal:Boolean);
    PROCEDURE _DigitauxSAD(Var CanD:Integer);
    PROCEDURE _AnalogiquesCtrl(Var CanA:Integer);
    PROCEDURE _DigitauxCtrl(Var CanD:Integer);
    PROCEDURE _CtrlFreq(Var CFreq : Integer);
    PROCEDURE _SADFreq (Var SFreq : Integer);
    PROCEDURE _SAExec(Var B1 : Boolean);
    PROCEDURE _SADDisk(Var B2 : Boolean);
    PROCEDURE _SADAffich(EXecEtat,DiskEtat : Boolean);
    PROCEDURE _PROCESSWINDOWS;
    PROCEDURE _THERMOWINDOWS;
    PROCEDURE _STATWINDOWS;
    PROCEDURE LoadDesktop(var S: TStream);
    PROCEDURE OutOfMemory; virtual;
    PROCEDURE StoreDesktop(var S: TStream);
    PROCEDURE ViewFile(fileName: PathStr);
    PROCEDURE Exit;
  END;

  ( TPFE )
  constructor TPFE.Init;
  var
    R: TRect;
    I: Integer;
    FileName: PathStr;
  
```

```

BEGIN
  ACQ := 0;
  TApplication.Init;
  RegisterObjects;
  RegisterViews;
  RegisterMenus;
  RegisterDialogs;
  RegisterApp;
  RegisterHelpFile;
  RegisterFViewer;
  GetExtent(R);
  R.A.X := R.B.X - 9; R.B.Y := R.A.Y + 1;
  Clock := New(PClockView, Init(R));
  Insert(Clock);

  GetExtent(R);
  Dec(R.B.X);
  R.A.X := R.B.X - 9; R.A.Y := R.B.Y - 1;
  Heap := New(PHeapView, Init(R));
  Insert(Heap);

  for I := 1 to ParamCount do
  BEGIN
    FileName := ParamStr(I);
    if FileName[Length(FileName)] = '\' then
      FileName := FileName + '*.*';
    if (Pos('?', FileName) = 0) and (Pos('*', FileName) = 0) then
      ViewFile(FExpand(FileName))
    else FileOpen(FileName);
  END;
END;

PROCEDURE TPFE._AnalogiquesSAD(Var CanA : Integer);
var
  R      : TRect;
  D      : PDialog;
  C      : Word;
  l      : Byte;
  Temp   : Integer;
  Bruce  : PView;
BEGIN
  ( Create a dialog )
  R.Assign(20, 2, 60, 20);
  D := New(PDialog, Init(R, 'Choix des Canaux Analogiques'));
  With D^ Do
  BEGIN
    R.Assign(14, 5, 26, 13);
    Bruce := New(PCheckBoxes, Init(R,
      NewSItem('Canal ^1^',
        NewSItem('Canal ^2^',
          NewSItem('Canal ^3^',
            NewSItem('Canal ^4^',
              NewSItem('Canal ^5^',
                NewSItem('Canal ^6^',
                  NewSItem('Canal ^7^',
                    NewSItem('Canal ^8^', nil))))))));
    Insert(Bruce);

    R.Assign(4, 15, 16, 17);
    Insert(New(PButton, Init(R, 'Ok', cmCancel, bfNormal)));
    R.Assign(24, 15, 36, 17);
    Insert( New(PButton, Init(R, 'Annuler', cmCancel, bfNormal)));
  END;
  If CanA = -1 Then CanA := 0;
  D^.SetData(CanA);
  ( Execution du dialogue modal )
  C := DeskTop^.ExecView(D);
  D^.GetData(CanA);

```

```

Temp := CanA;
Dispose(D,DOne);
For I := 1 to 8 Do
  BEGIN
    Ch[i] := Temp Mod 2;
    Temp := Temp Div 2;
  END;
END;

PROCEDURE TPF._EtalonnageSADCA(ETal:Boolean);
Var
  V : Boolean;
  I : Byte;
  BEGIN
    Inline($FA);
    V := FALSE;
    Initialize;
    OpenWindow(3,3,77,15,'Mise en équation des Entrées Analogiques ',Yellow,Blue);
    ClrScr;
    For I:= 1 To 8 Do
      BEGIN
        Repeat
          GotoXY(2,1+i); Write(i);
          GotoXY(5,1+i); Write(' ');
          GotoXY(5,2+i); Write(' ');
          GotoXY(5,1+i);
          V := EntreeFonction(f[i], 'Expression /Canal ');
        Until V;
      END;
    CloseWindow;
    TGroup.Redraw;
    Inline($FB);
  END;

PROCEDURE TPF._DigitauxSAD(Var CanD : Integer);
var
  R : TRect;
  D : PDialog;
  C : Word;
  Bruce : PView;
  BEGIN
    ( Create a dialog )
    R.Assign(20, 2, 60, 20);
    D := New(PDialog, Init(R, 'Choix des Canaux Digitaux'));
    With D^ Do
      BEGIN
        R.Assign(14, 5, 26, 13);
        Bruce := New(PCheckBoxes, Init(R,
          NewSItem('Canal ^1^',
            NewSItem('Canal ^2^',
              NewSItem('Canal ^3^',
                NewSItem('Canal ^4^',
                  NewSItem('Canal ^5^',
                    NewSItem('Canal ^6^',
                      NewSItem('Canal ^7^',
                        NewSItem('Canal ^8^',nil))))))));
        Insert(Bruce);

        R.Assign(4, 15, 16, 17);
        Insert(New(PButton, Init(R, 'Ok', cmCancel, bfNormal)));
        R.Assign(24, 15, 36, 17);
        Insert( New(PButton, Init(R, 'Annuler', cmCancel, bfNormal)));
      END;
    If CanD = -1 Then CanD := 0;
    D^.SetData(CanD);
  END;

```

```

( Exécution du dialogue modal )
C := DeskTop^.ExecView(D);
D^.GetData(CanD);
Dispose(D,DOne);
END;

PROCEDURE TPFE._AnalogiquesCtrl(Var CanA : Integer);
var
  R      : TRect;
  D      : PDialog;
  C      : Word;
  Bruce  : PView;
BEGIN
  ( Create a dialog )
  R.Assign(20, 2, 60, 20);
  D := New(PDialog, Init(R, 'Choix des Canaux Analogiques'));
  With D^ Do
  BEGIN
    R.Assign(14, 5, 26, 13);
    Bruce := New(PCheckBoxes, Init(R,
      NewSItem('Canal ^1^',
        NewSItem('Canal ^2^',
          NewSItem('Canal ^3^',
            NewSItem('Canal ^4^',
              NewSItem('Canal ^5^',
                NewSItem('Canal ^6^',
                  NewSItem('Canal ^7^',
                    NewSItem('Canal ^8^',nil))))))))));
    Insert(Bruce);

