

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

Gm. 0629

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION

TITRE : GESTION INFORMATISEE DE L'ENERGIE
DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL DE LA
PECHE AU SENEGAL.

DATE : JUIN 1990

AUTEUR : SAMBA FALL
DIRECTEUR : CHEIKH WADE
CO-DIRECTEUR : ALASSANE SEGOU NDIAYE

A mes parents

A mes soeurs

A mes frères

A tous ceux qui me sont chers

R E M E R C I E M E N T S

Mes remerciements vont particulièrement à mon Directeur de projet, Monsieur Cheikh WADE, professeur à l'Ecole Polytechnique de Thiès qui, malgré les responsabilités qui lui incombent au sein de cette institution, a bien voulu me consacrer une très large partie de son temps tout au long de cette année afin que ce projet puisse servir valablement un pays en voie de développement comme le nôtre.

Je remercie tout aussi particulièrement mon Directeur externe Monsieur Alassane Segou NDIAYE du ministère du Développement Industriel.

Enfin j'aimerais exprimer ma gratitude à

- Mademoiselle Maïmouna CAMMARA, du service secretariat ;
- Monsieur Simplicie GAGA, élève ingénieur ;
- _Monsieur Jean Louis BENGHA, élève ingénieur ;
- _Monsieur Balla Gueye, élève ingénieur ;
- Monsieur Tsevi VOVOR, élève ingénieur ;

Ainsi qu' à tous les élèves-ingénieurs, l'ensemble du corps professoral et militaire de l'école, le secteur pédagogique et à tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation ce projet.

S O M M A I R E

Le processus de gestion de l'énergie comprend quatre grandes étapes :

- 1- L'optimisation des installations lors du design même de l'industrie.
- 2- Le calcul et la prévision des consommations après l'étape 1.
- 3- Le suivi des consommations (diagnostic énergétique).
- 4- Les études économiques pour les économies réalisées.

Notre projet intéresse plus particulièrement l'étape 3 du processus de gestion énergétique.

C'est dans le cadre d'un vaste programme de gestion informatisée de l'énergie dans l'industrie sénégalaise que s'inscrit notre projet. Nous nous intéressons ici au secteur industriel de la pêche. Notre plan devra permettre dans un premier temps d'appréhender de la manière la plus globale possible la consommation d'énergie dans une industrie de pêche, en utilisant les données de la SENEPESCA, de proposer ensuite un programme d'amélioration des ratios énergétiques d'une industrie de pêche.

TABLE DES MATIERES

<u>Matières</u>	<u>Pages</u>
Dedicace _____	i
Remerciement _____	ii
Sommaire _____	iii
Table des matières _____	iv
Liste des tableaux _____	v
Chapitre I- Introduction _____	1
Chapitre II- Analyse énergétique (cas de la SENEPESCA)	3
1/ Bref aperçu de la SENEPESCA _____	3
2/ Relevé des équipements _____	4
3/ Relevé de la consommation d'énergie pour l'industrie _____	11
4/ Conclusion _____	14
Chapitre III- Détermination des paramètres d'analyse _____	15
1/ Choix des paramètres _____	17
2/ Définition des ratios d'analyse _____	21
Chapitre IV- Traitement des ratios d'analyses _____	27
1/ Les modèles mathématiques de traitement des données. Analyse des résultats _____	27
2/ Le modèle informatique _____	40
Chapitre V- Conclusions et recommandations _____	42
Références _____	44
Annexes _____	45

Notre étude consistera d'abord à déterminer tous les vecteurs énergétiques d'une industrie de pêche , proposer ensuite un modèle mathématique de traitement de ces parametres et enfin traduire ce mode de traitement dans un langage informatique.

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

<u>Nom</u>	<u>Pages</u>
Tableau 1: Chambres froides	6
Tableau 2: Salles de machines	7
Tableau 3: Tunnels	8
Tableau 4: Fabriques de glace	9
Tableau 5: Atelier de maintenance	9
Tableau 6: Divers	10
Tableau 7: Conditionnement de l'air	10
Figure 1: Courbe d'évolution de la consommation spécifique d'électricité en fonction du temps	107
Figure 2: Courbe d'évolution de la consommation relative d'électricité en fonction du temps	108
Figure 3: Courbe d'évolution de la consommation spécifique d'eau en fonction du temps	109
Figure 4: Courbe d'évolution de la consommation spécifique de Gaz en fonction du temps	110
Figure 5: Courbe d'évolution du facteur de puissance en fonction du temps	111
Figure 6: Influence de la température	112

CHAPITRE I

I N T R O D U C T I O N

L'énergie est une ressource indispensable à toute entreprise, au même titre que le capital, le personnel ou les matières premières. Dans un pays comme le nôtre ,la crise actuelle de l'énergie se présente sous deux aspects principaux : - D'une part la hausse des prix des produits pétroliers importés affecte lourdement notre balance des paiements car nous consacrons un très grande partie de nos disponibilités à l'achat de combustibles fossiles ,

- d'autre part devons nous reconnaître que nous sommes entrés irréversiblement dans une période d'énergie chère et vraisemblablement de plus en plus chère sans même qu'à moyen terme on puisse exclure la menace d'une pénurie physique si des mesures rigoureuses ne sont pas prises pour infléchir nos besoins énergétiques. Il devient alors impératif de mettre sur pied un programme de gestion de l'énergie dans nos entreprises. Bien gérer l'énergie signifie rendre plus efficace son utilisation et accroître au maximum le rendement de toutes les installations susceptibles d'utiliser de l'énergie. Dans le domaine industriel cela se traduit par une réduction des coûts d'exploitation et une amélioration de la compétitivité des entreprises.

CHAPITRE II

ANALYSE ENERGETIQUE :

(CAS DE LA SENEPESCA)

II-1°) BREF APERCU DE LA SENEPESCA

La SENEPESCA a été créée en 1973. C'est une société de pêche industrielle opérant principalement sur la côte sénégalaise. Son armement qui comporte huit (8) chalutiers dont deux (2) congélateurs lui permet de réaliser un tonnage moyen annuel de pêche d'environ neuf mille (9000) tonnes.

Les chalutiers de la SENEPESCA pratiquent la pêche de fond. Les produits recherchés (les céphalopodes et les poissons rouges) sont destinés au marché japonais et la Communauté Economique Européenne (CEE), les autres produits au marché africain.

Elle exporte en volume environ 70% de sa production en Afrique principalement au Cameroun et en Côte d'Ivoire, le restant est destiné au Japon et à la CEE, cette dernière portion s'accapare 70% du chiffre d'affaire de la SENEPESCA.

II-2°) RELEVÉE DES EQUIPEMENTS.

Nous distinguerons ici les équipements électriques des équipements de production.

II-

2.1°) Les Equipements Electriques.

II- 2.1.1°) Les Equipements de transformation de distribution

La SENEPESCA est raccordée au réseau 30 KV de la SENELEC et transforme en basse tension 220/380 Volts à l'aide de deux transformateurs triphasés d'une puissance de 630 KVA chacun. La puissance motrice est en 380 Volts triphasé.

Elle possède, de plus, deux groupes électrogènes d'urgence d'une capacité de 250 KVA chacun.

Pour le circuit d'éclairage, la tension est en 220 Volts.

II- 2.1.2°) Les charges.

La charge nominale totale raccordée utilisée est d'environ 1137 KW. Elle se répartit comme suit:

- Charges motrices:	1090 kw
- Charges de conditionnement d'air:	15 kw
- Charges d'éclairage:	17 kw

II- 2.1.3°) l'appel de puissance.

Sur la liste des factures de la SENELEC de la période du 25 Juin 1986 au 22 Septembre 1988, il ressort une moyenne des maximums relevés de 697 kw.

II- 2.1.4°) L'éclairage intérieur

On retrouve trois types d'appareils d'éclairage intérieur. Leur répartition en importance est la suivante :

- Appareils fluorescents	37,1 %
- Appareils vapeur de mercure	18,7 %
- Appareils incandescents	44,2 %

La puissance totale des appareils d'éclairage intérieur est évaluée à 14,935 Kw et représente 87.5 % de la puissance d'éclairage installée.

II- 2.1.5°) L'éclairage extérieur.

Les appareils d'éclairage extérieur sont de trois types. Leur répartition en importance est la suivante:

- Appareils fluorescents	4,2 %
- Appareils vapeur de mercure	18,7 %
- Appareils incandescents	77,1 %

La puissance totale des appareils d'éclairage extérieur est estimée à 2,14 kw et représente 12,5 % de la puissance d'éclairage installée.

II- 2.1.6°) L'évaluation de la facturation.

La puissance souscrite (puissance maximale à appliquer) est demeurée à 850 kw, bien que le maximum relevé ait varié de 350 kw à 1200 kw pour un cos ϕ moyen de 0,87.

Le tarif appliqué est le tarif moyenne tension longue

utilisation (> 4000 heures /an) soit:

3 493 140 kwh consommées/an : Puissance max. appelée
= 4109 heures/an > 4000

II.2.2°) Les équipements de production.

Nous pouvons regrouper ces équipements de production suivant sept (7) rubriques:

II.2.2.1°) Les chambres froides:

Tableau 1: Chambres froides

Chambre froide n°	Equipements	Utilisation	Nombre	Puissance (KW)	Puissance totale raccordée
1 (300 T)	Evaporateur (-25°C)	Contrôle manuel du dégivrage à gaz chaud	1	1,10	2,2
	Ventilateur		2		
2 (88 T)	Evaporateur (-20°C)	Contrôle manuel du dégivrage à gaz chaud	2	0,55	4,40
	Ventilateur		8		
3 et 4 (300T)	Evaporateur		4	0,66	151,95
	Ventilateur Jeux de résistances chauffante		12 6		
A 0°C positif	Evaporateur à contrôle manuel		4	0,37	2,96
	Ventilateur		8		

I-2.2.2') Les salles de machines.
Tableau 2: salles de machine

Salle machine N°	Equipements	Utilisation	Nombre	Puis. (kw)	Puissance totale (kw)
1	Compresseur MYCOM FA4A2	Chambres	2		98,18
	Moteur 380/660v VEM	froides	2	37,00	
	Moteur Vent Condens. 220V AERTERMICA	N°3 et 4	4	0,51	
	Compresseur SAS DWM COPELAND	Chambre froide	1		
	Moteur 380/66A VEM	SAS	1	18,50	
	Moteur vent condens. 220v ZIEL-ABGG		3	0,64	
	Pompe refroidis-sante du compresseur	Chambre 3 et 4	2	0,86	
2	Refroidisseur évaporatif VLC-225	chambres froides n°1, 2 et tunnel n°3	1	11,00	328,61
	Moteur vent. du refroidisseur		2	1,50	
	Moteur de pompe à eau 220v		1		
	Refroidisseur évaporatif VNC-110	Chambres froides	1		
	Moteur vent. du refroidisseur	N° 1 et 2	1	11,0	
	Moteur de pompe à eau 220v	tunnel n° 3	1	0,75	
	Compresseurs SABROE TSMC 16/100	Chambre froides n°1 et 2 et tunnel n°3	3		
	Moteur 380/660 V Compresseurs		3	92,00	

Tableau 2 suite

2	SABROE TSMC 20CV Moteur 20CV Pompe refroidis- sante du com- presseur	Chambres froides n 1 et 2 et tun- nel n°3	2	1,18	
3	Compresseur SABROE Moteur 380V 60CV Moteur 380V 40CV	tunnel N°1 et 2	3 1 2	 45,00 30,00	105,00
	Compresseur MYCOM F42B2 Moteur 380/660V 50M3 Moteur vent. condes. Pompe refroidis- sante du compresseur	tunnel N°4 tunnel N°4	1 1 8 1	 75,00 0,51 0,55	79,63

II.2.2.3 °) Les tunnels

Tableau 3: les tunnels

Tunnel	Equipements	Utilisation	Nombre	puis. sance (KW)	Puis. totale (KW)
1 et 2	évaporation- (-35/-40°C) Ventilateur de 7,5CV	contrôle ma- nuel du dégi- vrage à l'eau	2 4	 5,52	22,08
3	Evaporation (-35/-40°C) Ventilateur de 4CV	contrôle manuel du dégivrage à l'eau	3 6	 2,94	17,66
4	Evaporateur (-35/-40°C)	contrôle du dégivrage à l'eau	1		11,78

Tableau 3 suite

	Ventilateur		4	2,94	
--	-------------	--	---	------	--

II.2.2.4 °) Les fabriques de glace.

Tableau 4: Fabriques de glace

Fabrique de glace N°	Equipements	Nombre	puissance (KW)	Puissance totale (KW)
1 et 2 (12,5T/ Jour)	Compresseur SABROE 7335-MATAL	1		
	Compresseur MYCOM F42B2	1		
	Moteur 380V	2	55,00	119,98
	Ventilateur du condenseur 220/380V	2	4,00	
	Pompe de reprise d'eau	2	0,99	
3	Compresseur ERW -450A	1		
	Moteur 380V	1	42,00	
	Moteur pompe et dégivreur 220/380V	2	1,50	47,20
	Moteur CUSHER	1	2,20	

I.2.5°) L'atelier de maintenance.

Tableau 5: Atelier de maintenance

Equipements	Nombre	Puissance (KW)	Puis.totale (KW)
Compression d'air	1	1,50	
Tour à métal	1	1,00	
Machine à souder portative	3	(8,55+17,1+2,74)	48,57
Poste de charge type SC 424-060	2	5,76	
Poste de charge type thf 36-100	2	3,08	

I.2.6°) Le poste électrique.

1 Ventilateur local

Puissance = 0,50 KW

I.2.7°) DIVERS.

Tableau 6: Divers

Equipements	Nombre	Puis. (KW)	Puissance totale (KW)
Réservoir Gas-Oil 1000L	1		1091,11
Pompe Gas-Oil	1	0,50	
Chauffe eau	3	1,25	
Pompe de puits 15,5CV	1	11,41	
Pompe d'eau de mer	1	4,00	
Pompe d'amoniac	2	3,00	
Moteur du tapis	2	1,10	
Moteur pour refroidisseurs	2	11,00	
Pompe de reprise d'eau	1	0,55	

I.2.8°) Les équipements de conditionnement de l'air.

Ces appareils sont installés suivant:

Tableau 7: de conditionnement de l'air

Localisation	Quantité	Capacité CV	Puis. (KW)	Puis. Totale (KW)
Service Maintenance	1	1	0,79	14,59
Service Armement	1	2	1,58	
	1	1	0,79	
	1	1,5	1,18	
	1	0,5	0,39	
Bureau administra-	1	2	1,58	
tifs	4	1	0,79	
Comptabilité	2	2	1,58	
	1	1,5	1,18	
Personnel	1	1	0,79	
Logement	3	H.S	0,00	

II- 3°) Relevé de la consommation d'énergie pour l'industrie.

II.3.1°) La consommation d'électricité.

Le listing de la consommation d'électricité pour les années 1986, 1987, 1988 et 1989 figure en annexe (1).

Ces données permettent de dégager le tableau de consommation d'électricité pour l'année représentative.

Tableau 8 Consommation d'électricité

Mois	coût total KF. cfa	puis. relevée	facteur de puis.	consommat. K1 (kwh)	Consommation K2 (kwh)
Janvier	16.431,90	600	93%	232621	46343
Février	14.149,99	650	93%	194106	39029
Mars	16.915,63	600	92%	243221	47159
Avril	15.557,63	600	95%	219042	43254
Mai	17.710,93	650	93%	256771	51188
Juin	18.885,26	825	90%	282291	55564
Juillet	19.279,62	800	91%	285227	57936
Août	19.131,17	850	92%	282963	57000
Septem	17.643,07	850	92%	258720	50940
Octobre	16.553,56	650	94%	235466	46424
Novem	14.618,54	600	96%	204411	40036
Décem.	15.735,24	440	95%	220312	43119

II.3.2°) La consommation d'eau

De même, les consommations d'eau pour les années 1986, 1987, et 1988 figurent en annexe (2).

Ces données ont permis de dégager le tableau de consommation d'eau pour l'année représentative.

Tableau 9: Consommation d'eau

Mois	Coût total KF cfa	Consommation M.cu
Janvier	1.103,51	3386
Février	1.032,45	3168
Mars	1.103,46	3386
Avril	1.067,88	3277
Mai	1.103,57	3386
Juin	1.067,96	3277
Juillet	1.103,50	3786
Août	1.103,50	3386
Septembre	1.067,92	3277
Octobre	1.021,45	3135
Novembre	1.067,91	3277
Decembre	1.103,51	3386

Les coûts sont calculés sur le tarif SONEES: 283,92F cfa/Mcu

II.3.3°) Le Bilan énergétique

II.3.3.1°) L'électricité.

Pour l'année 1988, la consommation électrique de la SENEPESCA s'élevait à 3493140 kwh. Elle était répartie en tarif K1 et K2 respectivement pour 2915148 et 577992 kwh. Le tableau suivant présente le résumé du bilan électrique de consommation des entités de la SENEPESCA .

Tableau 10: bilan de l'électricité

Entité	Puis.installée (kwh)	Energie cons. (kwh)	pourcentage (%)
Groupe de refroidissement chambre N°1,N°2 et tunnel N°3	372,87	1943473,01	55,6%
Groupe de refroid. chambre N°3 et 4	229,71	524361,66	15,0%
Groupe de refroid. chambre à 0°C positif	23,38	60930,62	17,4%
Groupe de refroid tunnel N°1 et 2	127,08	145176,19	4,1%
Groupe de refroid tunnel N°4	91,41	104426,78	3,0%
Fabrique de glace N°1 et 2	91,41	447543,36	12,8%
Climatisation	14,59	20313,66	0,6%
Atelier de Maintenance	30,89	63271,42	1,8%
Poste électrique	0,50	3504,00	0,1%
Eclairage		84107	2,4%
Autre équipements		43752,01	1,2%
Divers et pertes		51280,29	1,5%

Nous remarquons ici que le groupe de refroidissement chambres N° 1 et 2 et tunnel N°3 ainsi le groupe de refroidissement à 0° Positif constituent de gros consommateurs. Nous y reviendrons au cours du développement (voir étude de la consommation relative).

II.3.3.2°) L'eau

Pour l'année 1988, la SENEPESCA a consommé 39727 m3 d'eau. La répartition de cette consommation est présentée ci-dessous.

Tableau 11: bilan de l'eau

UTILISATION	CONSOMMATION en m3 d'eau de Sonees		Pourcentage
	Par jour	Par an	
Production	50,0	15 600	39,3%
Fabrique de glace	35,0	11 550	29,0%
Douches et Sanitaire	28,0	8 736	22,0%
Services Généraux	10,5	3 841	9,67%
TOTAL	127,33	39 727	100%

Remarque : On raisonne ici en terme de jour de production sur une base de 312 jours/an.

Cette consommation d'eau représente 0,42 % de la dépense énergétique totale annuelle.

II- 4°) Conclusion

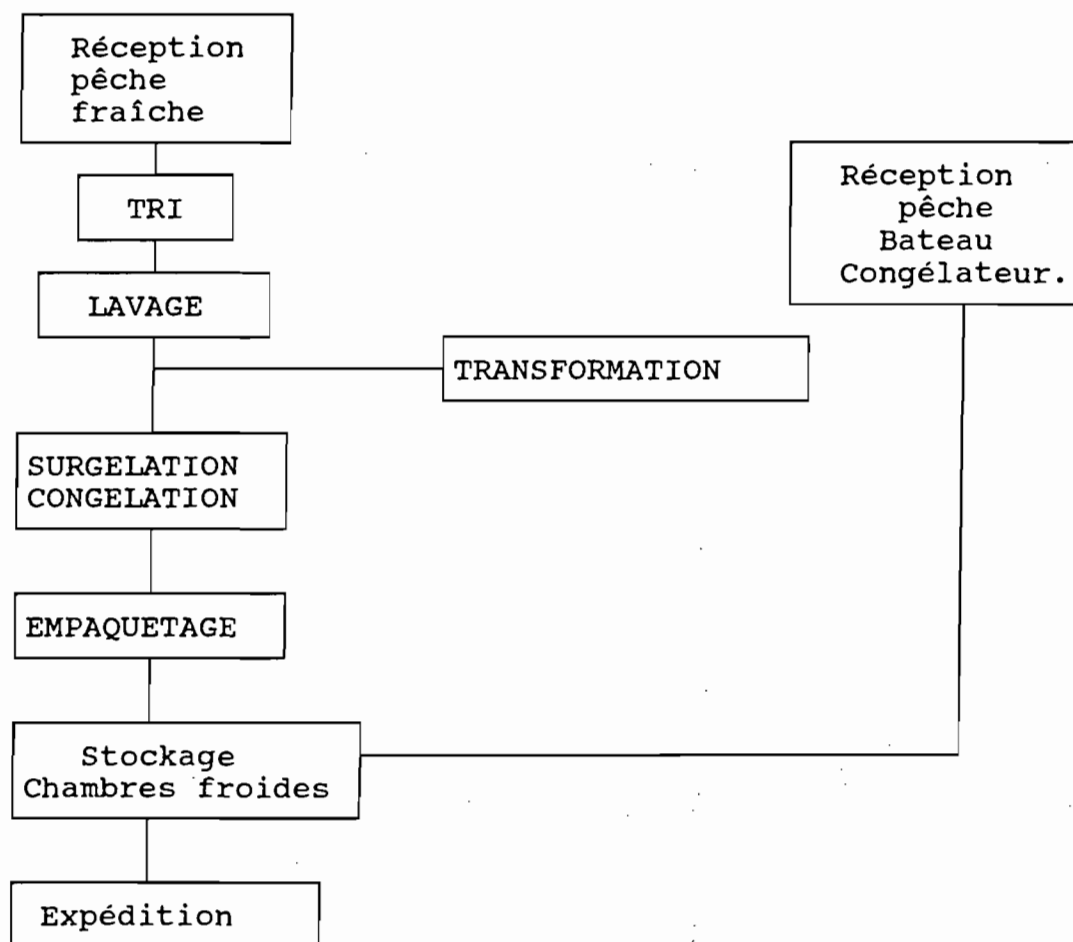
Cette analyse énergétique nous aura permis de distinguer d'une part les différents consommateurs d'énergie dans une industrie de pêche et leur importance relative, d'autre part les paramètres tels que les pertes et les tarifs sur le bilan énergétique global. Nous tenterons dans le chapitre suivant de déceler les paramètres les plus pertinents qui pourront nous servir de lanternes dans notre gestion d'énergie.

CHAPITRE III

DETERMINATION DES PARAMETRES D'ANALYSE.

Par gestion énergétique on entend le suivi de l'ensemble des flux énergétiques à n'importe quel echelon de l'entreprise .Pour mener à bien ce suivi nous utilisons certains paramètres énergétiques dont l'évolution en fonction du temps fonction du temps nous permettra de tirer une bonne appréciation sur la santé énergétique de notre entreprise.

Dans le cas de l'entreprise de pêche, la structure est plutôt simple. Illustrons cela encore une fois à l'aide de l'exemple de la SENEPESCA, le schéma du procédé de transformation du poisson est le suivant:



Si les fruits de la pêche sont divers et/ou si les produits sont de plusieurs types, on pourra alors distinguer plusieurs lignes de production. Dans chaque ligne nous aurons des unités de production qui comprennent plusieurs éléments (machines ateliers).

III 1°) Choix des paramètres

Le bilan énergétique de la SENEPESCA nous indique que le paramètre le plus important dont il faudra tenir compte est sans doute la consommation d'énergie. Nous suivrons parallèlement la consommation d'énergie réactive, ainsi que le profil annuel de l'appel de puissance (la puissance souscrite).

III 1.1°) La consommation d'énergie.

Gérer l'énergie est aussi synonyme d'économiser l'énergie donc lutter contre le gaspillage de cette énergie.

L'objectif visé par un programme de suivi de la consommation d'énergie est de rendre plus efficace l'utilisation de l'énergie dans l'entreprise. Il s'agit donc d'accroître au maximum le rendement de toutes les installations susceptibles d'utiliser de l'énergie et de maintenir le matériel dans un bon état. Cette politique aura certainement pour conséquence immédiate de diminuer les pertes par gaspillage simple et de minimiser ainsi la quantité d'énergie utilisée par unité de produit; Ceci est l'équivalent de réduire les prix de revient de l'entreprise par la même occasion accroître sa rentabilité.

III 1.2.°) L'énergie réactive

Pour plusieurs d'entre nous, la notion d'énergie réactive est fort mystérieuse et l'ingénieur même ne se sent pas à l'aise chaque fois qu'il doit se prononcer sur la nature de cette grandeur car le terme même d'"imaginaire" le trouble lorsqu'il doit expliquer

pourquoi cela entraîne des dépenses très réelles de production et de transport.

Rappelons tout d'abord qu'un conducteur porté à un potentiel V et traversé par un courant I est entouré par un champ électromagnétique.

- Un champs électrique $\vec{E}$
- Un champ d'induction magnétique $\vec{B}$.

Si nous considérons un appareil d'utilisation quelconque, le réseau lui fournit à tout instant :

- Une puissance "active" P_a qui subit réellement la transformation énergétique pour laquelle l'appareil a été conçu (on pourrait l'appeler puissance utile).
- Une puissance "capacitive" P_c échangée avec le champ électrique.
- Une puissance "magnétique" ou "magnétisante" P_m échangée avec le champ d'induction magnétique.

$$P_a = V^2/R$$

$$P_c = CV \cdot (dV/dt)$$

$$P_m = (1/L) V \int V dt$$

Si la tension du réseau est une tension cosinusoidale:

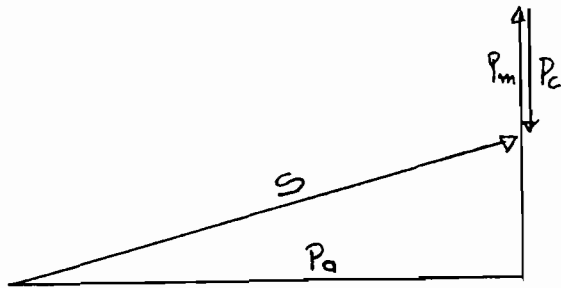
$V = V_0 \cos \omega t$ alors on a:

$$P_a = V_0^2/2R \cdot (1 + \cos 2\omega t)$$

$$P_c = - V_0^2 \omega C/2 \cdot \sin 2\omega t$$

$$P_m = + V_0^2/2\omega L \cdot \sin 2\omega t$$

Si on utilise la représentation phasorielle (dans le plan complexe), le triangle de puissance se présentera comme suit :



S : Puissance apparente

1er cas: Si P_m et P_c sont égales en modules, comme elles sont de signe opposé, il y'a donc directement échange d'énergie entre les champs électriques et d'induction magnétique locaux.

Dans ce cas bien particulier le réseau n'est alors pas sollicité à participer à l'échange .Ce cas est aussi caractérisé par la relation:

$$1/L\omega = c\omega \quad \text{ou}$$

$$Lc\omega^2 = 1$$

2°cas: c'est le cas le plus fréquent où P_m et P_c ont des modules différents, le réseau est alors obligé de véhiculer une puissance supplémentaire : c'est la puissance réactive désignée par Q .

$$Q = P_m - P_c$$

et $W_r = \int Q \, dt$ définit l'énergie réactive;

par convention: On dira que l'appareil auquel est fourni cette puissance réactive:

- Consomme de l'énergie réactive lorsque $Q > 0$ (cas de la bobine)

- Produit de l'énergie réactive lorsque $Q < 0$ (cas du condensateur).

Remarque: Le transit de puissance réactive accroît :

- Les pertes dans le réseau
- Les chutes de tension (voir plus loin)
- L'intensité du courant

III.1.3') La puissance souscrite.

Ici aussi on a un intérêt à contrôler la puissance souscrite afin de bénéficier d'avantages de type tarifaires. Rappelons simplement à ce stade que la puissance souscrite par l'abonné doit être au moins égale à la puissance maximale que cet abonné désire avoir à sa disposition.

La société d'électricité s'en sert pour le réglage du disjoncteur (basse tension) ou des relais commandant le disjoncteur (moyenne et haute tension) à l'intensité correspondant à la puissance souscrite sous $\cos \phi$ majoré de 10%

Au cas où trois (3) dépassements auraient été constatés durant la validité du contrat, la société de distribution pourra exiger le réajustement de la puissance souscrite.

Ces paramètres d'analyse pris individuellement ne permettent pas de faire une bonne analyse. Nous tenterons donc de définir quelques ratios d'analyse à partir de ces paramètres.

III.2') Définition des ratios d'analyse

III.2.1') La consommation spécifique

Elle se définit comme la consommation d'énergie rapportée à l'unité produite. Ce paramètre constitue celui qui permet le mieux de comprendre si l'énergie a été bien utilisée dans l'entreprise. Dans le cas de l'industrie de pêche la production n'étant pas homogène, il convient de la scinder suivant les différentes lignes de production existantes.

Si Q désigne la production totale (exprimée en tonnes par exemple), alors on a :

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

ou n désigne le nombre de ligne de production

Q_i la production de la ligne i

La consommation totale d'énergie (C) se retrouve aussi sous la forme :

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

ou $C_i = c_i * Q_i$ désigne la consommation de la ligne

i , $c_i = C_i/Q_i$ la consommation spécifique de la ligne i

c_i sera un ratio primaire de consommation spécifique.

Dès lors on pourra définir les ratios secondaires et tertiaires pour une ligne donnée. Par exemple

$c_{12} = C_{12}/Q_1$ sera défini comme la consommation spécifique de l'unité 2 de la ligne 1.

$c_{123} = C_{123}/Q_1$ sera la consommation spécifique de l'élément 3 de l'unité 2 de la ligne 1.

Pour le traitement de ce type de ratio on aura souvent recours à ce que l'on a convenu d'appeler la consommation optimale de base. Elle se définit comme le minimum de la consommation spécifique d'énergie d'une ligne, d'une unité ou d'un élément.

III.2.2 *) La consommation relative

Elle se définit comme la consommation d'énergie rapportée à la consommation globale d'énergie de l'entreprise ou de la ligne. Après avoir décelé l'existence d'une anomalie (par le ratio de consommation spécifique par exemple), le ratio de consommation relative permet de voir parmi les gros consommateurs d'énergie celui qui présente réellement des problèmes de fonctionnement.

Remarque : Pour que l'étude de ce ratio ait un sens véritablement il faudra l'appliquer exclusivement aux gros consommateurs d'énergie (plus de 20 % de la consommation totale environs).

De la même manière que précédement on pourra définir pour ce type les ratios primaires (pour les lignes), secondaires pour les unités et tertiaires (pour les éléments). par exemple si E définit la consommation globale alors

$e_i = E_i/E$ sera la consommation relative de la ligne i par rapport à la consommation globale.

$e_{ij} = E_{ij}/E_i$ sera la consommation relative de l'élément j par rapport à la consommation de la ligne i.

III*) Le Facteur De Puissance

Pour un circuit électrique donné , il est important de connaître toujours quelle partie de la puissance apparente est la

puissance réelle (puissance active) et quelle partie constitue la puissance réactive.

Si	$Q = 3 \cdot VI \sin \phi$	désigne la puissance réactive
	$P = 3 \cdot VI \cos \phi$	la puissance active
	$S = 3 \cdot VI$	la puissance apparente

La répartition des puissances est exprimée par un ratio appelé le facteur de puissance ou 'COS ϕ '.

Si Q est positif on dit que le circuit est inductif

Si Q est négatif alors le circuit est capacitif.

Les installations électriques industrielles sont généralement à caractère inductif (à cause des moteurs) et consomment donc de la puissance réactive.

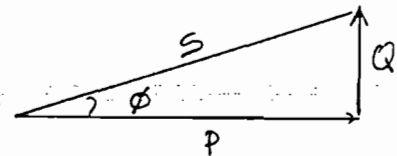
On déduit du triangle de puissance :

$$\cos \phi = P/S$$

ou $\cos \phi = P / (P^2 + Q^2) = 1 / (1 + Q^2 / P^2)$

ou encore si on utilise les énergies

$$\cos \phi = W_a / (W_a^2 + W_r^2) = 1 / (1 + W_r^2 / W_a^2)$$



Inconvénients d'un faible facteur de puissance

Un faible facteur de puissance engendre des inconvénients certains aussi bien pour l'entreprise que pour la compagnie d'électricité :

- D'une part on note une intensité plus élevée pour le travail réel fourni autrement dit pour une puissance active donnée plus le facteur de puissance est bas plus l'intensité requise est élevée.

- D'autre part le réseau connaît une augmentation importante de ses pertes en ligne. Celles ci sont exprimées par :

$$p = R(P^2 + Q^2) / V^2 = R \cdot S^2 / V^2 = R \cdot (\sqrt{3} \cdot VI)^2 / V^2 = 3 \cdot RI^2$$

Or $I_a = I \cdot \cos \phi$ (composante active du courant efficace)

$$p = \sqrt{3} \cdot R \cdot (I_a / \cos \phi)^2$$

Pour une puissance active constante I_a est constante donc :

$$p = (\sqrt{3} \cdot R \cdot I_a^2) / \cos^2 \phi$$

Ces pertes dues à la résistance des conducteurs et s'ajoutant à la consommation active de l'installation montrent encore une fois que l'on a tout intérêt à les minimiser en augmentant le facteur de puissance.

-Enfin le réseau connaît une chute de tension supplémentaire.