    R.Assign(4, 15, 16, 17);
    Insert(New(PButton, Init(R, 'Ok', cmCancel, bfNormal)));
    R.Assign(24, 15, 36, 17);
    Insert( New(PButton, Init(R, 'Annuler', cmCancel, bfNormal)));
  END;
  ( Exécution du dialogue modal )
  C := DeskTop^.ExecView(D);
  D^.GetData(CanA);
  CANAUX := CanA;
  Dispose(D,DOne);
END;

```

```

PROCEDURE TPFE._DigitauxCtrl(Var CanD : Integer);
var
  R      : TRect;
  D      : PDialog;
  C      : Word;
  Bruce  : PView;
BEGIN
  ( Create a dialog )
  R.Assign(20, 2, 60, 20);
  D := New(PDialog, Init(R, 'Choix des Canaux Digitaux'));
  With D^ Do
  BEGIN
    R.Assign(14, 5, 26, 13);
    Bruce := New(PCheckBoxes, Init(R,
      NewSItem('Canal ^1^',
        NewSItem('Canal ^2^',
          NewSItem('Canal ^3^',
            NewSItem('Canal ^4^',
              NewSItem('Canal ^5^',
                NewSItem('Canal ^6^',
                  NewSItem('Canal ^7^',
                    NewSItem('Canal ^8^',nil))))))))));
    Insert(Bruce);
  END;

```

```

R.Assign(4, 15, 16, 17);
Insert(New(PButton, Init(R, 'Ok', cmCancel, bfNormal)));
R.Assign(24, 15, 36, 17);
Insert( New(PButton, Init(R, 'Annuler', cmCancel, bfNormal)));
END;
If CanD = -1 Then CanD := 0;
D^.SetData(CanD);
( Exécution du dialogue modal )
C := DeskTop^.ExecView(D);
D^.GetData(CanD);
Dispose(D,Done);
END;

```

```

PROCEDURE TPFE._CtrlFreq(Var CFreq : Integer);
var
  R      : TRect;
  D      : PDialog;
  C      : Word;
  Bruce  : PView;
BEGIN
  ( Create a dialog )
  R.Assign(20, 2, 60, 10);
  D := New(PDialog, Init(R, 'Choix de la fréquence '));
  With D^ Do
  BEGIN
    R.Assign(12, 1, 28, 5);
    Bruce := New(PRadioButtons, Init(R,
      NewSitem(' 1 Hz',
      NewSitem(' 100 Hz',
      NewSitem(' 1000 Hz',
      NewSitem(' 10000 Hz', nil))));
    Insert(Bruce);

    R.Assign(4, 5, 16, 7);
    Insert(New(PButton, Init(R, 'Ok', cmCancel, bfNormal)));
    R.Assign(24, 5, 36, 7);
    Insert( New(PButton, Init(R, 'Annuler', cmCancel, bfNormal)));
  END;
  ( Exécution du dialogue modal )
  C := DeskTop^.ExecView(D);
  D^.GetData(CFreq);
  Dispose(D,Done);
END;

```

```

PROCEDURE TPFE._SADFreq(Var SFreq : Integer);
var
  R      : TRect;
  D      : PDialog;
  C      : Word;
  Freq   : LongInt;
  Bruce  : PView;
BEGIN
  ( Create a dialog )
  R.Assign(18, 2, 66, 14);
  D := New(PDialog, Init(R, 'Choix de la fréquence '));
  With D^ Do
  BEGIN
    R.Assign(7, 1, 42, 7);
    Bruce := New(PRadioButtons, Init(R,
      NewSitem(' 60 mn ',
      NewSitem(' 30 mn ',
      NewSitem(' 20 mn ',
      NewSitem(' 15 mn ',
      NewSitem(' 10 mn ',
      NewSitem(' 5 mn ',
      NewSitem(' 60 s ',

```



```

NewSItem(' 30 s ',
NewSItem(' 1 s ',
NewSItem(' 0.1 s ',
NewSItem(' 0.01 s ',
NewSItem(' 0.001 s ',nil))))))));
Insert(Bruce);
R.Assign(7, 9, 16, 11);
Insert(New(PButton, Init(R, 'Ok', cmCancel, bfNormal)));
R.Assign(27,9, 36, 11);
Insert( New(PButton, Init(R, 'Annuler', cmCancel, bfNormal)));
END;
{ Exécution du dialogue modal }
C := DeskTop^.ExecView(D);
D^.GetData(SFreq);
Case SFreq Of
3 : Begin Temps := 10; Temps0 := 1;
      Temps2:= 100; Temps3:=1;
      Temps4 := 1; End;
4 : Begin Temps := 10; Temps0 := 1;
      Temps2:= 100; Temps3:= 1;
      Temps4 := 1; End;
5 : Begin Temps := 65490; Temps0 := 65500;
      Temps1 := 10; Temps2:= 65500; Temps3:=65500;
      Temps4 := 38000; End;
6 : Begin Temps := 59950; Temps0 := 10;
      Temps1 := 10; Temps2:= 10; Temps3:= 10;
      Temps4 := 10; End;
7 : Begin Temps := 30000; Temps0 := 1;
      Temps1 := 1; Temps2:= 1; Temps3:= 1;
      Temps4 := 1; End;
8 : Begin Temps := 9950; Temps0 := 10;
      Temps1 := 10; Temps2:= 10; Temps3:= 10;
      Temps4 := 10; End;
9 : Begin Temps := 50; Temps0 := 10;
      Temps1 := 10; Temps2:= 10; Temps3:= 10;
      Temps4 := 10; End;
10 : Begin Temps := 2; Temps0 := 2;
      Temps1 := 2; Temps2:= 2; Temps3:= 2;
      Temps4 := 2; End;
11 : Begin Temps := 2; Temps0 := 2;
      Temps1 := 2; Temps2:= 2; Temps3:= 2;
      Temps4 := 2; End;
Else Begin Temps := 1000; Temps0 := 1;
      Temps1 := 1; Temps2:= 1; Temps3:= 1;
      Temps4 := 1; End;
End;
Dispose(D,DOne);
END;

PROCEDURE TPF._SADExec(Var B1: Boolean);
BEGIN
IF B1 <> TRUE THEN
Begin
B1 := TRUE;
End
ELSE
Begin
B1 := FALSE;
End;
END;

PROCEDURE TPF._SADisk(Var B2:Boolean);
BEGIN
IF B2 <> TRUE THEN
Begin
Disk := True;
B2 := TRUE;
End
ELSE

```