En triphasé la chute de tension s'écrit :

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot Z_m$$

ou
$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot (RI \cos \phi + XI \sin \phi)$$

R et X désignant respectivement la résistance et la réactance du câble.

$$\Delta U / U = \sqrt{3} \cdot (R \cdot VI \cdot \cos \phi / V^2 + VI \sin \phi / V^2)$$

$$= (RP + XQ) / V^2$$

Ceci signifie que pour une même puissance active P, plus Q augmente, plus $\Delta U / U$ augmente.

Il est donc de notre intérêt et de celui de la société de distribution d'augmenter le facteur de puissance (de diminuer Q) afin d'infléchir la chute relative de tension.

Causes des faibles valeurs du facteur de puissance

Les causes peuvent être multiples ; nous allons en citer les plus importantes.

-Un mauvais choix des moteurs asynchrones car:

- 1°_ Dans les limites d'emplois (entre la marche à vide et la marche à pleine charge) le facteur de puissance s'améliore avec la charge.
- 2°_ Le facteur de puissance est très faible à vide (0.1 à 0.15) ; A pleine charge il atteint 0.80 pour les petits moteurs et 0.90 pour les gros moteurs.
- 3°_ Pour un moteur bien construit , le point de fonctionnement correspond au maximum du $\cos \phi$.

Les conséquences qui en découlent sont les suivantes:

- * Un inconvénient sérieux du point de vue consommation d'énergie réactive , à utiliser un moteur de puissance trop grande par rapport à celle nécessaire.
 - * L'emploi de plusieurs petits moteurs aurait pour conséquence une consommation d'énergie réactive plus grande que celle d'un seul gros moteur de puissance équivalente.
- En dehors de ces causes dues principalement au design même des machines les faibles valeurs de $\cos$. pourraient faire suite à l'entretien ou les réparations de moteurs. En effet après une réparation (rebobinage de moteurs etc...),il peut arriver que l'entrefer d'un moteur augmente ; dans ce cas le courant réactif augmente d'où diminution du facteur de puissance.

Compensation de l'énergie réactive

La compensation de l'énergie réactive est réalisée suivant deux méthodes :

-Les méthodes naturelles simples consistant principalement au respect des règles découlant du comportement physique des équipements .

-Les méthodes artificielles : Elles consistent à annuler l'effet néfaste de l'énergie réactive mise en jeu dans l'installation, par l'utilisation de batteries de condensateurs dont la puissance réactive est donnée par la formule :

$$C = (P/wV^2) * (\tan(\arccos\phi) - \tan(\arccos\phi'))$$

avec $\cos\phi'$: facteur de puissance cherché

$\cos\phi$: facteur de puissance actuel

Finalement le ratio primaire de facteur de puissance sera évalué (mesuré) à l'entrée de l'usine (au primaire du poste de transformation), le ratio secondaire sera celui d'une ligne de production , etc...

Conclusion:

A travers ce paragraphe, très important pour la suite de notre démarche, nous avons établi les ratios d'analyse. Dans notre programme ces ratios vont constituer nos paramètres d'entrée et nous allons essayer dans le prochain chapitre d'asseoir des méthodes mathématiques de traitement de ces ratios.

CHAPITRE IV

IV TRAITEMENT DES RATIOS D'ANALYSE.

IV 1- Modèle mathématique et traitement des données

IV 1.1- La consommation spécifique d'énergie

On veut lier la consommation d'une forme d'énergie donnée (électricité, gaz ou eau) avec la production de la ligne. Si l'on arrive à prouver l'existence d'une relation linéaire entre ces deux variables alors le problème posé par l'analyse des données sera de beaucoup simplifié parce qu'il s'agira tout juste de faire une analyse d'écarts par rapport aux prévisions (on pourrait affirmer que pour produire une quantité x il faudra consommer y).

Des études statiques ont prouvé que pour la plupart des industries et en particuliers pour l'industrie de pêche (qui est en réalité grosse consommatrice d'énergie), la consommation de certaines formes d'énergie (l'électricité par exemple) varie linéairement avec la production.

Définition de la consommation optimale de base

On pourrait définir ce terme comme le minimum de la consommation spécifique d'énergie de la ligne (ou l'unité) de production. Elle se calcule dans l'hypothèse où se trouveraient réunies simultanément toutes les conditions optimales qu'il serait possible de réaliser.

Pour le contrôle économique il faudra faire une comparaison entre la consommation effective et la consommation optimale de base, analyser ensuite la différence entre ces deux grandeurs.

L'analyse des écarts consistera quant à elle à trouver à partir des formules établies pour la détermination de la consommation optimale de base , l'influence des différents paramètres sur la consommation spécifique . Nous essayerons de présenter ces écarts sous forme de courbes traduisant la variation de la consommation spécifique en fonction des différents paramètres .

Tout dépassement par rapport à cette consommation optimale doit dépendre de causes externes sur lesquelles on ne peut agir, ou de causes internes dépendant directement de l'exploitation.

La connaissance du détail du dépassement dû aux causes internes nous permet d'agir en conséquence pour améliorer la consommation spécifique.

Méthodes de calcul de la consommation optimale de base

Le calcul de la consommation optimale de base peut se faire à l'aide des caractéristiques des appareils consommant de l'énergie (données du constructeur).

Généralement il apparaît après un certain temps de fonctionnement de grands écarts entre les consommations réelles et la consommation spécifique de base, dus à la dégradation de l'installation :

Ecart = variation absolue par rapport à la consommation optimale de base dont nous avons fait mention plus haut.

Ainsi la consommation optimale de base pourrait être différente de la consommation spécifique dans les conditions optimales d'exploitation. Cette raison nous a poussé à proposer deux méthodes

d'analyse de la consommation spécifique : la méthode de la régression linéaire simple et la méthode des cartes de contrôle.

a °) La méthode de la régression linéaire

Nous sommes partis de l'hypothèse que la consommation d'énergie varie linéairement avec la production.

Si C désigne la consommation et Q la quantité produite, alors la consommation optimale de base pourrait être déterminée en faisant l'ajustement des données recueillies sur plusieurs mois pour obtenir une relation linéaire entre consommation et production. Nous aurons ainsi appliqué un modèle de régression linéaire simple à nos variables et nous pourrions écrire :

$$C = aQ + b$$

où a est la consommation optimale de base

b est le second paramètre de régression qui si

l'on suppose notre étude restreinte à l'industrie

elle même devrait être négligeable devant le

terme aQ.

Bref exposé de la méthode

Si le couple (C_i, Q_i) représente la donnée du mois j, alors en appliquant une régression linéaire, on commet une erreur dont la valeur est : $R_j = C_i - (aQ_i + b)$, la droite de régression est en fait celle qui permet de minimiser les erreurs. La détermination des paramètres de régression a et b se fait par la méthode des moindres carrés : on cherche à minimiser la fonction auxillaire:

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^n (C_i - aQ_i - b)^2$$

qui n'est autre que le module du vecteur erreur :

$$R = \begin{pmatrix} C_1 - aQ_1 - b \\ C_2 - aQ_2 - b \\ \vdots \\ C_n - aQ_n - b \end{pmatrix}$$

la minimisation se fait en annulant les dérivées $\frac{\partial S}{\partial a}$ et $\frac{\partial S}{\partial b}$

$$\cdot \frac{\partial S}{\partial a} = \sum_{i=1}^n 2(C_i - aQ_i - b)(-Q_i)$$

$$\cdot \frac{\partial S}{\partial b} = \sum_{i=1}^n 2(C_i - aQ_i - b)(-1)$$

on trouve :

$$\cdot a = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i^2 \sum_{i=1}^n C_i - \sum_{i=1}^n Q_i \sum_{i=1}^n (Q_i C_i)}{N \sum_{i=1}^n Q_i^2 - (\sum_{i=1}^n Q_i)^2}$$

et

$$\cdot b = \frac{N \sum_{i=1}^n (Q_i C_i) - \sum_{i=1}^n Q_i C_i}{N \sum_{i=1}^n Q_i^2 - (\sum_{i=1}^n Q_i)^2}$$

Suite à la détermination de cette régression on va se fixer un intervalle d'erreur tolérable qui pourrait être la moyenne de ces erreurs.

b- La méthode des cartes de contrôle

Contrairement à la méthode de régression linéaire, cette méthode assimile la consommation optimale de base à la moyenne des

consommations spécifiques pour tous les mois antérieurs.

Cette moyenne est obtenue par:

$$\bar{C} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{Q_i} \right)$$

Bref exposé de la méthode

Si le nombre de données (C_i, Q_i) est assez grand, alors cette méthode devient applicable et devrait permettre de déceler des variations anormales de consommation spécifique. On calcule donc la moyenne E de consommation spécifique et on choisit l'intervalle $(E - 3\sigma, E + 3\sigma)$ pour la tolérance.

La justification statistique en est que la probabilité que la consommation spécifique soit hors de cette intervalle est très faible (0,00135) si la distribution de la variable est normale avec moyenne c et écart type σ . Ceci signifie que si l'on prend les limites $(\bar{C} - 3\sigma)$ et $(\bar{C} + 3\sigma)$ alors on court un risque de 1/1000 de faire une erreur de première espèce, c'est-à-dire de considérer que le processus est hors contrôle lorsqu'il est sous contrôle ou au contraire considérer qu'il est sous contrôle alors qu'il ne l'est pas.

$\bar{C} + 3\sigma$ sera la limite de contrôle supérieure (LCS)

$\bar{C} - 3\sigma$ sera la limite de contrôle inférieure (LCI).

Avec
$$\bar{C} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{Q_i} \right)$$

et

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{Q_i} \right)^2 - \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{Q_i} \right) \right)^2}$$

Le suivi de la consommation spécifique

Pour les deux méthodes que nous venons d'exposer, le suivi de la consommation se fera de la façon suivante :

- d'une part si pour une ligne, une unité ou un élément de production on constate que la consommation sort des limites que nous nous sommes fixées, alors on considérera que notre processus est hors contrôle et il convient d'intervenir.

- d'autre part, si on remarque une tendance pour la consommation spécifique à sortir des limites alors on va de même considérer le processus hors contrôle.

Choix d'une méthode

S'il est vrai que la méthode de régression linéaire est très efficace surtout en ce qui concerne les prévisions sur consommations, il n'en demeure pas moins vrai que sa validité pourrait être remise en cause si l'entreprise qui nous intéresse présente déjà beaucoup d'anomalies liées à la vieillesse et à la dégradation de ses équipements. Nous choisissons finalement la méthode des cartes de contrôle qui présente l'avantage d'être très facile à utiliser et flexible de surcroît en ce qui concerne principalement les limites de contrôle.

Le programme que nous avons établi permet de visualiser en même temps les consommations spécifiques sur 12 mois par rapport à la consommation optimale de base (la moyenne) ce qui permet tout de suite de se rendre compte de l'équilibre énergétique de l'entreprise.

Mesures corectives

Si l'on constate que notre processus est hors contrôle, alors le gérant de l'énergie doit se poser les questions suivantes :

1- La production pour ce mois n'est-elle pas trop faible ? En effet si cette proposition s'avérait vraie, alors elle pourrait être la cause de la fluctuation anormale de la consommation spécifique dans la mesure où certains appareils ne peuvent pas fonctionner en deça de certains régimes. Donc si la production est trop faible il peut arriver que la consommation ne diminue pas pour autant (limites de validité de la linéarité).

2- La température moyenne pour ce mois n'est elle pas trop élevée?

En effet ceci pourrait être une cause de fluctuations importantes de la consommation spécifique si la résistance thermique des parois de chambres frigorifiques n'est pas suffisamment grande ou lorsque les infiltrations (dues aux ouvertures de portes) sont importantes.

Le programme comprend en fait une partie qui traite de l'étude de l'influence de la température extérieure sur la consommation spécifique, en vue de trouver une solution à ceci.

3- Certains équipements ne présentent ils pas des défauts?

En effet ceci pourrait être la cause d'une baisse de rendement de certains appareils d'où augmentation de la consommation

spécifique.

- 4- Avons nous décidé de modifier la vitesse de congélation de certains produits ? Car ceci pourrait être la cause d'une augmentation de la consommation spécifique (la puissance requise augmente).

Si les réponses aux questions 2 et 3 s'avèrent positives, alors nous serons dans l'obligation d'intervenir pour stopper le gaspillage. Concernant les appareils défectueux, il faudra soit les réparer ou les changer, pour l'influence de la température extérieure, il faudra augmenter la résistance thermique des parois et étudier la mise au point d'un planning visant à optimiser les infiltrations de portes de chambres froides.

v.1.2- La température extérieure

Il s'agit ici d'établir l'influence de la température extérieure sur la consommation spécifique. Si l'isolement des chambres froides est parfait et si le problème des infiltrations ne se pose pas, alors nous pourrions dire que la température extérieure n'influe pas sur la consommation spécifique. Sinon sommes nous contraints de prendre en compte cette influence dans notre programme de gestion énergétique.

Si on suppose que tous les autres paramètres ne varient pas (-défectuosité, etc...) alors on va considérer que la consommation spécifique va varier linéairement en fonction de la température extérieure. Ceci nous amène à utiliser ici le modèle de régression linéaire exposé plus haut mais pas pour prévoir ou suivre

l'évolution en fonction du temps, mais pour essayer au besoin de rendre la pente de la droite moins grande.

Les mesures correctives ont été exposées plus haut et devraient permettre de rendre petit à petit notre pente nulle.

V.1.3- La consommation relative

Nous avons défini ce ratio comme le rapport entre la consommation d'une ligne de production et la consommation globale d'une forme d'énergie. Si l'on s'intéresse à une unité, elle signifie le rapport entre la consommation d'une unité de production et la consommation de la ligne.

Précisons à ce niveau que l'analyse de la consommation spécifique n'est applicable que pour les gros consommateurs (par rapport à la consommation d'une ligne s'il s'agit d'une unité). Ceci n'explique pas le fait que si la consommation de la ligne par exemple est faible par rapport à la consommation globale de l'entreprise (0 à 20 %), le rapport consommation (ligne)/consommation globale peut sembler constant (ou varier dans un sens) alors que la réalité est tout autre. Ce serait le cas par exemple si une ligne voisine, très grosse consommatrice, voit sa consommation varier dans le même sens. La méthode d'analyse qui sera utilisée est celle des cartes de contrôle exposée plus haut.

On calcule alors la moyenne et l'écart-type des consommations relative de tous les mois antérieurs. On adoptera ensuite un intervalle de confiance $(C-3\sigma, C+3\sigma)$ ou $C = 1/N \dots C_i/C_{gli}$ où C_i est la consommation de la ligne pour le mois i et C_{gli} la

consommation globale de l'entreprise pour le mois i et le suivie de cette consommation relative est similaire à celle exposée pour la consommation spécifique, il en est de même pour les mesures correctives.

V.1.4- Le facteur de puissance

L'analyse pour ce ratio est un système un peu plus simple à cause des contraintes imposées par la SENELEC et qui sont les suivantes :

a- pour les valeurs de $\cos \phi$ comprises entre 0,87 et 0,95 la facturation ne donne lieu à aucune modification en hausse ou en baisse des tarifs en vigueur.

b- pour les valeurs de $\cos \phi$ inférieures à 0,87 les tarifs seront majorées de 1 % pour chaque centième de $\cos \phi$ au dessous de cette valeur jusqu'à $\cos \phi = 0,60$.

c- pour les valeur de $\cos \phi$ inférieures ou égales à 0,59, les tarifs seront majorées à un taux encore plus importante.

d- pour les valeurs de $\cos \phi$ supérieures à 0,95, les tarifs seront numérés de 1 % pour chaque centième de $\cos \phi$ au dessus de cette valeur.

Ces contraintes nous permettent sans calculs de fixer nous même nos limites de contrôle. Ainsi on choisira comme limite de contrôle supérieur (LCS) la valeur de $\cos \phi$ égale à 1 et pour limite de contrôle inférieur (LCI) la valeur de $\cos \phi$ égale à $0,87 = \frac{3}{2}$. Avec ces données nous établissons la carte de contrôle pour $\cos \phi$ et nous aurions son évolution au cours du temps. Si à un moment donné nous sommes hors contrôle alors les mesures

correctives suivantes sont appliquées.

Mesures correctives

Le suivi du facteur de puissance nous amenera par moments à intervenir directement sur nos installations afin de réajuster un peu les valeurs de ce ratio. En effet si le processus devient à un moment donné hors contrôle, le gestionnaire de l'énergie devra trouver une réponse aux questions suivantes:

1°) les équipements installés (moteurs, transformateurs...) n'ont-ils pas été surdimensionnés ?

2°) Est-il possible d'installer une grosse machine (moteur, machine frigorifique, transformateur) dont la puissance serait suffisante pour remplacer plusieurs autres ?

3°) Les derniers travaux d'entretiens d'équipements ne sont-ils pas la cause de la diminution du facteur de puissance ?

Si la réponse à la première question s'avère positive alors nous aurons tout intérêt à procéder à un remplacement d'équipements;

Le travail à faire consistera à réévaluer les charges réelles et à choisir de nouveaux équipements plus adéquats.

Aussi s'il est possible de remplacer plusieurs machines par une seule dont la capacité nous permet de satisfaire nos besoins, alors cette solution serait la bienvenue car elle permettrait du même coût de réduire la consommation d'énergie réactive donc d'élever

le facteur de puissance.

Enfin si l'on remarque que c'est bien suite à des réparations que le facteur de puissance a diminué , alors on aurait bien des raisons de faire reprendre ces travaux d'entretien.

Si l'on se trouve malheureusement dans l'incapacité de prendre une seule des mesures correctives citées ci haut , alors on sera bien obligés de recourir à la méthode artificielle de compensation de l'énergie réactive qui consiste à placer en parallèle dans le circuit des batteries de condensateurs de capacité :

$$C = P / (w.V^2) * (\tan \text{Arcos } \phi - \tan \text{Arcos } \phi')$$

ou P designe la puissance appelée

cos ϕ et cos ϕ' les facteurs de puissance actuelle et
cherchée

IV.1.4°) La puissance souscrite

Nous proposons ici un modèle de traitement qui devrait nous permettre , sur la base de données antérieures , de faire une prévision correcte sur l'appel de puissance de l'année à venir.

L'approximation du profil de l'appel de puissance nous permettra de recommander une nouvelle puissance souscrite .

Il est entendu que la puissance appelée présente des fluctuations plus ou moins grandes suivant la production.

Le modèle de WINTER'S que nous avons choisi est une technique quantitative basée sur la statistique . C'est un lissage exponentiel qui prend en compte les fluctuations dans une même période de la puissance appelée . Nous nous fixerons pour période

une année (douze mois).

Présentation de la méthode

Nous essayons de donner ici un schema de la procedure de calcul par la methode de WINTER'S .

1-Entrer les puissances réelles des deux dernières années (au moins) soient $P[t]$.

2-calculer les valeurs moyennes pour chaque année i.e. :

$$V1 = 1/N * (\sum(P[t])) \quad \text{avec } 1 < t < 12$$

$$V2 = 1/N * (\sum(P[t])) \quad \text{avec } 13 < t < 24 \quad N = 12$$

3-calculer le facteur de tendance :

$$G[25] = (V2 - V1) / N$$

4-calculer l'intersection entre la droite limite de tendance et la production :

$$R[25] = V2 + G[25] * (n-1)/2$$

5-calculer les facteurs periodiques des deux années passées :

$$F1[t] = P[t] / (V_i - ((N+1)/2 - j) * G[25]) \quad \text{avec } i=1,2 \\ j=1..N$$

6-calculer les moyennes des deux mêmes mois :

$$F2[t] = (F1[t] + F1[t-N]) / 2 \quad \text{pour chaque mois}$$

7-calculer la valeur normalisée de $F2$:

$$F3[t] = N * F2[t] / \sum(F2[t])$$

8-si a, b et c sont les constantes de lissage nous aurons pour l'année à venir (de janvier à decembre) :

$$R[t] = a * (P[t] / F3[t-N]) + (1-a) * (R[t-N] + G[t-N])$$

$$G[t] = c * (R[t] - R[t-N]) + (1-c) * G[t-N]$$

$$F3[t] = b*(P[t]/R[t]) + (1-b)*F3[t-N]$$

9-on calcule enfin les prévisions mensuelles par :

$$P[t+T] = (R[t] + T*G[t]) * F[t+T-N]$$

La seconde partie de ce programme consiste à recommander une nouvelle puissance souscrite par :

$$PUIS = \text{sum}(P(t+T)/12$$

IV °) Le modèle informatique

Après avoir choisi une methode de traitement pour chaque ratio énergétique , le reste du problème consistera à faire une traduction informatique de ce modèle mathématique et eventuellement faire une application à une entreprise type .

Le langage de programmation que nous proposons est la version quatre (4.0)du turbopascal .

Vous trouverez en annexe (3) le listing de ce logiciel de gestion d'énergie .

Notre programme comprend trois parties essentielles :

a- La partie saisie des données de l'entreprise .

Cette partie est executée à chaque fin de mois .

Elle permet le stockage de nouvelles données .

b- La partie modification de données anciennes .

Cette partie n'est executée que lorsque le besoin se fait sentir .

Elle permet à l'utilisateur de d'accéder à des données même très anciennes pour fins de modifications .

c- La partie traitement des données de l'entreprise .

Cette dernière partie pourrait etre executée à n'importe quelle periode de l'année .

Elle constitue une étape très importante du processus de gestion énergétique . Le gestionnaire de l'énergie doit à ce stade lire et interpreter les resultats (courbes d'évolution des parametres) et prendre une decision allant dans le sens d'une recherche de l'équilibre énergétique de l'entreprise.

CHAPITRE V

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Une étude approfondie du marché international montre que la situation financière ,le prix des matières premières , l'augmentation des charges salariales etc..., sont telles que l'amélioration significative des performances d'une entreprise ne peut s'obtenir qu'en intégrant à toutes ces données classiques le "coût" de l'énergie indispensable au fonctionnement de cette entreprise . La meilleure manière de minimiser ce coût de l'énergie est de rendre efficace un programme de gestion énergétique .

Tout programme devrait permettre à chaque échelon de la production de prévoir, de mesurer, et de contrôler l'ensemble des flux énergétiques dans l'entreprise . Notre étude a porté essentiellement sur le contrôle des flux c'est-à-dire le diagnostic et le suivi des consommations d'énergie. Le programme que nous proposons est à même de traiter les paramètres d'énergie et de faire des proposition très efficaces en matière de d'économie d'énergie. Aujourd'hui une étude avancée sur le calcul des prévisions pour la consommation viendrait à son heure.

Comme autre recommandation nous suggérons à toute industrie de se doter impérativement d'une cellule d'énergie capable de mener à bien cette gestion.

Si nous analysons à présent l'aspect non moins important du gaspillage et si nous nous plaçons à une échelle beaucoup plus large ,nous serons alors bien obligés de reconnaître que notre

monde a des dimensions finies et que la quantité de minéraux exploitables est elle même finie ; Si dès à présent nous ne prenons pas des mesures de conservation et si nous n'investissons pas dans le developpement des sources d'énergie nouvelles et renouvelables (il s'agit là de l'énergie solaire, de l'éolienne et de la fusion thermonucléaire), notre problème ne sera plus d'ici peu de trouver de l'énergie à bas prix de revient mais tout simplement de trouver de l'énergie quel qu'en soit le prix .

REFERENCES

1. L'énergie et le développement ? Quels enjeux?

Quelles méthodes?

publié par la commission des communautés européennes.

2. Inventaire de l'énergie dans l'industrie

M.D.I.A.

3. Projet d'économies d'énergie dans l'industrie au SENEGAL

publié par le groupe A.D.S.

4. La gestion de l'énergie dans l'industrie .

par Bernard BAUDIN

5. Energie et alimentation au SENEGAL : Comparaison entre deux systèmes de pêche .

par le CIRED : centre international de recherchesur

l'environnement et le developpement.

ANNEXES

ANNEXE 1:

RELEVÉ DES FACTURES D'ELECTRICITE DE LA SENEPESCA de 1986 à 1989

DATE		Puissance	Facteur de	Consom.	Consom.	Consom.
du		Relevée	Puissance	Tarif k1	Tarif k2	Totale
		en Kw	%	Kwh	Kwh	Kwh
25/06/86	29/07/86	360	0.98	188900	37900	226800
29/07/86	25/08/86	360	0.98	146500	29500	176000
25/08/86	26/09/86	330	0.98	155300	28700	184000
26/09/86	23/10/86	580	0.25	170300	34500	206100
23/10/86	22/11/86	580	0.88	220800	44800	265700
22/11/86	24/12/86	610	0.58	222700	47100	275300
24/12/86	27/01/87	820	0.35	285400	54400	319800
27/01/87	26/02/87	890	0.54	245000	52600	297800
26/02/87	25/03/87	700	0.53	233600	49100	282700
25/03/87	27/04/87	700	0.53	307700	61800	369500
27/04/87	25/05/87	700	0.23	294700	57100	351800
25/05/87	29/06/87	720	0.81	354700	71700	426400
29/06/87	27/07/87	720	0.53	250000	53300	333300
27/07/87	27/08/87	720	0.55	239700	55500	335000
27/08/87	23/09/87	720	0.84	318900	62400	378000
23/09/87	23/10/87	720	0.55	251400	46300	280700
23/10/87	19/11/87	850	0.85	183400	33800	222200
19/11/87	12/01/88	550	0.53	492800	97700	590500
12/01/88	01/02/88	1200	0.8	176300	34900	211200
01/02/88	23/02/88	1200	0.82	203300	40300	244100
23/02/88	23/03/88		0.87	250000	50300	300300
23/03/88	23/04/88		0.91	281400	57300	338900

ANNEXE 2:

RELEVES DES FACTURES D'EAU DE LA SENESEJA de 1985 à 1989

DATE		Puissance Relevée	Facteur de Puissance	Consom. Tarif k1	Consom. Tarif k2	Consom. Totale
du		en Kw	%	Kwh	Kwh	Kwh
05/05/86	24/10/86	350	0.88	123900	37600	228300
24/10/86	22/12/86	350	0.88	146600	26900	179200
22/12/86	06/03/87	350	0.95	165300	28700	194000
06/03/87	23/04/87	330	0.86	170300	34500	205100
23/04/87	21/10/87	530	0.88	220900	44800	265700
21/10/87	26/02/88	610	0.88	229700	47100	276800
26/02/88	17/04/88	620	0.86	263400	64400	319800
27/01/87	28/02/87	830	0.84	245000	52800	297800
27/04/88	30/08/88	700	0.85	263600	66100	332700
27/04/88	30/08/88	700	0.83	307700	61800	369500
30/05/88	28/08/88	700	0.83	294700	57100	351800
25/06/88	26/10/88	720	0.81	354700	71700	426400

23/04/88	23/05/88:		0.8	285200	57700	332900
23/05/88	22/06/88:		0.8	285400	58300	343700
22/06/88	20/07/88:		0.82	288100	60400	356500
20/07/88	21/08/88:		0.82	288100	60400	356500
21/08/88	22/09/88:		0.82	284800	59000	343800
22/09/88	22/10/88:		0.84	253400	47300	285700
22/10/88	26/11/88:		0.86	237800	46500	284200
26/11/88	24/12/88	440	0.85	194500	37800	232100
24/12/88	23/01/89	600	0.83	266800	52800	318400
23/01/89	03/03/89	880	0.83	233700	47700	283400
03/03/89	06/04/89	600	0.82	268800	52000	320800
06/04/89	15/04/89	600	0.85	123300	25700	155300
15/04/89	05/05/89	550	0.83	338800	87700	407300

ANNEXES 3: LE PROGRAMME

PROGRAM GESTION D'ENERGIE;

(\$N+)

uses crt ,Graph,Grapher,Grimpr;

CONST

Nb1 = 12;

Nb2 = 12 ;

TYPE

enregistrement=record

mois:LongInt;

annee:LongInt;

production:real;

conselectricite:real;

conseau:real;

consgaz:real;

electricitetotale:real;

temperature:real;

facteurpuis:real;

END;

repere=record

rep1:LongInt;

rep2:byte;

end;

Tableau = Array [1..Nb1] of Real;

tabRef = array[1..Nb2] of LongInt;

TextTab=array[1..4] of string;

VAR

Num,taille,compt,i,j,k,temp,nL :byte;

ch:char;

repl:tabref;

don:enregistrement;

rec:repere;

frepligne:file of repere;

frepunite:file of repere;

frepelement:file of repere;

fligne:file of enregistrement;

funate:file of enregistrement;

felement:file of enregistrement;

X,Y,consbase,lcs,lci:real;

tmois,tannee,tproduction,tconselectricite,tconseau,tconsgaz:array
[1..100] of real;

telectricitetotale,ttemperature,tfacteurpuis,specifique:array[1..
100] of real;

Reference, Mois, Annee,C1E,C2E,C3E,

xyz,f,g,MinX,minY,PasYE,

PasXE

:LongInt;

YExpo,XLog,XPuiss,YPuiss,X2, Y2, XY,

Fm,Fs, specif	:tableau;
V1,V2,Vs,mini,maxi,pasY,Max,interm,	
Min,som,MCoeff,MoyYreel,aReg	:Real;
RefC,CoordX,MemX	:tabref;
t	:texttab;
grmode,grdriver	:integer;
CoordY	:Array[1..Nb2]
of LongInt;	
Tgal,Tabs,tord,C1S,C2S,C3S,unitee,Moyenne	:String;
taillecran	:word;
A,B	:tableaux;
procedure menutraitement;forward;	

```
PROCEDURE point(x,y:integer);
```

```
Begin
```

```
    line((x-4),(y-2),(x-4),(y+2));
```

```
    line((x-4),(y+2),(x+4),(y+2));
```

```
    line((x+4),(y+2),(x+4),(y-2));
```

```
    line((x-4),(y-2),(x+4),(y-2));
```

```
End;
```

```
PROCEDURE inf(nbr1:Real;var nbr2,nbr3:Real);
```

```
Begin
```

```
  if nbr1<nbr2 then nbr3:=nbr1
```

```
    else nbr3:=nbr2;
```

```
End;
```

```
FUNCTION InfTableau(var A:tableau;var nbr:byte;num:byte):Real;
```

```
Begin
```

```
  Max:=5E10;Interm:=Max;
```

```
  For i:=1 to num do
```

```
    Begin
```

```
      inf(max,A[i],max);
```

```
      if max<interm then temp:=i;
```

```
      interm:=max;
```

```
    End;
```

```
  Nbr:=temp; inftableau:=interm;
```

```
End;
```

```
PROCEDURE Sup (nbr1:Real;var nbr2,nbr3:Real);
```

```
Begin
```

```
    if nbr1<nbr2 then nbr3:=nbr2
```

```
        else nbr3:=nbr1;
```

```
End;
```

```
FUNCTION SupTableaux(var A:tableau;num:byte):Real;
```

```
Begin
```

```
    min:=-5E10;
```

```
    for i:=1 to num do Sup(min,A[i],min);
```

```
    supTableaux:=min;
```

```
End;
```

```
PROCEDURE AnneeMois(Rep:tabref);
```

```
var
```

```
    mois,Fs:string[5];
```

```
begin {procedure AnneeMois}
```

```

For i:=1 to Nb2 do
begin {for}
    line((Minx+10+(i-1)*PasXE),(getmaxy-MinY),
        (Minx+10+(i-1)*PasXE),(getmaxy-MinY+4));
    f:=Round(Rep[i]/100);
    g:=Rep[i]-100*f; str(f,fs);
    case g of
        1:mois:='Jan';           6:mois:='Juin';
        2:mois:='Fev';           7:mois:='Juil';
        3:mois:='Mars';          8:mois:='Aout';
        4:mois:='Avri';          9:mois:='Sept';
        5:mois:='Mai';           10:mois:='Oct';
        11:mois:='Nov';          12:mois:='Dec';
    end; {case}

    outtextxy((Minx+10+(i-1)*PasXE),(getmaxY-MinY+10),mois);
    if mois='Jan' then
        outtextxy((Minx+10+(i-1)*PasXE),(getmaxY-MinY+20),fs);
        OutTextXy((xyz),(MinY-5),Unitee);
    end; {for}
end; {procedure anneemois}

```

```

PROCEDURE CreerCarte(texte:TextTab;X:TabRef;Y:Tableau;