```

Begin
  B2 := FALSE;
  Disk := False;
End;
END;

PROCEDURE TPFE._PROCESSWINDOWS;
Var
  Event      : TEvent;
  I          : Integer;
BEGIN
  ( ***** )
  INITIALIZE;
  OPENWINDOW(2,3,77,20,'PROCESS-',Yellow,RED);
  TextBackGround(Blue); TextColor(Yellow);
  GOTOXY(2,1);
  Writeln(' VIDE CHARGE      TE      TS      TV      TS      CS ');
  I := 0;
  Repeat
  Inc(I);
  Writeln(VD[i]:3:1,' ',CCH[i]:3:1,' ',TE[i]:3:1,' ',TS[i]:3:1,' ',
  TV[i]:3:1,' ',TS[i]:3:1,' ',CS[i]:3:1);
  Delay(100);
  Until ((Event.What = evKeyDown) Or (Event.What = evMouseDown ) Or (I=FIN) );
  CLOSEWINDOW;
  TGROUP.REDRAW

  ( ***** )
END;

PROCEDURE TPFE._STATWINDOWS;
Var
  Event      : TEvent;
  I          : Integer;
BEGIN
  ( ***** )
  INITIALIZE;
  OPENWINDOW(3,3,77,20,'MODELE STAT-',Yellow,RED);
  TextBackGround(Blue); TextColor(Yellow);
  GOTOXY(2,1);
  Writeln(' VIDE CHARGE      TE      TS      TV      TS      CS ');
  I := 0;
  REPEAT
  Inc(I);
  Writeln(VD[i]:3:2,' ',CCH[i]:3:2,' ',TE[i]:3:2,' ',TS[i]:3:2,' ',
  TV[i]:3:2,' ',TS[i]:3:2);
  Delay(100);
  Until ((Event.What = evKeyDown) Or (Event.What = evMouseDown ) Or (I=FIN));
  CLOSEWINDOW;
  TGROUP.REDRAW

  ( ***** )
END;

PROCEDURE TPFE._THERMOWINDOWS;
Var
  Event      : TEvent;
  I          : Integer;
  TEMPO      : REAL;
BEGIN
  ( ***** )
  INITIALIZE;
  OPENWINDOW(3,3,77,20,'MODELE THEORIQUE-',Yellow,RED);
  TextBackGround(Blue); TextColor(Yellow);
  GOTOXY(2,1);
  Writeln(' VIDE CHARGE      TE      TS      TV      TS      CS ');

  FOR I:=1 TO FIN Do

```

```

Begin
TEMPO := 0.009*SQR(CCH[I]) + 6.182/CCH[I]
+ 1.527*LN(CCH[I])/LN(10) + 1.284*20 + (TE[I]-20)*2;
Writeln(TEMPO:3:2,' ',CCH[i]:3:2,' ',TE[i]:3:2,' ',TS[i]:3:2,' ',
TV[i]:3:2,' ',TS[i]:3:2);

Readln;
END;
READLN;
CLOSEWINDOW;

( ***** )
END;

PROCEDURE TPF._SADAffich(ExecEtat,DiskEtat : Boolean);

Type
String4      = String[4];
Var
R             : TRect;
D             : PDialog;
C             : Word;
J,i          : Integer;
Event        : TEvent;
Num          : String4;

FUNCTION Existe(Name: PathStr): Boolean;
var
SR: SearchRec;
BEGIN
FindFirst(Name, 0, SR);
Existe := DosError = 0;
END;

BEGIN
IF SADDiskEtat Then
BEGIN
IF ACQ = 0 Then
BEGIN
j:= 0;
Repeat
Str(j:0,Num);
inc(j);
Until Not Existe('SAD'+Num+'.PRN');
OldName := 'SAD'+Num+'.PRN';
Assign(Fichier,'SAD'+num+'.PRN');
Rewrite(Fichier);
Writeln(Fichier,'Ch1      2      3      4      5      6      7      8 ');
END
ELSE
BEGIN
Assign(Fichier,OldName);
Append(Fichier);
END
END;
If ExecEtat Then
BEGIN
Initialize;
OpenWindow(3,3,50,20,'- Visualisation des lectures -',Yellow,RED);
TextBackGround(Blue); TextColor(Yellow);
ClrScr;
GotoXY(1,3);
Writeln(' N° Canal                               Valeur ');
GotoXY(2,5) ; Write(' 1 -----> ');
GotoXY(2,6) ; Write(' 2 -----> ');
GotoXY(2,7) ; Write(' 3 -----> ');
GotoXY(2,8) ; Write(' 4 -----> ');

```

```

GotoXY(2,9) ; Write(' 5 -----> ');
GotoXY(2,10); Write(' 6 -----> ');
GotoXY(2,11); Write(' 7 -----> ');
GotoXY(2,12); Write(' 8 -----> ');
TimeExit := FALSE;
C := 0;
Repeat
  For i := 1 To 8 Do
    Begin
      If Ch[i] = 1 Then
        Begin
          Port[$300 + 0] := 0;
          Port[$300 + 1] := 1;
          Port[$300 + 2] := 247 + (i-1);
          Port[$300 + 0] := 0;
(enlever après de commenataore ce qui suit )
          (Repeat
            Inc(C);
            Until ( ((Port[$300 + 2] And 128) <> 128) OR (C=10000) );
            C:= 0;

          Res := (5.0/2048.0)*((Port[$300 + 1] Shl 4 ) Or
            (Port[$300 + 0] Shr 4 )) - 5.0;
          GotoXY(33,4+i);
          If ETAL Then RES := Evaluate(f[i],1.0*RES);
          write(RES:5:2);
          If (SADDiskEtat) Then Write(Fichier,Res:5:2,' ');
          If ((I = 8) And SADDiskEtat ) Then Writeln(Fichier);
        End;
      End;
      Tempörise;
      GetEvent(Event);
      Until ((Event.What = evKeyDown) Or (Event.What = evMouseDown ));
      ACQ := 1;
      CloseWindow;
    END;
    TGroup.Redraw;
    If SADDiskEtat Then Close(Fichier);
  END;

PROCEDURE TPFE.FileOpen(WildCard: PathStr);
var
  D: PFileDialog;
  FileName: PathStr;
BEGIN
  D := New(PFileDialog, Init(WildCard, ' Ouverture de fichier ',
  'N^om', fdOpenButton + fdHelpButton, 100));
  D^.HelpCtx := hcFFileOpENDBox;
  if ValidView(D) <> nil then
    BEGIN
      if Desktop^.ExecView(D) <> cmCancel then
        BEGIN
          D^.GetFileName(FileName);
          ViewFile(FileName);
        END;
      Dispose(D, Done);
    END;
  END;