```

C1,C2,C3:Real);

```
begin  {CreerCarte}
    clrscr;
    Detectgraph(grdriver,Grmode);
    Initgraph(grdriver,Grmode,'');
    if GraphResult<>0 then
    begin
        clrscr;
        write('Erreur De carte graphique');delay(5000);
        exit;
    end
    else
    begin
        CASE grmode of
            2,4:xyz:=5;
            0:xyz:=7;
        end;
        MinX:=45 + round(getMaxX/8);
        MinY:=round(getMaxY/8);
        Mini:=InfTableau(Y,nL,Nb2);
        Inf(Mini,C3,Mini);
        Maxi:=Suptableaux(Y,Nb2);
        Sup(Maxi,C1,Maxi);
        PasY:=(Maxi-Mini)/(Nb2-1);
```

```
rectangle(MinX,MinY,(getmaxX-minX+60),(getmaxY-minY));
```

```
PasXE:=round((GetmaxX-2*MinX+60-20)/(Nb2-1));
```

```
PasYE:=round((GetmaxY-2*MinY-20)/(Nb2-1));
```

```
C1E:=getMaxY-MinY-10-Round(((C1-Mini)/pasY))*PasYE;
```

```
C2E:=getMaxY-MinY-10-Round(((C2-Mini)/pasY))*PasYE;
```

```
C3E:=getMaxY-MinY-10-Round(((C3-Mini)/pasY))*PasYE;
```

```
Str(C1:12:2,C1S);Str(C2:12:2,C2S);Str(C3:12:2,C3S);
```

```
outTextxy((getmaxX-MinX+65),C1E,'Lim.Sup.');
```

```
outTextxy((getmaxX-MinX+65),C2E,Moyenne);
```

```
outTextxy((getmaxX-MinX+65),C3E,'Lim.Inf.');
```

```
SettextStyle(2,0,4);
```

```
outTextxy(xyz,C1E,C1S);
```

```
outTextxy(xyz,C2E,C2S);
```

```
outTextxy(xyz,C3E,C3S);
```

```
SettextStyle(Defaultfont,0,0);
```

```
For i:=1 to Nb2 do
```

```
begin
```

```
    CoordX[i]:=Round(MinX+10+(i-1)*PasXE);
```

```
CoordY[i]:=getMaxY-MinY-10-Round(((Y[i]-Mini)/pasY))*PasYE;
```

```
    point(coordX[i],coordY[i]);
```

```

end;
AnneeMois(X);
For i:=1 to (Nb2-1) do
    line(coordX[i],coordY[i],coordX[i+1],coordY[i+1]);

SetlineStyle(0,0,3);
line(CoordX[1],C1E,CoordX[Nb2],C1E);
line(CoordX[1],C2E,CoordX[Nb2],C2E);
line(CoordX[1],C3E,CoordX[Nb2],C3E);
Settextstyle(0,0,0);
SettextJustify(0,0);
        f o r      i : =      1      t o      4      d o
outtextxy((MinX),(10+10*i),Texte[i]);
SettextJustify(1,1);
{
    OuttextXY(round(getmaxX/2),(getmaxY-5),
                'TAPER      C      POUR
CONTINUER');
Repeat      Ch:=readkey;      Ch:=upcase(Ch);      Until
(Ch='C');
closegraph;
RestoreCrtMode;  }
end; {else}
end; {procedure CreerCarte}

```

```
PROCEDURE Lire( Ly,Lx :Word; var Nbre:Real);
```

```
Begin
```

```
Repeat
```

```
Gotoxy(Ly,Lx);clreol;
```

```
    {$I-}
```

```
    Readln(Nbre)
```

```
    {$I+}
```

```
Until IOResult=0;
```

```
END;
```

```
PROCEDURE LireI( Ly,Lx :Word; var Nbre:LongInt);
```

```
Begin
```

```
Repeat
```

```
Gotoxy(Ly,Lx);clreol;
```

```
    {$I-}
```

```
    Readln(Nbre)
```

```
    {$I+}
```

```
Until IOResult=0;
```

```
END;
```

```
PROCEDURE cadre;
```

```
var
```

```
  i:integer;
```

```
begin;
```



```

clrscr;
for i:=1 to 25 do
begin
gotoxy(1,i);write('');
gotoxy(80,i);write('');
end;
for i:=2 to 79 do
begin
gotoxy(i,1);write('');
gotoxy(i,25);write('');
end;
end;

```

PROCEDURE donnees;

BEGIN

REPEAT

ClrScr;

cadre;

gotoxy(10,4);

write('DONNER LE MOIS ');

gotoxy(10,6);

write('DONNER L'' ANNEEE ');

gotoxy(10,8);

write('DONNER LA CONSOMMATION D''ELECTRICITE ');

```

gotoxy(10,10);
write('DONNER LA CONSOMMATION D''EAU ');
gotoxy(10,12);
write('DONNER LA CONSOMMATION DE GAZ ');
gotoxy(10,14);
write('DONNER LA CONSOMMATION TOTALE D''ELECTRICITE ');
gotoxy(10,16);
write('DONNER LA TEMPERATURE MOYENNE ');
gotoxy(10,18);
write('DONNER LE FACTEUR DE PUISSANCE MESURE ');
gotoxy(10,20);
write('DONNER LA PRODUCTION ');
LireI(25,4,Don.mois);
LireI(27,6,Don.annee);
Lire(49,8,Don.conselectricite);
Lire(41,10,Don.conseau);
Lire(41,12,Don.consgaz);
Lire(54,14,Don.electricitetotale);
Lire(41,16,Don.temperature);
Lire(48,18,Don.facteurpuis);
Lire(35,20,Don.production);
gotoxy(14,22);
write('AVEZ VOUS BIEN ENREGISTRE LES DONNEES (O/N) ?');
readln(ch); ch:=upcase(ch);
until (ch = 'O');
END;

```

```

PROCEDURE donneesligne;
VAR
    prnom:string;
BEGIN
    clrScr;
    cadre;
    gotoxy(20,5);
    write('***** CHOIX DE LA LIGNE *****');
    gotoxy(15,15);
    write('DONNER LE NOM DE LA LIGNE QUE VOUS DESIREZ EXPLOITER ?');

    gotoxy(25,18);
    write('OU 0 POUR SORTIR ');
    readln(prnom);
    if prnom='0' then
    else
    BEGIN
        clrScr;
        cadre;
        gotoxy(10,10);
        write('***** SAISIE DE DONNEES DE LA LIGNE ',prnom ,'
*****');
        gotoxy(10,15);
        write('***** POUR CE MOIS *****');
        gotoxy(10,23);
    
```

```

write('un instant SVP');
delay(3000);
donnees;

BEGIN {stockage donnees ligne }
    assign(fligne, 'b:fligne.dat');
    assign(frepligne, 'b:frepligne.dat');
    {$I-}reset(fligne);
    reset(frepligne);
    {$I+}
    if not (IOResult=0) then
    BEGIN
        rewrite(fligne);
        rewrite(frepligne);
    END;
    seek(fligne, filesize(fligne));
    write(fligne, don);
    with rec do
    BEGIN
        rep1:=don.annee*100+don.mois;
        rep2:=filesize(fligne);
    END;
    seek(frepligne, filesize(frepligne));
    write(frepligne, rec);
    close(fligne);
    close(frepligne);

```

```

        END;

    END;

END;

PROCEDURE donneesunite;
VAR
    prnom1,prnom2:string;
BEGIN
    clrScr;
    cadre;
    gotoxy(20,5);
    write('***** CHOIX DE L''UNITE *****');
    gotoxy(15,10);
    write('DONNER LE NOM DE LA LIGNE D''APPARTENANCE ?');
    readln(prnom1);
    gotoxy(15,15);
    write('DONNER LE NOM DE L''UNITE QUE VOUS DESIREZ EXPLOITER ?');

    gotoxy(25,18);
    write('OU 0 POUR SORTIR ');
    readln(prnom2);
    if prnom2='0' then
    else
    BEGIN
        clrScr;
        cadre;

```

```

gotoxy(10,10);
write('***** SAISIE DE DONNEES DE L'UNITE ',prnom2,'
*****');
gotoxy(10,15);
write('***** DE LA LIGNE ',prnom1,' POUR CE MOIS
*****');
gotoxy(10,23);
write('un instant SVP');
delay(3000);
donnees;
BEGIN {stockage donnees unite }
    assign(funite,'b:funite.dat');
    assign(frepunite,'b:frepunite.dat');
    {$I-}reset(funite);
    reset(frepunite);
    {$I+}
    if not (IOResult=0) then
        BEGIN
            rewrite(funite);
            rewrite(frepunite);
        END;
    seek(funite,filesize(funite));
    write(funite,don);
    with rec do
        BEGIN
            repl:=don.annee*100+don.mois;

```

```

        rep2:=filesize(funite);
    END;
    seek(frepunite,filesize(frepunite));
    write(frepunite,rec);
    close(funite);
    close(frepunite);
    END;
END;

PROCEDURE donneeselement;
VAR
    prnom1,prnom2,prnom3:string;
BEGIN
    clrScr;
    cadre;
    gotoxy(20,5);
    write('***** CHOIX DE L''ELEMENT *****');
    gotoxy(15,9);
    write('DONNER LE NOM DE L''UNITE D''APPARTENANCE ?');
    readln(prnom2);
    gotoxy(15,12);
    write('DONNER LE NOM DE LA LIGNE D''APPARTENANCE ?');
    readln(prnom1);
    gotoxy(15,15);
    write('DONNER LE NUMERO DE L''ELEMENT QUE VOUS DESIREZ EXPLOITER

```

?');

gotoxy(25,18);

write('OU 0 POUR SORTIR ');

readln(prnom3);

if prnom3='0' then

else

BEGIN

clrScr;

cadre;

gotoxy(9,5);

write('***** DONNEES DE L'ELEMENT ',prnom3,'
*****');

gotoxy(9,10);

write('***** DE L'UNITE ',prnom2,' DE LA LIGNE ',prnom1,'
*****');

gotoxy(9,15);

write('***** POUR CE MOIS
*****');

gotoxy(10,23);

write ('un instant SVP');

delay(3000);

donnees;

BEGIN {stockage donnees element }

assign(felement,'b:felement.dat');

assign(frepelement,'b:frepelement.dat');

(\$I-)reset(felement);


```

    reset(frepelement);
    {$I+}
    if not (IOResult=0) then
    BEGIN
        rewrite(felement);
        rewrite(frepelement);
    END;
    seek(felement, filesize(felement));
    write(felement, don);
    with rec do
    BEGIN
        rep1:=don.annee*100+don.mois;
        rep2:=filesize(felement);
    END;
    seek(frepelement, filesize(frepelement));
    write(frepelement, rec);
    close(felement);
    close(frepelement);
    END;
END;

END;

procedure modifligne;
VAR
    tamp, annee, mois : LongInt;
    pos: byte;

```

BEGIN

clrScr;

assign(fligne, 'b:fligne.dat');

assign(frepligne, 'b:frepligne.dat');

(\$I-)reset(fligne);

reset(frepligne);

(\$I+)

if not (IOResult=0) then

BEGIN

cadre;

gotoxy(10,10);

write('ENTRER LA DISKETTE DE DONNEES DE CETTE LIGNE ');

gotoxy(10,12);

write('Appuyer sur une touche pour continuer ');

ch:=readkey;

Reset(fligne);

Reset(frepligne);

END;

cadre;

gotoxy(16,6);

write('***** MODIFICATION DE DONNEES ***** ');

gotoxy(10,10);

write('DONNER LE MOIS ');

gotoxy(10,14);

write('DONNER L''ANNEE ');

LireI(25,10,mois);

```

    LireI(27,14,annee);
    tamp:=annee*100+mois;
    pos:=0;
    repeat
        pos:=pos+1;
        seek(frepligne,pos);
        read(frepligne,rec);
    until(rec.repl=tamp);
    donnees;
    seek(fligne,pos);
    write(fligne,don);
    close(fligne);
    close(frepligne);
END;

```

```

procedure modifunite;
VAR
    annee,tamp,mmois:LongInt;
    pos:byte;
BEGIN
    assign(funite,'b:funite.dat');
    assign(frepunite,'b:frepunite.dat');
    {$I-}reset(funite);
    reset(frepunite);
    {$I+}
    if not (IOResult=0) then

```

```

BEGIN
cadre;
gotoxy(10,10);
write('ENTRER LA DISKETTE DE DONNEES DE CETTE UNITE ');
gotoxy(10,12);
write('Appuyer sur une touche pour continuer ');
ch:=readkey;
Reset(funite);Reset(frepunite);
END;
cadre;
gotoxy(16,6);
write('***** MODIFICATION DE DONNEES ***** ');
gotoxy(10,10);
write('DONNER LE MOIS ');
gotoxy(10,14);
write('DONNER L'ANNEE ');
LireI(25,10,mois);
LireI(27,14,annee);
tamp:=annee*100+mois;
pos:=0;
repeat
    pos:=pos+1;
    seek(frepunite,pos);
    read(frepunite,rec);
until(rec.repl=tamp);
donnees;

```

```
seek(funite,pos);
write(funite,don);
close(funite);
close(frepunite);
END;
```

```
procedure modifelement;
VAR
tamp,annee,mois:LongInt;
pos:byte;
```

```
BEGIN
```

```
  assign(felement,'b:felement.dat');
  assign(frepelement,'b:frepelement.dat');
  {$I-}reset(felement);
  reset(frepelement);
  {$I+}
```

```
  if not (IOResult=0) then
```

```
    BEGIN
```

```
      cadre;
```

```
      gotoxy(10,10);
```

```
      write('ENTRER LA DISKETTE DE DONNEES DE CET ELEMENT ');
```

```
      gotoxy(10,12);
```

```
      write('Appuyer sur une touche pour continuer ');
```

```
      ch:=readkey;
```

```
      Reset(felement);Reset(frepelement);
```

```
    END;
```

```

cadre;
gotoxy(16,6);
write('***** MODIFICATION DE DONNEES ***** ');
gotoxy(10,10);
write('DONNER LE MOIS ');
gotoxy(10,14);
write('DONNER L''ANNEE ');
LireI(25,10,mois);
LireI(27,14,annee);
tamp:=annee*100+mois;
pos:=0;
repeat
    pos:=pos+1;
    seek(frepelement,pos);
    read(frepelement,rec);
until(rec.repl=tamp);
donnees;
seek(felement,pos);
write(felement,don);
close(felement);
close(frepelement);
END;

procedure menumodif;
VAR
    choix:char;

```

BEGIN

REPEAT

clrScr;

cadre;

gotoxy(20,1);

write('***** MODIFICATION D''UN ENREGISTREMENT *****');

gotoxy(12,4);

write('DESIREZ VOUS ');

gotoxy(12,7);

write('1- MODIFIER LES DONNEES D''UNE LIGNE ?');

gotoxy(12,10);

write('2- MODIFIER LES DONNEES D''UNE UNITE ?');

gotoxy(12,13);

write('3- MODIFIER LES DONNEES D''UN ELEMENT ?');

gotoxy(12,16);

write('0-SORTIR DE CE MENU ?');

gotoxy(10,19);

write('VOTRE CHOIX ');

choix:=readkey;write(choix);delay(1000);

UNTIL choix in ['0','1','2','3'];

case choix of

'1':begin modifligne; menumodif; end;

'2':begin modifunite; menumodif; end;

'3':begin modifelement; menumodif; end;

'0':;

END;

end;

PROCEDURE traductionelecsp;

VAR

A,B:real;

coderetour:byte;

BEGIN

A:=0;

B:=0;

compt:=0;

repeat

compt:=compt+1;

specifique[compt]:=tconselectricite[compt]/tproduction[compt];

if compt > (taille - 12) then

specif[compt - (taille - 12)]:= specifique[compt];

A:=A+specifique[compt];

B:=B+sqr(specifique[compt]);

until (compt=taille);

consbase:=A/taille;

LCS:=consbase+3*sqr(B/taille-sqr(A/taille));

LCI:=consbase-3*sqr(B/taille-sqr(A/taille));

unitee := 'kWh / kg';

Moyenne := 'Moyenne';

T[1]:='Courbe d''evolution de la ';


```

T[2]:=' Consommation specifique  ';
T[3]:='D''electricite en fonction';
T[4]:='   Du temps           ( Fall )';
CreerCarte(t, Rep1, specif, LCS, Consbase,LCI);
OuttextXY(round(getmaxX/2),(getmaxY-7),'TAPER C POUR CONTINUER
P POUR IMPRIMER');

```

```

Repeat

```

```

    Ch:=readkey;

```

```

    Ch:=upcase(Ch);

```

```

Until (Ch='C') or (Ch='P');

```

```

if Ch='P' then

```

```

    imprime_ecran(coderetour);

```

```

    closegraph;

```

```

    RestoreCrtmode;

```

```

END;

```

```

PROCEDURE traductionneau;

```

```

var

```

```

A,B:real;

```

```

coderetour:byte;

```

```

BEGIN

```

```

    A:=0;

```

```

    B:=0;

```

```

    compt:=0;

```

```

    repeat

```

```

    compt:=compt+1;
    specifique[compt]:=tconseau[compt]/tproduction[compt];
    if compt > (taille - 12) then
        specif[compt - (taille - 12)]:= specifique[compt];
    A:=A+specifique[compt];
    B:=B+sqr(specifique[compt]);
until (compt=taille);
consbase:=A/taille;
LCS:=consbase+3*sqr(B/taille-sqr(A/taille));
LCI:=consbase-3*sqr(B/taille-sqr(A/taille));
unitee := 'm3 / kg';
Moyenne := 'Moyenne';
T[1]:='Courbe d''evolution de la ';
T[2]:=' Consommation specifique ';
T[3]:=' D''eau en fonction';
T[4]:=' Du temps      ( Fall )';
Cr  erCarte(t, Repl, specif, LCS, Consbase,LCI);
OuttextXY(round(getmaxX/2),(getmaxY-7),'TAPER C POUR CONTINUER
P POUR IMPRIMER');
Repeat
    Ch:=readkey;
    Ch:=upcase(Ch);
Until (Ch='C') or (Ch='P');
if Ch='P' then
    imprime_ecran(coderetour);
closegraph;

```

RestoreCrtmode;

END;

PROCEDURE traductiongaz;

var

A,B:real;

coderetour:byte;

BEGIN

 A:=0;

 B:=0;

 compt:=0;

 repeat

 compt:=compt+1;

 specifique[compt]:=tconsgaz[compt]/tproduction[compt];

 if compt > (taille - 12) then

 specif[compt - (taille - 12)]:= specifique[compt];

 A:=A+specifique[compt];

 B:=B+sqr(specifique[compt]);

 until (compt=taille);

 consbase:=A/taille;

 LCS:=consbase+3*sqr(B/taille-sqr(A/taille));

 LCI:=consbase-3*sqr(B/taille-sqr(A/taille));

 unitee := 'm3 / kg';

 Moyenne := 'Moyenne';

```

T[1]:='Courbe d''evolution de la ';
T[2]:=' Consommation specifique  ';
T[3]:='  De gaz en fonction';
T[4]:='  Du temps      ( Fall )';
CreerCarte(t, Rep1, specif, LCS, Consbase,LCI);
OuttextXY(round(getmaxX/2),(getmaxY-7),'TAPER C POUR CONTINUER
P POUR IMPRIMER');
Repeat
    Ch:=readkey;
    Ch:=upcase(Ch);
Until (Ch='C') or (Ch='P');
if Ch='P' then
    imprime_ecran(coderetour);
closegraph;
RestoreCrtmode;

END;

PROCEDURE traductionelecrel;
var
A,B:real;
coderetour:byte;
BEGIN
    A:=0;
    B:=0;
    compt:=0;

```

```

repeat
    compt:=compt+1;

specifique[compt]:=tconselectricite[compt]/telectricitetotale[compt];

    if compt > (taille - 12) then
        specif[compt - (taille - 12)]:= specifique[compt];
        A:=A+specifique[compt];
        B:=B+sqr(specifique[compt]);
until (compt=taille);
consbase:=A/taille;
LCS:=consbase+3*sqr(B/taille-sqr(A/taille));
LCI:=consbase-3*sqr(B/taille-sqr(A/taille));
unitee := ' ';
Moyenne := 'Moyenne';
T[1]:='Courbe d''evolution de la ';
T[2]:=' Consommation relative ';
T[3]:=' D''electricite en fonction';
T[4]:=' Du temps ( Fall )';
CreerCarte(t, Repl, specif, LCS, Consbase,LCI);
OuttextXY(round(getmaxX/2),(getmaxY-7),'TAPER C POUR CONTINUER
P POUR IMPRIMER');
Repeat
    Ch:=readkey;
    Ch:=upcase(Ch);
Until (Ch='C') or (Ch='P');

```

```

    if Ch='P' then
    imprime_ecran(coderetour);
    closegraph;
    RestoreCrtmode;

END;

PROCEDURE trace;
VAR
    coderetour:byte; size,font,direc:byte;
    image:pointer;
begin

    Num:=3;
    A[1]:=0;A[2]:=0.01;A[3]:=10;
    B[1]:=0;B[2]:=Y;B[3]:=10*Y+X;
    Tord:='Cons.Specifique';
    Tabs:='Temperature';
    Tgal:='INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ( Fall )';
    trace_courbe(A,B,Num);
    size:=4; font:=smallfont;direc:=0;
    SetTextStyle(Font,1,(Size));
    setttextjustify(1,1);
    outtextxy((Mx2+30),(round((My2-My1)/2)+My1),tord);
    SetTextStyle(Font,0,(Size));
    setttextjustify(1,1);

```

```

outtextxy((round((Mx2-Mx1)/2)+3*Mx1-25),(tmx+12),tabs);
SetTextStyle(Font,0,(Size+3));
outtextxy((round((Mx2-Mx1)/2)+Mx1),(tmx+25),tgal);
size:=6;
SetTextStyle(Font,Direc,Size);
getmem(image,imagesize(0,(getmaxY-20),(getmaxX-7),(getmaxY)));

getimage(0,(getmaxY-20),(getmaxX-7),(getmaxY),image^);
setviewport(0,(getmaxY-20),(getmaxX-7),(getmaxY),false);
clearviewport;
setviewport(0,0,getmaxX,getmaxY,false);
OuttextXY(round(getmaxX/2),(getmaxY-7),'TAPER C POUR CONTINUER
P POUR IMPRIMER');
Repeat
  Ch:=readkey;
  Ch:=upcase(Ch);
Until (Ch='C') or (Ch='P');
if Ch='P' then
begin
  Putimage(0,(getmaxY-20),image^,normalput);
  imprime_ecran(coderetour);
end;
closegraph;
end;

PROCEDURE traductiontemp;

```

```

var
A,B,A1,B1:real;
BEGIN
  A:=0;
  A1:=0;
  B:=0;
  B1:=0;
  compt:=0;
  repeat
    compt:=compt+1;
    specifique[compt]:=tconselectricite[compt]/tproduction[compt];

    A:=A+specifique[compt];
    B:=B+ttemperature[compt];
    B1:=B1+sqr(ttemperature[compt]);
    A1:=A1+specifique[compt]*ttemperature[compt];
  until (compt=taille);
  X:=(B1*A-B*A1)/(taille*B1-sqr(B));
  Y:=(taille*A1-A*B)/(taille*B1-sqr(B));
  Tord:='Cons.Specifique';
  Tabs:='Temperature                .';
  Tgal:='INFLUENCE DE LA TEMPERATURE    ( Fall )';
  trace;
END;

PROCEDURE traductionfactpuis;

```



```

CONST
    lcs=1;lci=0.87;consbase=0;
VAR
    coderetour:byte;
BEGIN
    compt:=0;
    repeat
        compt:=compt+1;
        specifique[compt]:=tFacteurPuis[compt];
        if compt > (taille - 12) then
            specif[compt - (taille - 12)]:= specifique[compt];
    until (compt=taille);
    unitee := ' ';
    Moyenne := ' ';
    T[1]:='Courbe d''evolution du ';
    T[2]:=' Facteur de puissance ';
    T[3]:='   en fonction';
    T[4]:=' Du temps      ( Fall )';
    CreerCarte(t, Repl, specif, LCS, Consbase,LCI);
    OuttextXY(round(getmaxX/2),(getmaxY-7),'TAPER C POUR CONTINUER
P POUR IMPRIMER');
    Repeat
        Ch:=readkey;
        Ch:=upcase(Ch);
    Until (Ch='C') or (Ch='P');
    if Ch='P' then

```

```

imprime_ecran(coderetour);
closegraph;
RestoreCrtmode;

END;

PROCEDURE choixvariable;
BEGIN
  REPEAT
    clrScr;
    cadre;
    gotoxy(20,3);
    write('***** CHOIX DE LA VARIABLE *****');
    gotoxy(8,6);
    write('QUELLE VARIABLE DESIREZ VOUS SUIVRE ? ');
    gotoxy(12,8);
    write('1- LA CONSOMMATION SPECIFIQUE D''ELECTRICITE ?');
    gotoxy(12,10);
    write('2- LA CONSOMMATION SPECIFIQUE D''EAU ?');
    gotoxy(12,12);
    write('3- LA CONSOMMATION SPECIFIQUE DE GAZ ?');
    gotoxy(12,14);
    write('4- LA CONSOMMATION RELATIVE D''ELECTRICITE ?');
    gotoxy(12,16);
    write('5-L''INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ?');

```

```

gotoxy(12,18);
write('6-LE FACTEUR DE PUISSANCE ?');
gotoxy(12,20);
write('0-SORTIR DE CE MENU ?');
gotoxy(10,22);
write('VOTRE CHOIX ');
ch:=readkey;write(ch);
  if not(ch in ['0','1','2','3','4','5','6']) then
    begin
      sound(1500); delay(100); nosound;
      sound(1000); delay(100); nosound;
    end;
  UNTIL ch in ['0','1','2','3','4','5','6'];
  case ch of
    '1':begin traductionelecsp; choixvariable;end;
    '2':begin traductioneau; choixvariable;end;
    '3':begin traductiongaz; choixvariable;end;
    '4':begin traductionelecrl; choixvariable;end;
    '5':begin traductiontemp; choixvariable;end;
    '6':begin traductionfactpuis; choixvariable;end;
    '0':menutraitement;
  end;
end;
end;

procedure lireligne;
BEGIN

```

```

taille:=filesize(frepligne);
compt:=0;
repeat
    compt:=compt+1;
    seek(fligne,compt-1);
    read(fligne,don);
    tmois[compt]:=don.mois;
    tannee[compt]:=don.annee;
    If compt > (taille - 12) then
        Repl[compt - (taille - 12)] := Don.annee*100 + don.mois;
    tproduction[compt]:=don.production;
    tconselectricite[compt]:=don.conselectricite;
    tconseau[compt]:=don.conseau;
    tconsgaz[compt]:=don.consgaz;
    telectricitetotale[compt]:=don.electricitetotale;
    ttemperature[compt]:=don.temperature;
    tfacteurpuis[compt]:=don.facteurpuis;
until (compt=filesize(frepligne));

END;

procedure traitementligne;
BEGIN
    assign(fligne,'b:fligne.dat');
    assign(frepligne,'b:frepligne.dat');
    (SI-)reset(fligne);reset(frepligne);(SI+)

```

```

if not (IOResult=0) then
    BEGIN
        clrScr;cadre;
        gotoxy(10,10);
        write('ENTRER LA DISKETTE DE DONNEES DE CETTE LIGNE ');
        gotoxy(10,12);
        write('Appuyer sur une touche pour continuer ');
        ch:=readkey;
        Reset(fligne);
        Reset(frepligne);
    END;
lireligne;
choixvariable;
close(fligne);
close(frepligne);
end;

```

```

procedure lireunite;
BEGIN
    taille:=filesize(frepunite);
    compt:=0;
    repeat
        compt:=compt+1;
        seek(funite,compt-1);
        read(funite,don);
        tmois[compt]:=don.mois;
    until compt=taille;
end;

```

```

tannee[compt]:=don.annee;
If compt > (taille - 12) then
Repl[compt - (taille - 12)] := Don.annee*100 + don.mois;
tproduction[compt]:=don.production;
tconselectricite[compt]:=don.conselectricite;
tconseau[compt]:=don.conseau;
tconsgaz[compt]:=don.consgaz;
telectricitetotale[compt]:=don.electricitetotale;
ttemperature[compt]:=don.temperature;
tfacteurpuis[compt]:=don.facteurpuis;
until (compt=filesize(frepunte));
END;

```

```

procedure traitementunite;

```

```

BEGIN

```

```

    assign(funite, 'b:funite.dat');

```

```

    assign(frepunte, 'b:frepunte.dat');

```

```

    {SI-}reset(funite);reset(frepunte);{SI+}

```

```

    if not (IOResult=0) then

```

```

        BEGIN

```

```

            clrScr;cadre;

```

```

            gotoxy(10,10);

```

```

            write('ENTRER LA DISKETTE DE DONNEES DE CETTE UNITE ');

```

```

            gotoxy(10,12);

```

```

            write('Appuyer sur une touche pour continuer ');

```

```

            ch:=readkey;

```

```

        Reset(funite);Reset(frepunite);
    END;

lireunite;
choixvariable;
close(funite);
close(frepunite);

end;

procedure lireelement;
BEGIN
    taille:=filesize(frepelement);
    compt:=0;
    repeat
        compt:=compt+1;
        seek(felement,compt-1);
        read(felement,don);
        tmois[compt]:=don.mois;
        tannee[compt]:=don.annee;
        If compt > (taille - 12) then
            Repl[compt - (taille - 12)] := Don.annee*100 + don.mois;
            Repl[compt] := Don.annee*100 + don.mois;
            tproduction[compt]:=don.production;
            tconselectricite[compt]:=don.conselectricite;
            tconseau[compt]:=don.conseau;
            tconsgaz[compt]:=don.consgaz;
            telectricitetotale[compt]:=don.electricitetotale;
            ttemperature[compt]:=don.temperature;

```

```

    tfacteurpuis[compt]:=don.facteurpuis;
until (compt=filesize(frepelement));

END;

procedure traitementelement;
BEGIN
    assign(felement,'b:felement.dat');
    assign(frepelement,'b:frepelement.dat');
    {SI-}reset(felement);reset(frepelement);{SI+}
    if not (IOResult=0) then
        BEGIN
            clrScr;cadre;
            gotoxy(10,10);
            write('ENTRER LA DISKETTE DE DONNEES DE CET ELEMENT ');
            gotoxy(10,12);
            write('Appuyer sur une touche pour continuer ');
            ch:=readkey;
            Reset(felement);Reset(frepelement);
        END;
    lireelement;
    choixvariable;
    close(felement);
    close(frepelement);
end;

```



```

procedure help;
BEGIN
    clrScr;
    gotoxy(10,2);
    writeln('***** CORRECTIONS DE LA CONSOMMATION SPECIFIQUE
*****');
    writeln;
    writeln;
    writeln;
    writeln(' 1-Si la production enregistre est trop faible alors
la constatation ');
    writeln('      d''une valeur leve de consommation spcifique est
normale et ne ');
    writeln('      ncessite pas d''intervention sur les quipements
. ');
    writeln;
    writeln(' 2-Si la temprature est leve il faudra : ');
    writeln('      * augmenter la rsistance thermique des parois
pour toutes les chambres ');
    writeln('      frigorifiques et pour les conduites de
rfrigrants et d''air . ');
    writeln('      * bien arer les salles de machines. ');
    writeln('      * planifier les ouvertures de portes. ');
    writeln;
    writeln(' 3-Si certains quipements sont dfectueux : ');
    writeln('      * vrifier d''abord que le rendement de tous les

```

```

compresseurs est ');
    writeln('      bien suprieur 70% .');
    writeln('      * rparer sinon changer certains quipements .');
    gotoxy(10,23);
    write('tapez une touche pour continuer .');
    ch:=readkey;
    clrScr;
    gotoxy(10,3);
    writeln('***** CORRECTIONS DE LA CONSOMMATION RELATIVE
*****');
    writeln;
    writeln;
    writeln;
    writeln('  1-Verifier d''abord que la consommation relative de
cette entit est');
    writeln;
    writeln('      bien suprieure a 20% .');
    writeln;
    writeln('  2-Si l''entit qui nous interesse ici a connu
rcement des extentions ');
    writeln;
    writeln('      alors inutile de s''inquieter car cela est tout
fait normal .');
    writeln;
    writeln('  3-Sinon il faudra considrer cela comme anormal et
appliquer les ');

```

```

writeln;
writeln('    mesures listes ci haut .');
gotoxy(10,23);
write('tapez une touche pour continuer');
ch:=readkey;
clrScr;
gotoxy(10,3);
write('***** CORRECTIONS DU FACTEUR DE PUISSANCE
*****');
writeln;
writeln;
writeln;
writeln(' 1- Verifier si les quipements installs ( moteurs,
compresseurs, ) ');
writeln('    transformateurs ne sont pas surdimensionns .');
writeln;
writeln(' 2- Voir s''il est possible d''installer une seule
grosse machine (un moteur, ');
writeln('    une machine frigorifique, un transformateur )
dont la puissance ');
writeln('    serait suffisante pour remplacer plusieurs autres
. ');
writeln;
writeln(' 3- Verifier si les derniers travaux d''entretien
n''ont pas occasionns ');
writeln('    cette baisse de facteur de puissance . Si oui

```

```

reprendre les ');
    writeln('      travaux ou remplacer les quipements dfectueux
.'.');
    writeln;
    writeln(' 4- Si les trois premires solutions ne donnent pas
satisfaction alors ');
    writeln('      placer des batteries de condensateurs en parallle
dans le circuit .');
    gotoxy(10,23);
    write('tapez une touche pour continuer');
    ch:=readkey;
    clrScr;
    gotoxy(10,3);
    write('***** CORRECTIONS SUR TEMPERATURE *****');
    writeln;
    writeln;
    writeln;
    writeln('      * Augmenter la rsistance thermique des parois
pour toutes les ');
    writeln;
    writeln('      chambres frigorifiques et pour les conduites de
rfrigrants et d''air .');
    writeln;
    writeln('      * Bien arer les salles de machines pour le
refroidissement du ');
    writeln;