END;

PROCEDURE TPFE.GetEvent(var Event: TEvent);
var
  W: PWindow;
  HFile: PHelpFile;
  HelpStrm: PDosStream;
const
  HelpInUse: Boolean = False;

```

```

BEGIN
  TApplication.GetEvent(Event);
  case Event.What of
    evMouseDown:
      if Event.Buttons <> 1 then Event.What := evNothing;
  END;
END;

FUNCTION TPFE.GetPalette: PPalette;
const
  CNewColor = CColor + CHelpColor;
  CNewBlackWhite = CBlackWhite + CHelpBlackWhite;
  CNewMonochrome = CMonochrome + CHelpMonochrome;
  P: array[apColor..apMonochrome] of string[Length(CNewColor)] =
    (CNewColor, CNewBlackWhite, CNewMonochrome);
BEGIN
  GetPalette := @P[AppPalette];
END;

PROCEDURE TPFE.HandleEvent(var Event: TEvent);

PROCEDURE ChangeDir;
var
  D: PChDirDialog;
BEGIN
  D := New(PChDirDialog, Init(cdNormal + cdHelpButton, 101));
  D^.HelpCtx := hcFCChDirDBox;
  if ValidView(D) <> nil then
    BEGIN
      Desktop^.ExecView(D);
      Dispose(D, Done);
    END;
END;

PROCEDURE Tile;
var
  R: TRect;
BEGIN
  Desktop^.GetExtent(R);
  Desktop^.Tile(R);
END;

PROCEDURE Cascade;
var
  R: TRect;
BEGIN
  Desktop^.GetExtent(R);
  Desktop^.Cascade(R);
END;

PROCEDURE About;
var
  D: PDialog;
  Control: PView;
  R: TRect;
BEGIN
  R.Assign(0, 0, 40, 13);
  D := New(PDialog, Init(R, 'A propos de ...'));
  with D^ do
    BEGIN
      Options := Options or ofCentered;

      R.Grow(-1, -1);
      Dec(R.B.Y, 3);
      Insert(New(PStaticText, Init(R,
        #13 +
        ^C' -- HERMES -- '#13 +
        ^C'Logiciel de surveillance de procédés'#13 +
        ^C'Par Patrick Sam. ACCROMBESSY'#13 +

```

```

^C'Copyright (c) 1992'#13 +
^C'École Polytechnique de Thiès')));

R.Assign(15, 8, 25, 10);
Insert(New(PButton, Init(R, 'O`K', cmOk, bfDefault)));
END;
if ValidView(D) <> nil then
BEGIN
  Desktop^.ExecView(D);
  Dispose(D, Done);
END;
END;

PROCEDURE Colors;
var
D: PColorDialog;
BEGIN
D := New(PColorDialog, Init('',
  ColorGroup('Bureau',
    ColorItem('Couleur', 32, nil),
  ColorGroup('Menus',
    ColorItem('Normal', 2,
    ColorItem('Inhibé', 3,
    ColorItem('Raccourci', 4,
    ColorItem('Sélection', 5,
    ColorItem('Sélection inhibée', 6,
    ColorItem('Raccourci inhibé', 7, nil)))))
  ColorGroup('Dialogues/Calc',
    ColorItem('Cadre/fond', 33,
    ColorItem('Cadre icône', 34,
    ColorItem('Barre défil. page', 35,
    ColorItem('Barre défil. icône', 36,
    ColorItem('Texte statique', 37,

    ColorItem('Label normal', 38,
    ColorItem('Label sélection', 39,
    ColorItem('Label raccourci', 40,

    ColorItem('Bouton normal', 41,
    ColorItem('Bouton implicite', 42,
    ColorItem('Bouton sélection', 43,
    ColorItem('Bouton inhibé', 44,
    ColorItem('Bouton raccourci', 45,
    ColorItem('Bouton ombre', 46,

    ColorItem('Agrégat normal', 47,
    ColorItem('Agrégat sélection', 48,
    ColorItem('Agrégat raccourci', 49,

    ColorItem('Saisie normal', 50,
    ColorItem('Saisie sélection', 51,
    ColorItem('Saisie flèche', 52,

    ColorItem('Historique bouton', 53,
    ColorItem('Historique sides', 54,
    ColorItem('Historique barre page', 55,
    ColorItem('Historique barre icône', 56,

    ColorItem('Liste normale', 57,
    ColorItem('Liste ciblée', 58,
    ColorItem('Liste sélection', 59,
    ColorItem('Liste séparateur', 60,

    ColorItem('Volet Information', 61, nil))))))))))))))))))))))))),
  ColorGroup('Visionneur',
    ColorItem('Cadre passif', 8,
    ColorItem('Cadre actif', 9,
    ColorItem('Cadre icône', 10,
    ColorItem('Barre défil. page', 11,

```

```

        ColorItem('Barre défil. icône', 12,
        ColorItem('Texte', 13, nil))));
ColorGroup('Puzzle',
        ColorItem('Cadre passif', 8,
        ColorItem('Cadre actif', 9,
        ColorItem('Cadre icône', 10,
        ColorItem('Barre défil. page', 11,
        ColorItem('Barre défil. icône', 12,
        ColorItem('Texte normal', 13,
        ColorItem('Texte sélectionné', 14, nil))));),
ColorGroup('CalENDrier',
        ColorItem('Cadre passif', 16,
        ColorItem('Cadre actif', 17,
        ColorItem('Cadre icône', 18,
        ColorItem('Barre défil. page', 19,
        ColorItem('Barre défil. icône', 20,
        ColorItem('Texte normal', 21,
        ColorItem('Jour actuel', 22, nil))));),
ColorGroup('Table ASCII',
        ColorItem('Cadre passif', 24,
        ColorItem('Cadre actif', 25,
        ColorItem('Cadre icône', 26,
        ColorItem('Barre défil. page', 27,
        ColorItem('Barre défil. icône', 28,
        ColorItem('Texte', 29, nil))));), nil)))););

D^.HelpCtx := hcOCColorsDBox;
if ValidView(D) <> nil then
BEGIN
    D^.SetData(Application^.GetPalette^);
    if Desktop^.ExecView(D) <> cmCancel then
        BEGIN
            Application^.GetPalette^ := D^.Pal;
            DoneMemory; ( Détruit tous les tampons cache de groupes )
            Redraw; ( Réaffiche l'application avec la nouvelle palette )
        END;
    Dispose(D, Done);
END;
END;