```

```

writeln('      compresseur .');
writeln;
writeln('      * Planifier les ouvertures de portes afin de
minimiser les ');
writeln;
writeln('      infiltrations.');
```

gotoxy(10,23);

```

write('tapez une touche pour continuer');
ch:=readkey;
clrScr;
gotoxy(10,3);
write('***** AMMELIORATION DE L'ECLAIRAGE *****');
```

writeln;

writeln;

writeln;

```

writeln('      Par ordre d'importance nous choisirons les lampes
suivantes:');
```

writeln;

```

writeln('      1- Eclairage par projection :');
```

writeln;

```

writeln('      * Lampes au sodium H.P.');
```

```

writeln('      * Lampes au sodium B.P.');
```

```

writeln('      * Lampes vapeur de mercure');
```

```

writeln('      * Lampes Quartz');
```

writeln;

```

writeln('      2- Eclairage simple :');
```

```

writeln;
writeln('          *Tubes fluorescents ');
writeln('          *Lampes incandescentes ');
gotoxy(10,23);
write('tapez une touche pour continuer');
ch:=readkey;
END;

```

```

procedure menutraitement;

```

```

BEGIN

```

```

    REPEAT

```

```

        clrScr;

```

```

        cadre;

```

```

        gotoxy(20,1);

```

```

        write('***** TRAITEMENT DE DONNEES *****');

```

```

        gotoxy(12,4);

```

```

        write('DESIREZ VOUS ');

```

```

        gotoxy(12,7);

```

```

        write('1- TRAITER LES DONNEES D''UNE LIGNE ?');

```

```

        gotoxy(12,10);

```

```

        write('2- TRAITER LES DONNEES D''UNE UNITE ?');

```

```

        gotoxy(12,13);

```

```

        write('3- TRAITER LES DONNEES D''UN ELEMENT ?');

```

```

        gotoxy(12,16);

```

```

write('4- AIDE ?');
gotoxy(12,19);
write('0- SORTIR DE CE MENU ?');
gotoxy(10,23);
write('VOTRE CHOIX ');
ch:=readkey;write(ch);
  if not(ch in ['0','1','2','3','4']) then
    begin
      sound(1500); delay(100); nosound;
      sound(1000); delay(100); nosound;
    end;
  UNTIL ch in ['0','1','2','3','4'];
    case ch of
      '1':begin traitementligne; menutraitement;end;
      '2':begin traitementunite; menutraitement;end;
      '3':begin traitementelement; menutraitement;end;
      '4':begin help; menutraitement;end;
      '0':;
    END;
  END;

PROCEDURE puissouscrite;

CONST
  n=12;m=0.1;k=0.1;l=0.05;

VAR

```

```

P,A,B,tamp,v1,v2:real;

Puis,G,R,F1,F2,F:array[1..36] of real;

BEGIN

  clrScr;

  cadre;

  gotoxy(6,4);

  write('RELEVÉ DES PUISSANCES APPELÉES PENDANT LES DEUX
DERNIÈRES ANNÉES');

  gotoxy(6,5);

  write('*****');

  gotoxy(3,8);      write('JANVIER: ');
  gotoxy(3,9);      write('FEVRIER: ');
  gotoxy(3,10);     write('MARS: ');
  gotoxy(3,11);     write('AVRIL: ');
  gotoxy(3,12);     write('MAI: ');
  gotoxy(3,13);     write('JUIN: ');
  gotoxy(3,14);     write('JUILLET: ');
  gotoxy(3,15);     write('AOUT: ');
  gotoxy(3,16);     write('SEPTEMBRE: ');
  gotoxy(3,17);     write('OCTOBRE: ');
  gotoxy(3,18);     write('NOVEMBRE: ');
  gotoxy(3,19);     write('DECEMBRE: ');
  gotoxy(50,8);     write('JANVIER: ');
  gotoxy(50,9);     write('FEVRIER: ');
  gotoxy(50,10);    write('MARS: ');

```



```
gotoxy(50,11); write('AVRIL: ');
gotoxy(50,12); write('MAI: ');
gotoxy(50,13); write('JUIN: ');
gotoxy(50,14); write('JUILLET: ');
gotoxy(50,15); write('AOUT: ');
gotoxy(50,16); write('SEPTEMBRE: ');
gotoxy(50,17); write('OCTOBRE: ');
gotoxy(50,18); write('NOVEMBRE: ');
gotoxy(50,19); write('DECEMBRE: ');
gotoxy(13,8); read(Puis[1]);
gotoxy(13,9); read(Puis[2]);
gotoxy(13,10); read(Puis[3]);
gotoxy(13,11); read(Puis[4]);
gotoxy(13,12); read(Puis[5]);
gotoxy(13,13); read(Puis[6]);
gotoxy(13,14); read(Puis[7]);
gotoxy(13,15); read(Puis[8]);
gotoxy(13,16); read(Puis[9]);
gotoxy(13,17); read(Puis[10]);
gotoxy(13,18); read(Puis[11]);
gotoxy(13,19); read(Puis[12]);
gotoxy(60,8); read(Puis[13]);
gotoxy(60,9); read(Puis[14]);
gotoxy(60,10); read(Puis[15]);
gotoxy(60,11); read(Puis[16]);
gotoxy(60,12); read(Puis[17]);
```

```

gotoxy(60,13);  read(Puis[18]);
gotoxy(60,14);  read(Puis[19]);
gotoxy(60,15);  read(Puis[20]);
gotoxy(60,16);  read(Puis[21]);
gotoxy(60,17);  read(Puis[22]);
gotoxy(60,18);  read(Puis[23]);
gotoxy(60,19);  read(Puis[24]);

v1:=0;v2:=0;

for i:=1 to 12 do
v1:=v1+Puis[i]/N;
for i:=13 to 24 do
v2:=v2+Puis[i]/N;
G[24]:=(v2-v1)/N;
R[24]:=v2+G[24]*(n-1)/2;
for i:=13 to 24 do
F1[i]:=Puis[i]/(v1-((n+1)/2-i)*G[24]);
for i:=13 to 24 do
F1[i]:=Puis[i]/(v2-((n+1)/2-i+12)*G[24]);
A:=0;
for i:=13 to 24 do
BEGIN
F2[i]:=(F1[i-12]+F1[i])/2;
A:=A+F2[i];
END;
for i:=13 to 24 do
F[i]:=N*F2[i]/A;

```

```

Puis[25]:=(Puis[1]+Puis[13])/2;
B:=Puis[25];
for i:=25 to 36 do
BEGIN
  R[i]:=m*Puis[i]/F[i-N]+(1-m)*(R[i-1]+G[i-1]);
  G[i]:=1*(R[i]-R[i-1])+(1-l)*G[i-1];
  F[i]:=k*(Puis[i]/R[i])+(1-k)*F[i-1];
  Puis[i+1]:=(R[i]+1*G[i])*F[i+1-N];
  B:=B+Puis[i+1];
END;
P:=B/12;
clrScr;
cadre;
gotoxy(15,4);
write('PROFIL DE PUISSANCE POUR L'ANNEE PROCHAINE ');
gotoxy(15,5);
write(' ***** ');
gotoxy(3,8);   write('JANVIER: ');
gotoxy(3,9);   write('FEVRIER: ');
gotoxy(3,10);  write('MARS: ');
gotoxy(3,11);  write('AVRIL: ');
gotoxy(3,12);  write('MAI: ');
gotoxy(3,13);  write('JUIN: ');
gotoxy(3,14);  write('JUILLET: ');
gotoxy(3,15);  write('AOUT: ');
gotoxy(3,16);  write('SEPTEMBRE: ');

```

```

gotoxy(3,17);    write('OCTOBRE: ');
gotoxy(3,18);    write('NOVEMBRE: ');
gotoxy(3,19);    write('DECEMBRE: ');
gotoxy(13,8);    write(Puis[25]);
gotoxy(13,9);    write(Puis[26]);
gotoxy(13,10);   write(Puis[27]);
gotoxy(13,11);   write(Puis[28]);
gotoxy(13,12);   write(Puis[29]);
gotoxy(13,13);   write(Puis[30]);
gotoxy(13,14);   write(Puis[31]);
gotoxy(13,15);   write(Puis[32]);
gotoxy(13,16);   write(Puis[33]);
gotoxy(13,17);   write(Puis[34]);
gotoxy(13,18);   write(Puis[35]);
gotoxy(13,19);   write(Puis[36]);
gotoxy(16,22);   WRITE('PESEZ SUR UNE TOUCHE POUR CONTINUER
');
ch:=readkey;
cadre;
gotoxy(10,10);
write('LA PUISSANCE SOUSCRITE RECOMMANDEE EST :');
gotoxy(15,17);
write(P,' KILOWATTS');
gotoxy(16,22);   WRITE('Pesez sur une touche pour continuer
');
ch:=readkey;

```

end;

PROCEDURE menuprincipal;

VAR

choix:char;

BEGIN

REPEAT

clrScr;

cadre;

gotoxy(20,3);

write('***** MENU PRINCIPAL *****');

gotoxy(12,6);

write('DESIREZ VOUS ');

gotoxy(12,10);

write('1- ENTRER DE NOUVELLES DONNEES D''UNE LIGNE ?');

gotoxy(12,12);

write('2- ENTRER DE NOUVELLES DONNEES D''UNE UNITE ?');

gotoxy(12,14);

write('3- ENTRER DE NOUVELLES DONNEES D''UN ELEMENT ?');

gotoxy(12,16);

write('4- MODIFIER UN ENREGISTREMENT ?');

gotoxy(12,18);

write('5-TRAITER LES DONNEES ?');

gotoxy(12,20);

```

write('6-RECOMMANDER UNE NOUVELLE PUISSANCE SOUSCRITE ?');

gotoxy(12,22);
write('0-SORTIR DE CE MENU ?');
gotoxy(10,24);
write('VOTRE CHOIX ');
choix:=readkey;write(choix);
if not(ch in ['0','1','2','3','4','5','6']) then
begin
    sound(1500); delay(100); nosound;
    sound(1000); delay(100); nosound;
end;
UNTIL choix in ['0','1','2','3','4','5','6'];
case choix of
    '1':begin donneesligne; menuprincipal;end;
    '2':begin donneesunite;menuprincipal;end;
    '3':begin donneeselement; menuprincipal;end;
    '4':begin menumodif;  menuprincipal;end;
    '5':begin menutraitement; menuprincipal;end;
    '6':begin puisssouscite; menuprincipal;end;
    '0':begin clrscr; halt (0); end;

end;

END;

```

BEGIN

Tord:='Cons.Specifique';

Tabs:='Temperature .';

Tgal:='INFLUENCE DE LA TEMPERATURE Fall';

menuprincipal;

end.^Z

ANNEXE 4 : LES FIGURES

KWh / ks

Courbe d'evolution de la Consommation specifique d'electricite en fonction

Du temps

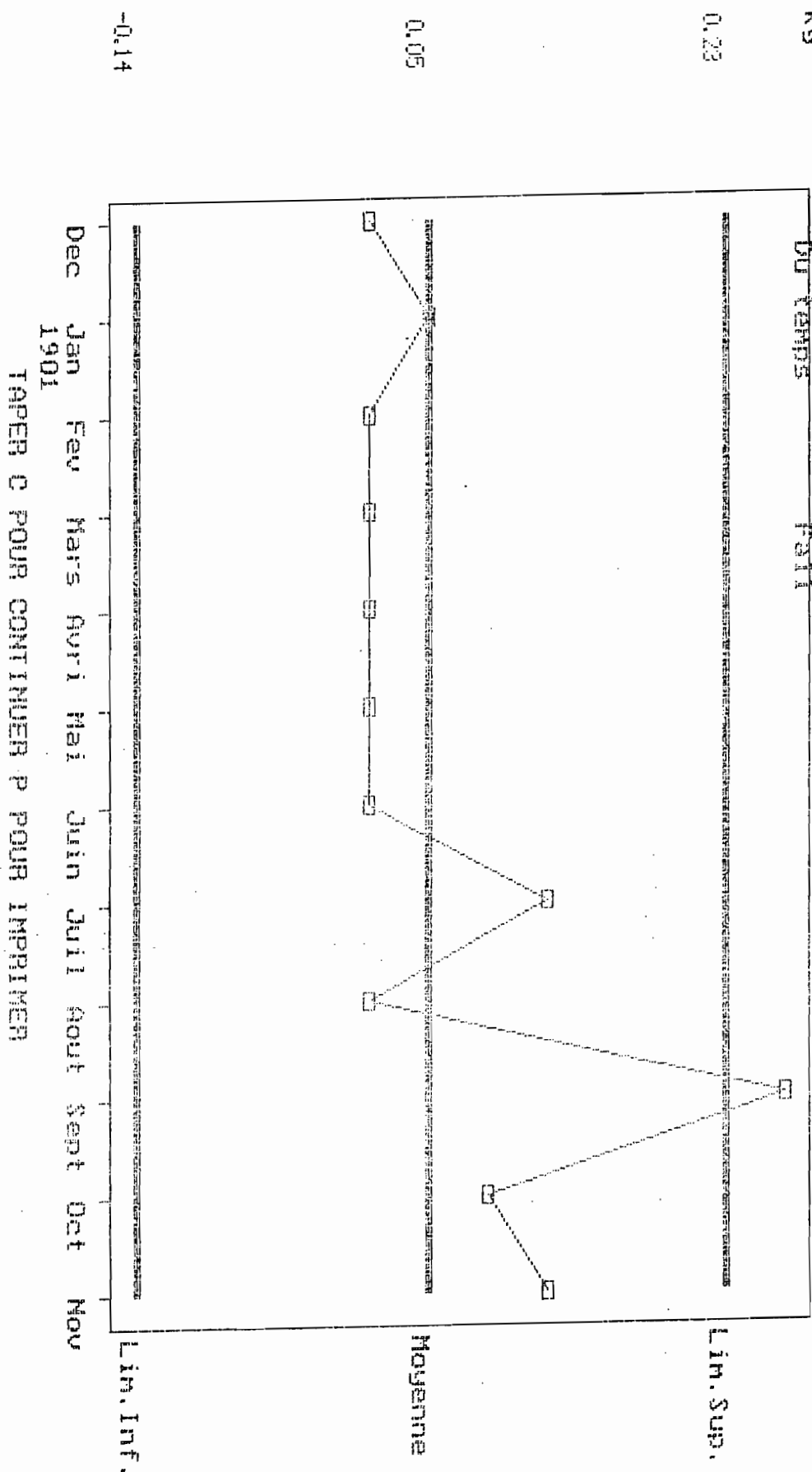


FIGURE 1

Courbe d'evolution de la
consommation relative
d'electricite en fonction
du temps

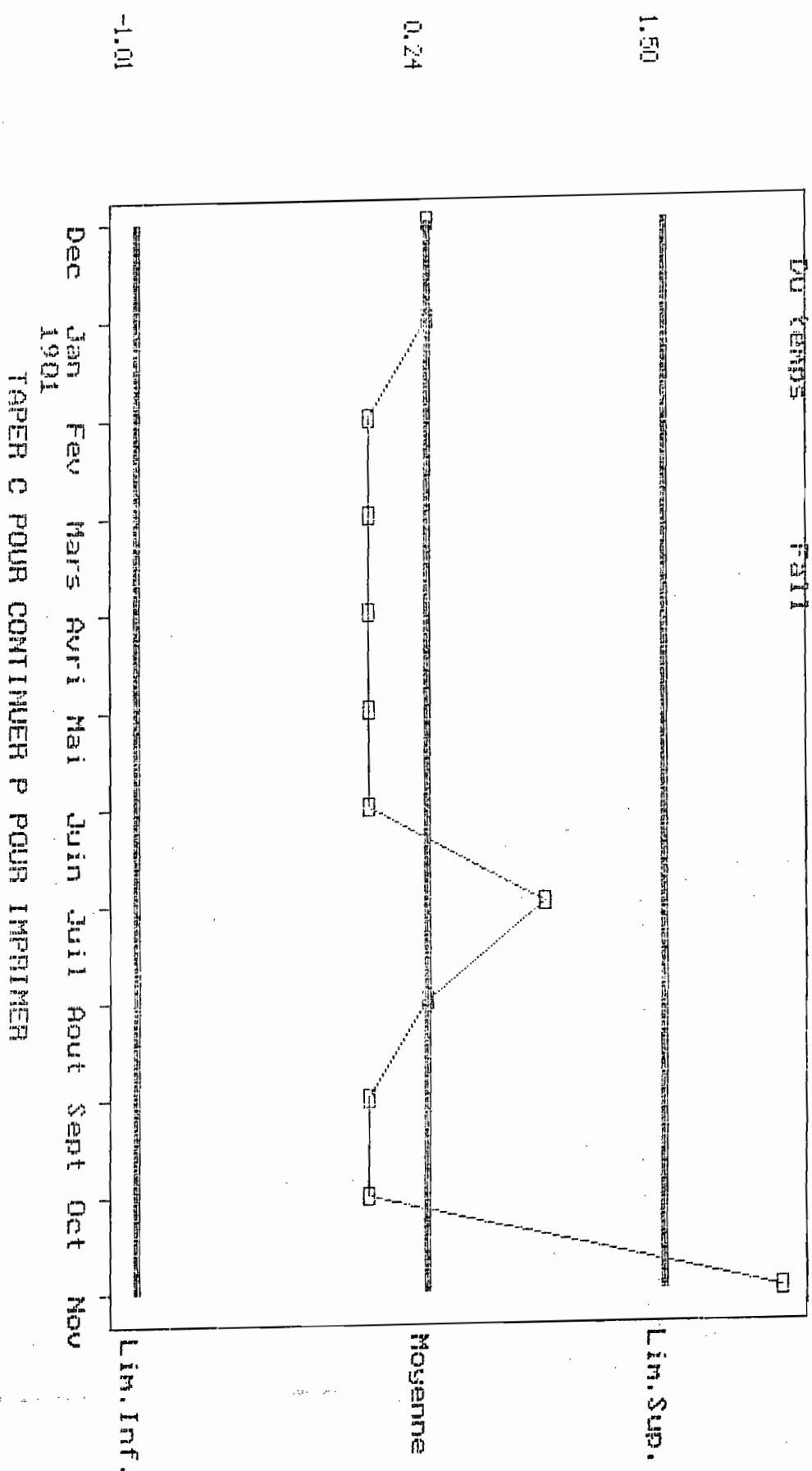


FIGURE 2

m3 / kg

Courbe d'évolution de la
Consommation spécifique
D'eau en fonction

du temps

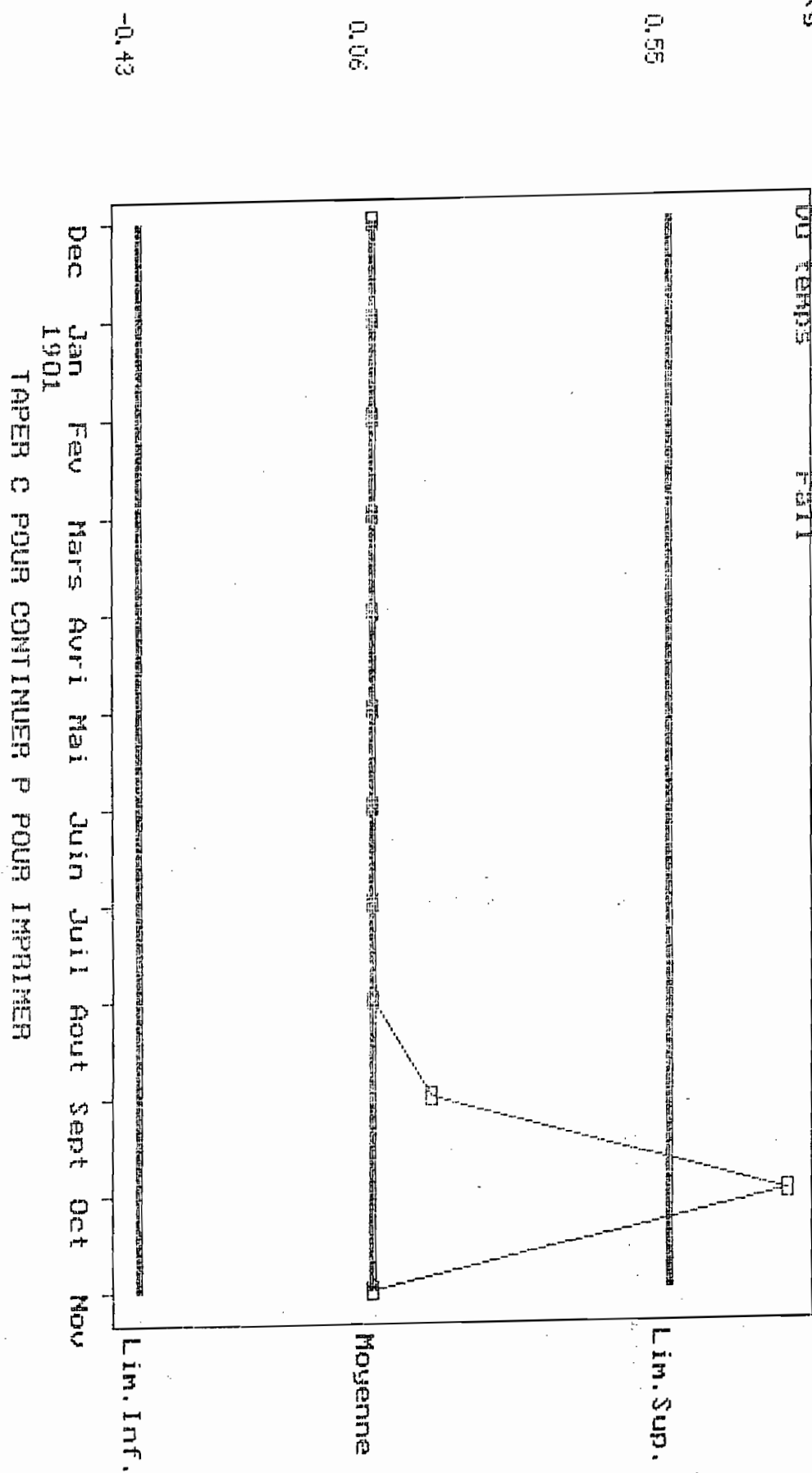


FIGURE 3

m3 / kg

0.95

0.15

-0.65

Courbe d'evolution de la
Consommation specifique
De gaz en fonction
DU TEMPS

Fall

Dec Jan Feb Mars Avri Mai Juin Juil Aout Sept Oct Nov
1901
TAPER C POUR CONTINUER P POUR IMPRIMER

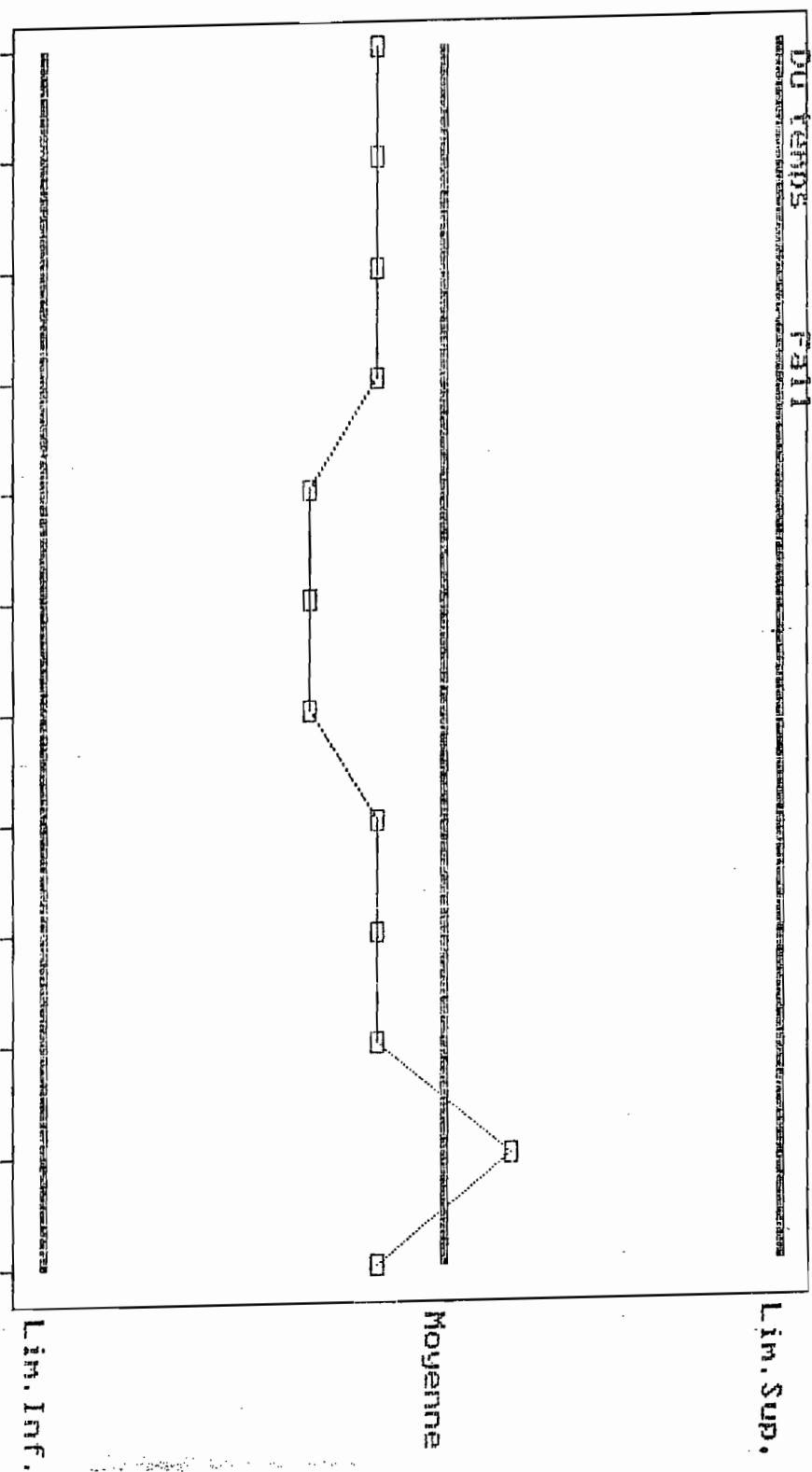


FIGURE 4

Courbe d'évolution du Facteur de puissance en fonction

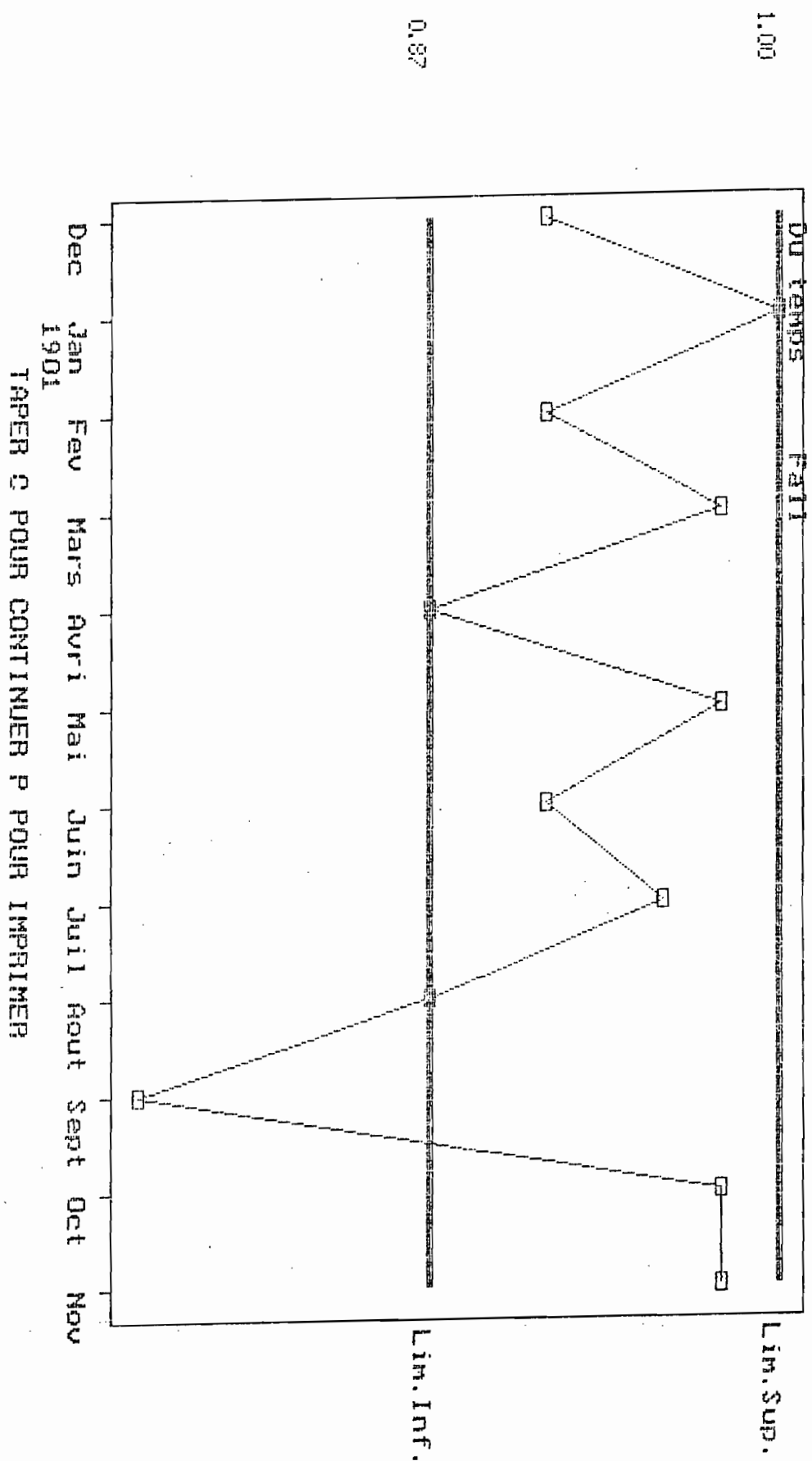


FIGURE 5

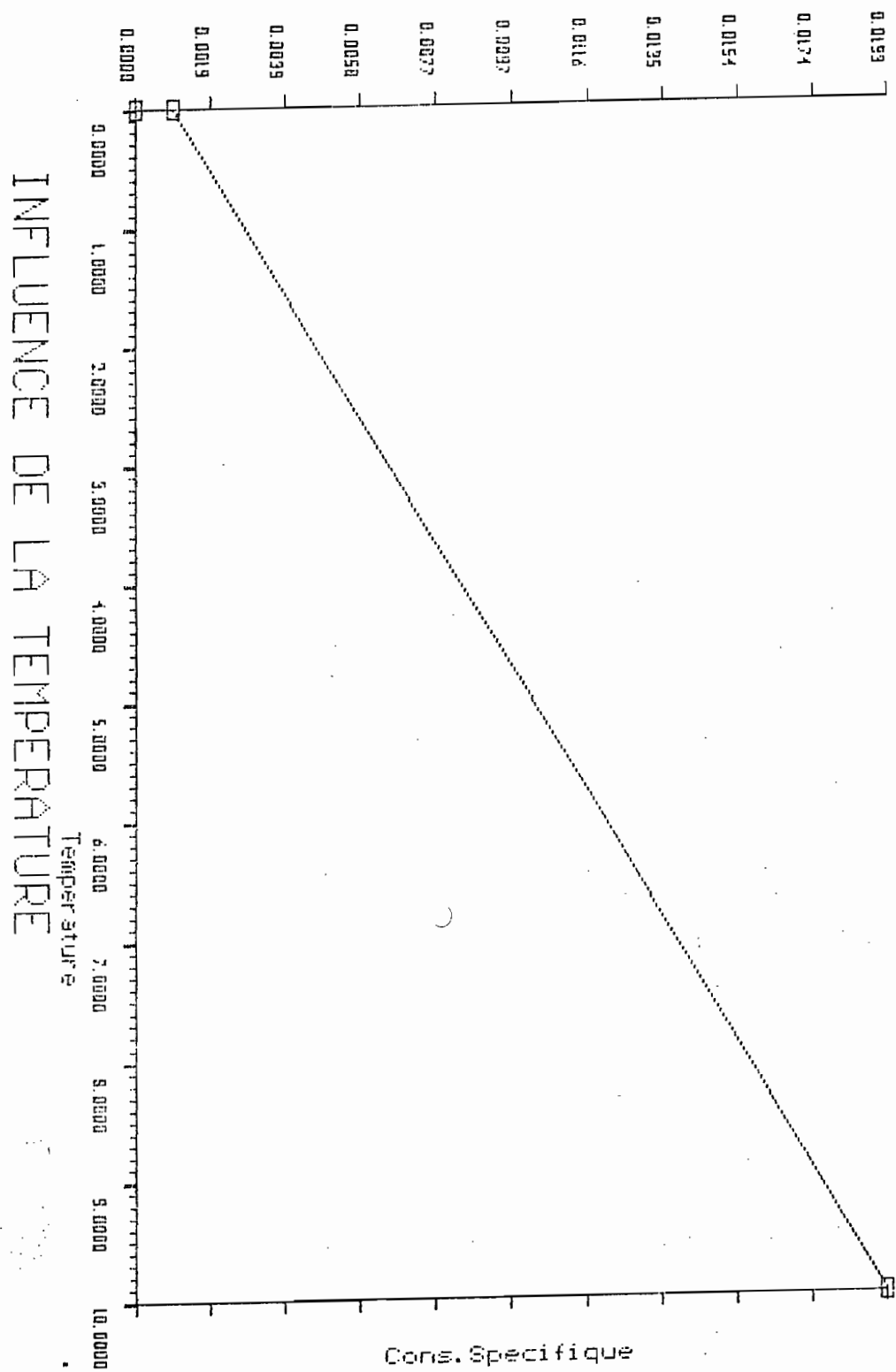


FIGURE 6