PROCEDURE Mouse;
var
    D: PDialog;
BEGIN
    D := New(PMouseDialog, Init);
    D^.HelpCtx := hcOMMouseDBox;
    if ValidView(D) <> nil then
        BEGIN
            D^.SetData(MouseReverse);
            if Desktop^.ExecView(D) <> cmCancel then
                D^.GetData(MouseReverse);
        END;
END;

PROCEDURE DosShell;
BEGIN
    DoneSysError;
    DoneEvents;
    DoneVideo;
    DoneMemory;
    SetMemTop(HeapPtr);
    PrintStr('Frappez EXIT pour revenir à PFE...');
    SwapVectors;
    Exec(GetEnv('COMSPEC'), '');
    SwapVectors;
    SetMemTop(HeapEND);
    InitMemory;
    InitVideo;
    InitEvents;

```

```

InitSysError;
Redraw;
END;

(PROCEDURE Statistique;
var
P:PStat;
BEGIN
P := New(PStat,Init);
P^.HelpCtx := hcStat;
if ValidView(P) <> nil then
Desktop^.Insert(P);
END;);

PROCEDURE RetrieveDesktop;
var
S: PStream;
BEGIN
S := New(PBufStream, Init('PFE', stOpenRead, 1024));
if LowMemory then OutOfMemory
else if S^.Status <> stOk then
MessageBox('Ouverture du fichier bureau impossible', nil, mfOkButton + mfError)
else
BEGIN
LoadDesktop(S^);
if S^.Status <> stOk then
MessageBox('Lecture du fichier bureau impossible', nil, mfOkButton + mfError);
END;
Dispose(S, Done);
END;

PROCEDURE SaveDesktop;
var
S: PStream;
F: File;
BEGIN
S := New(PBufStream, Init('PFE.DSK', stCreate, 1024));
if not LowMemory and (S^.Status = stOk) then
BEGIN
StoreDesktop(S^);
if S^.Status <> stOk then
BEGIN
MessageBox('Création de PFE.DSK impossible.', nil, mfOkButton + mfError);
($1-)
Dispose(S, Done);
Assign(F, 'PFE.DSK');
Erase(F);
Exit;
END;
END;
Dispose(S, Done);
END;

BEGIN
TApplication.HandleEvent(Event);
case Event.What of
evCommand:
BEGIN
case Event.Command of
cmFOpen: FileOpen('*.*PRN');
cmChDir: ChangeDir;
cmCascade: Cascade;
cmTile: Tile;
cmAbout: About;
cmColors: Colors;
cmMouse: Mouse;
cmDosShell: DosShell;
cmSaveDesktop: SaveDesktop;

```



```

cmRetrieveDesktop : RetrieveDesktop;
cmSADCA           : Begin _AnalogiquesSAD(SADCA); End;
cmESADCA         : Begin Etal := True; _EtalonnageSADCA(EtalEtat); End;
cmSADCD          : _DigitauxSAD(SADCD);
cmCtrlCA         : _AnalogiquesCtrl(SADCA);
cmCtrlCD         : _DigitauxCtrl(SADCD);
cmCtrlFreq       : _CtrlFreq(CtrlFreq);
cmSADFreq        : _SADFreq(SADFreq);
cmSAExec         : _SAExec(SAExecEtat);
cmSADDisk        : Begin _SADDisk(SADDiskEtat); End;
cmSADAffich      : Begin _SADAffich(SAExecEtat,SADDiskEtat ); End;
cmMR             : Begin _PROCESSWINDOWS; End;
cmMT             : Begin _THERMOWINDOWS; End;
cmMS             : Begin _STATWINDOWS; End;
( cmCtrl         : Controle;
  cmMoy          : AfficheMOY(a,b,c,d,e,N);
  cmVAR          : AfficheVAR(a,b,c,d,e,N);
  cmECT          : AfficheECT;
  cmCOR          : AfficheCOR;
  cmExit        : ExitStat; }

else
  Exit;
END;
ClearEvent(Event);
END;
END;
END;

PROCEDURE TPFE.Idle;

FUNCTION Istileable(P: PView): Boolean; far;
BEGIN
  Istileable := P^.Options and ofTileable <> 0;
END;

BEGIN
  TApplication.Idle;
  Clock^.Update;
  Heap^.Update;
  if Desktop^.FirstThat(@Istileable) <> nil then
    EnableCommands([cmTile, cmCascade])
  else
    DisableCommands([cmTile, cmCascade]);
END;

PROCEDURE TPFE.InitMenuBar;
var
  R: TRect;
BEGIN
  GetExtent(R);
  R.B.Y := R.A.Y+1;
  MenuBar := New(PMenuBar, Init(R, NewMenu(
    NewSubMenu('#2', hcSystem, NewMenu(
      NewItem('A~ propos...', '', kbNoKey, cmAbout, hcSAbout, nil)),
    NewSubMenu('F~ichier', hcFile, NewMenu(
      NewItem('O~uvrir...', 'F3', kbF3, cmFOpen, hcFOpen,
      NewItem('C~hanger rép...', '', kbNoKey, cmChDir, hcFChangeDir,
      NewLine(
      NewItem('accès au D~OS', '', kbNoKey, cmDosShell, hcFDosShell,
      NewItem('Q~uitter', 'Alt-X', kbAltX, cmQuit, hcFExit, nil)))))),
    NewSubMenu('A~cquisition', hcSAD, NewMenu(
      NewItem('Canaux a~nalogiques', 'Ctrl-F5', kbCtrlF5, cmSADCA, hcSADCA,
      NewItem('E~talonnage CA', 'Ctrl-F6', kbCtrlF6, cmESADCA, hcESADCA,
      NewItem('Canaux d~igitaux', 'F5', kbF5, cmSADCD, hcSADCD,
      NewItem('F~réquence', 'F6', kbF6, cmSADFreq, hcSADFreq,
      NewItem('V~isualisation', '', kbNoKey, cmSADAffich, hcSADAffich,
      NewItem('S~auvegarde', 'Alt-F3', kbAltF3, cmSADDisk, hcSADDisk,
      NewItem('I~mpression', '', kbNoKey, cmSADImpress, hcSADImpress,

```

```

NewItem('E`xécution', '', kbNoKey, cmSADExec, hcSADExec, nil))))))));
NewSubMenu('C`ontrôle', hcCtrl, NewMenu(
  NewItem('C`anaux analogiques', 'Ctrl-F5', kbCtrlF5, cmCtrlCA, hcCtrlCA,
  NewItem('C`anaux digitaux', 'F5', kbF5, cmCtrlCD, hcCtrlCD,
  NewItem('F`réquence', 'F6', kbF6, cmCtrlFreq, hcCtrlFreq,
  NewItem('P.I.D.', 'Alt-F3', kbAltF3, cmCtrlPID, hcCtrlPID,
  NewItem('F`ormules', '', kbNoKey, cmCtrlFormule, hcCtrlFormule,
  NewItem('E`xécution', '', kbNoKey, cmCtrlExec, hcCtrlExec, nil)))))),
NewSubMenu('S`imulation', hcSimul, NewMenu(
  NewItem('Modèle St`a`tistique', 'Ctrl-F5', kbCtrlF5, cmMS, hcMS,
  NewItem('Modèle T`h`ermodynamique', 'F5', kbF5, cmMT, hcMT,
  NewItem('P`rocess', 'F6', kbF6, cmMR, hcMR, nil))),
NewSubMenu('T`raitement', hcStat, NewMenu(
  NewItem('F`ichier', 'F3', kbF3, cmStatFic, hcStatFic,
  NewItem('M`oyennes', 'Ctrl-F5', kbCtrlF5, cmStatMOY, hcStatMOY,
  NewItem('V`ariances', 'F5', kbF5, cmStatVAR, hcStatVAR,
  NewItem('E`cart-types', 'F6', kbF6, cmStatECT, hcStatECT,
  NewItem('C`oeff`icients', 'F7', kbF7, cmStatCOEF, hcStatCOEF,
  NewItem('C`orrélations', 'Alt-F3', kbAltF3, cmStatCOR, hcStatCOR, nil)))))),
NewSubMenu('O`ption', hcOptions, NewMenu(
  NewItem('S`ouris...', '', kbNoKey, cmMouse, hcOMouse,
  NewItem('C`ouleurs...', '', kbNoKey, cmColors, hcOColors,
  NewLine(
  NewItem('Sau`v`er bureau', '', kbNoKey, cmSaveDesktop, hcOSaveDesktop,
  NewItem('R`estaurer bureau', '', kbNoKey, cmRetrieveDesktop, hcORestoreDesktop, nil))))), nil))))))));
END;

PROCEDURE TPFE.InitStatusLine;
var
  R: TRect;
BEGIN
  GetExtent(R);
  R.A.Y := R.B.Y - 1;
  StatusLine := New(PStatusLine, Init(R,
    NewStatusDef(0, $FFFF,
      NewStatusKey('F1` Aide', kbF1, cmHelp,
      NewStatusKey('F3` Ouvrir', kbF3, cmFOpen,
      NewStatusKey('Alt-F3` Fermer', kbAltF3, cmClose,
      NewStatusKey('F5` Zoom', kbF5, cmZoom,
      NewStatusKey('', kbF10, cmMenu,
      NewStatusKey('', kbCtrlF5, cmResize, nil))))), nil));
END;

PROCEDURE TPFE.OutOfMemory;
BEGIN
  MessageBox('Mémoire insuffisante pour achever l'opération.',
    nil, mfError + mfOkButton);
END;

( La réserve mémoire ne permet d'assurer la création d'une fenêtre.
  Le chargement du bureau complet sans test manuel de LowMemory
  peut provoquer un débordement du tas. Il vaut donc mieux charger
  les fenêtres une à une plutôt que d'utiliser la méthode Load de Desktop.
)

PROCEDURE TPFE.LoadDesktop(var S: TStream);
var
  P: PView;
PROCEDURE CloseView(P: PView); far;
BEGIN
  Message(P, evCommand, cmClose, nil);
END;
BEGIN
  if Desktop^.Valid(cmClose) then
  BEGIN
    Desktop^.ForEach(@CloseView); ( Vide le bureau )
    repeat

```

```

        P := PView(S.Get);
        Desktop^.InsertBefore(ValidView(P), Desktop^.Last);
    until P = nil;
    END;
END;

PROCEDURE TPFE.StoreDesktop(var S: TStream);

PROCEDURE WriteView(P: PView); far;
BEGIN
    if P <> Desktop^.Last then S.Put(P);
END;

BEGIN
    Desktop^.ForEach(@WriteView);
    S.Put(nil);
END;

PROCEDURE TPFE.ViewFile(FileName: PathStr);
var
    W: PWindow;
BEGIN
    W := New(PFileWindow, Init(FileName));
    W^.HelpCtx := hcViewer;
    if ValidView(W) <> nil then
        Desktop^.Insert(W);
    END;
PROCEDURE TPFE.Exit;
BEGIN
    If SADDiskEtat Then Close(Fichier);
END;

var
    PFE : TPFE;
    INI : TEXT;

BEGIN
    ClrScr;
    Assign(INI, 'HERMES.INI');
    Reset(INI);
    Readln(INI);
    Readln(INI, Fic1);
    Readln(INI, Fic2);
    Readln(INI, Fic3);
    Readln(INI, Fic4);
    Readln(INI, Fic5);
    Close(INI);
    Writeln(FIC1, ' ', FIC2);
    TRANSFORME_FICHER(FIC1);
    Readln;
    TEMPS := 0;
    TEMPS0 := 0;
    TEMPS1 := 1;
    TEMPS2 := 0;
    TEMPS3 := 0;
    TEMPS4 := 0;
    Disk := False;
    Visual := false;
    Etal := False;
    PFE.Init;
    PFE.Run;
    PFE.Done;
    PFE.Exit;

END.

( EOS PFE.PAS )

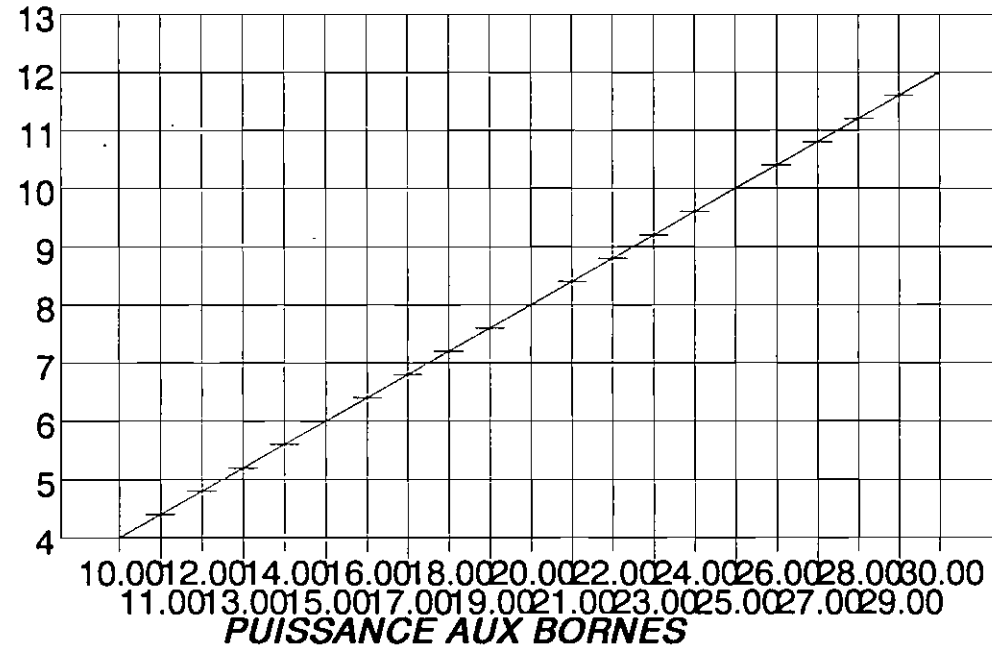
```

Annexe B

DEBIT DE VAPEUR ADMISSIBLE (T/H) EN FONCTION
DE LA PUISSANCE AUX BORNES(SOURCE DELAS-WEIR)

DEBIT (T/H)	PUISSANCE (MW)
4.00	10.00
4.40	11.00
4.80	12.00
5.20	13.00
5.60	14.00
6.00	15.00
6.40	16.00
6.80	17.00
7.20	18.00
7.60	19.00
8.00	20.00
8.40	21.00
8.80	22.00
9.20	23.00
9.60	24.00
10.00	25.00
10.40	26.00
10.80	27.00
11.20	28.00
11.60	29.00
12.00	30.00

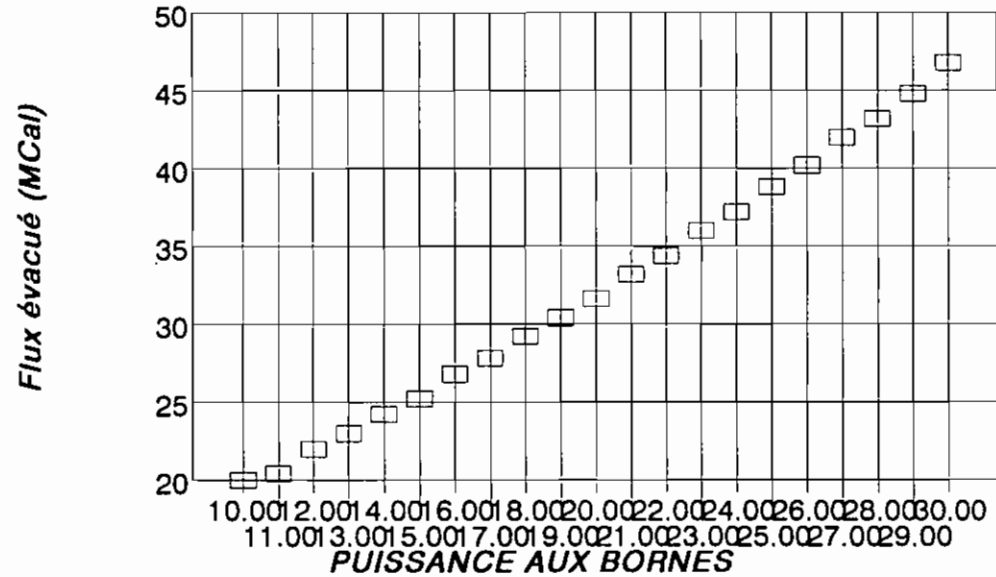
Débit de vapeur(T/H)



Annexe B

FLUX EVACUE AU CONDENSEUR (MCal) EN FONCTION DE LA PUISSANCE AUX BORNES(SOURCE DELAS-WEIR)

Flux évacué MCal	PUISSANCE (MW)
20	10.00
20.4	11.00
22	12.00
23	13.00
24.2	14.00
25.2	15.00
26.8	16.00
27.8	17.00
29.2	18.00
30.4	19.00
31.6	20.00
33.2	21.00
34.4	22.00
36	23.00
37.2	24.00
38.8	25.00
40.2	26.00
42	27.00
43.2	28.00
44.8	29.00
46.8	30.00



Donnée du 10 Avril 1992
C. SÉNÉLEC/ÉPT

Tratamiento efectuado: Regresión múltiple
 avec deux variables indépendantes et une dépendante

Vide	Charge	Te	Ts	Tv	Tc	Ta-Te	Tv-Tc	Tv-Ts
40.625	23.444	15.600	22.400	36.500	32.900	6.900	3.600	14.100
41.000	23.352	15.600	22.600	36.700	33.400	7.000	3.300	14.200
39.750	23.348	15.600	22.300	36.300	33.000	6.800	3.300	14.000
41.000	23.356	15.600	22.600	36.700	33.200	7.000	3.600	14.200
40.125	23.480	15.500	22.500	36.700	33.200	7.000	3.600	14.200
42.375	24.656	15.600	22.500	37.000	33.300	7.000	3.700	14.500
40.375	23.208	15.600	22.300	36.400	32.900	6.800	3.500	14.100
41.375	24.024	15.500	22.500	36.700	33.200	7.000	3.500	14.200
40.625	23.472	15.600	22.300	36.200	32.800	6.800	3.400	13.900
41.375	24.244	15.600	22.500	37.000	33.300	7.000	3.700	14.500
40.125	23.676	15.600	22.400	36.500	33.000	6.900	3.500	14.100
41.812	24.220	15.500	22.500	37.050	33.350	7.000	3.700	14.550
42.250	24.180	15.500	22.500	37.000	33.400	7.000	3.600	14.500
40.375	23.020	15.500	22.400	36.400	32.800	6.900	3.600	14.000
42.375	24.656	15.600	22.500	37.000	33.300	7.000	3.700	14.500
40.625	23.532	15.500	22.500	36.600	33.100	7.000	3.500	14.100
41.625	24.656	15.500	22.500	37.000	33.300	7.000	3.700	14.500
41.850	24.386	15.520	22.500	37.020	33.280	6.980	3.740	14.520
42.625	24.544	15.600	22.800	36.800	33.300	7.000	3.500	14.200
40.250	23.508	15.600	22.400	36.400	32.800	6.800	3.600	14.000
41.125	23.892	15.600	22.600	37.100	33.400	7.000	3.700	14.500
41.500	23.828	15.600	22.500	36.900	33.300	6.900	3.600	14.400
39.625	23.240	15.600	22.400	36.300	32.900	6.800	3.400	13.900
42.571	23.958	15.700	22.993	36.600	33.200	7.293	3.400	13.607
44.283	24.383	15.700	23.039	36.500	33.300	7.339	3.200	13.461
59.521	24.005	15.700	22.967	36.480	33.040	7.267	3.440	13.513
64.290	24.048	15.700	23.036	36.500	33.400	7.336	3.100	13.464
59.972	23.832	15.700	22.967	36.400	33.000	7.267	3.400	13.433
59.000	24.255	15.700	22.900	36.500	33.000	7.200	3.500	13.600
59.734	23.890	15.700	22.975	36.300	33.100	7.275	3.200	13.325
64.993	24.093	15.700	23.026	36.500	33.400	7.326	3.100	13.474
61.344	24.039	15.700	22.963	36.500	33.100	7.263	3.400	13.517
60.818	24.012	15.700	22.973	36.400	33.000	7.273	3.400	13.427
64.365	24.318	15.800	23.046	36.400	33.400	7.246	3.000	13.354
64.644	24.219	15.800	23.030	36.700	33.400	7.230	3.300	13.670
63.992	24.021	15.800	23.006	36.700	33.300	7.206	3.400	13.694
64.750	24.048	15.800	23.018	36.700	33.400	7.218	3.300	13.682
63.275	23.913	15.800	23.000	36.500	33.300	7.200	3.200	13.500
64.832	24.309	15.800	23.058	36.600	33.400	7.258	3.200	13.542
64.535	24.147	15.800	23.052	36.700	33.400	7.252	3.300	13.648
64.405	24.435	15.800	23.033	36.800	33.300	7.233	3.300	13.567
60.337	23.715	15.800	22.970	36.100	33.000	7.170	3.100	13.130
61.933	24.381	15.800	22.985	36.600	33.200	7.185	3.400	13.615
65.514	24.300	15.800	23.022	36.500	33.300	7.222	3.200	13.478

Max	=	65.514	24.666	15.800	23.056	37.100	33.400	7.339	3.740	14.550
Min	=	39.625	23.020	15.600	22.300	36.100	32.800	6.800	3.000	13.130
Moyenne	=	51.452	23.955	15.632	22.720	36.615	33.190	7.088	3.425	13.995
Ecart-type	=	10.972	0.421	0.123	0.276	0.246	0.190	0.170	0.181	0.411
Variance	=	120.381	0.177	0.015	0.076	0.060	0.036	0.028	0.036	0.169

Rxy = Coefficient de corrélation entre x et y
 Rxy.z = Coefficient de corrélation partielle
 Rzz = Coefficient de corrélation multiple
 Beta, Gamma = Paramètres de la régression

X = Te, Y = Tv, Z = Vide
 Moy(Z) = 51.452 Rxy = -0.331
 Moy(Y) = 36.615 Rxz = 0.938
 Moy(X) = 15.632 Ryz = -0.323
 Beta = 83.093 Rxy.z = -0.086
 Gamma = -0.584 Rzz = 0.939

X = Tv-Tc, Y = Tv-Ts, Z = Vide
 Moy(Z) = 51.452 Rxy = 0.658
 Moy(Y) = 13.895 Rxz = -0.742
 Moy(X) = 3.425 Ryz = -0.859
 Beta = -1.017 Rxy.z = 0.642
 Gamma = -22.553 Rzz = 0.658

X = Ts, Y = Te-Tc, Z = Vide
 Moy(Z) = 51.452 Rxy = 0.964
 Moy(Y) = 7.088 Rxz = 0.982
 Moy(X) = 22.720 Ryz = 0.927
 Beta = 48.916 Rxy.z = 0.753
 Gamma = -17.468 Rzz = 0.984

X = Te, Y = Ts-Tc, Z = Vide
 Moy(Z) = 51.452 Rxy = 0.797
 Moy(Y) = 7.088 Rxz = 0.939
 Moy(X) = 15.632 Ryz = 0.927
 Beta = 48.916 Rxy.z = -0.567
 Gamma = 31.448 Rzz = 0.984

X = Te-Tc, Y = CHARGE, Z = Vide
 Moy(Z) = 51.452 Rxy = 0.506
 Moy(Y) = 23.955 Rxz = 0.927
 Moy(X) = 7.086 Ryz = 0.411
 Beta = 62.242 Rxy.z = 0.384
 Gamma = -2.012 Rzz = 0.928

X = Te, Y = CHARGE, Z = Vide
 Moy(Z) = 51.452 Rxy = 0.346
 Moy(Y) = 23.955 Rxz = 0.938
 Moy(X) = 15.632 Ryz = 0.411
 Beta = 80.459 Rxy.z = -0.129
 Gamma = 2.558 Rzz = 0.944

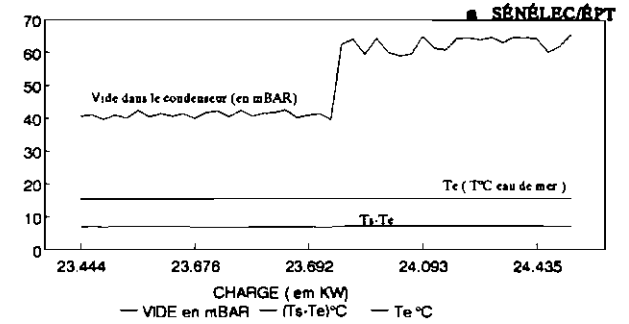


Table 3

INDEX

-C-

Capteur ,5
Centrale thermique ,28
Circuit d'interface ,12
Composantes principales ,42
Condenseur ,30
Conditionneur de signaux ,6
Convertisseur analogique-numérique ,10

-D-

Dalton, (loi de) ,31
Débit de fuel ,41
 (modèle de) ,43
Diagramme T-s ,29

-E-

Échantillonneur-bloqueur ,9

-M-

Modélisation ,2,14,20
Modèle ,18,19
Multiplexeur ,7

-P-

Préamplificateur ,7
Processus,15,16

-S-

Stabilité ,
Statistique ,13
Système d'acquisition ,2,4

- V -

Vide ,38
 (modèle du) ,41,46,47

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE.

- Ordinateurs en temps réel - Applications industrielles, J.P NANTET, édition MASSON & Cie.
- Conception et réalisation d'un système d'acquisition de données (Projet de fin d'études de Tonsi O. BONZI), juin 1986.
- Revue générale de thermique Tome XIX, Aout-Septembre 1980 (Publication scientifique et technique internationale sur l'énergie).
- Techniques de l'ingénieur, Volume R7.
- Principes de thermodynamique, Jean-Charles SISI, édition McGRAW-HILL.
- Engineering Thermodynamics with Applications, M. David BURGHARDT, 3^{ième} édition, Harper Collins Publishers.
- Statistics and Data Analysis in Geology, John C. DAVIS, 2nd edition, Library of Congress Cataloging in Publication Data.