

F. COURTOY

PRODUCTION ÉCONOMIQUE
DE
L'ÉLECTRICITÉ
DANS LES
RÉGIONS INDUSTRIELLES

PARIS & LIÈGE
CH. BÉRANGER ÉDITEUR

Foug. H. Bardeau
PRODUCTION ÉCONOMIQUE

DE

Dicembre 1919
L'ÉLECTRICITÉ

DANS LES

RÉGIONS INDUSTRIELLES

PAR

FERNAND COURTOY

LAURÉAT DU CONCOURS UNIVERSITAIRE 1903-1905

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN

ANCIEN ASSISTANT A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

ANCIEN CHEF DU SERVICE ÉLECTRIQUE DE LA SOCIÉTÉ ANONYME D'OUGRÉE-MARIHAYE

INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR A BRUXELLES

PARIS & LIÈGE
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENGE, 21

—
1919

Tous droits réservés

VI

TABLE DES MATIERES

I. — INTRODUCTION

Développement considérable des applications de l'électricité dans toutes les branches de l'industrie

	Pages
A. Production de l'électricité	1
Sources d'énergie	2
Houille blanche et houille noire	2
Installations génératrices diverses	3
Grandeur des unités	3
Grandeur des centrales	4
Coefficient d'utilisation	4
Avantage des grandes centrales bien utilisées	5
Transports d'énergie	5
Groupements de centrales	6
Avantages des groupements : Facteur d'utilisation et situation économique des centrales	6
Sécurité : Grèves et accidents	7
Conditions de marche	8
Organisation rationnelle de la production de l'électricité	9
B. Utilisation de l'électricité	10
Eclairage	10
Force motrice	11
Petite et moyenne industrie	11
Industrie des transports	11
Industrie agricole	12
Industrie minière	13
Industrie métallurgique	15
Electro-métallurgie. Electro-chimie	16

	Pages
C. Devoirs de l'électricité	17
 II PREMIÈRE PARTIE	
La demande d'énergie	19
A. Généralités.	
B. Importance probable et réelle de la demande.	20
Centrales d'éclairage	22
Centrales d'éclairage et de force motrice	24
Centrales pour petite et moyenne industrie	26
Centrales de tramways	28
Centrales agricoles	31
Centrales minières	32
Centrales métallurgiques	35
Centrales mixtes	42
Importance totale de la demande	44
 C. Nature de la demande	
Genre de courant employé	45
Régularité du voltage	46
Régularité de la marche	46
 III DEUXIÈME PARTIE	
L'offre d'énergie	49
A. Généralités.	
B. Sources d'énergie	
Valeur d'une source d'énergie	49
Combustibles solides	53
Combustibles liquides	54
Gaz de hauts-fourneaux	56
Gaz de fours à coke	60
Vapeurs et chaleurs perdues	62
Valeur de 10.000 calories	64
 C. Qualités génériques et économiques des unités et des centrales.	
Généralités	65

CHAPITRE I

	Pages
QUALITÉS GÉNÉRIQUES	66
I. Grandeur des unités	66
II. Régularité cyclique	67
III. Souplesse	68
IV. Facilité de marche en parallèle.	70
V. Capacité de surcharge	71
VI. Accidents	72
VII. Consommation de combustible	73
<i>A. Installations à vapeur</i>	
1° Chaudières	73
2° Machines à piston et turbines à pleine charge	77
<i>Influence de la pression de vapeur</i>	77
<i>Influence de la surchauffe</i>	80
<i>Influence du vide.</i>	81
<i>Influence de la puissance unitaire</i>	86
<i>Comparaison de l'utilisation de la chaleur dans les turbines et les machines à piston.</i>	89
3° Machines à piston et turbines en charge variable.	90
4° Utilisation du combustible dans les installations à vapeur	91
<i>B. Installations à gaz.</i>	
<i>Influence de la puissance</i>	92
<i>Influence de la charge</i>	92
<i>C. Installations à huiles lourdes.</i>	
<i>Influence de la puissance</i>	93
<i>Influence de la charge.</i>	94
<i>D. Comparaison de l'utilisation de la chaleur obtenue dans les installations à vapeur, à gaz et à pétrole</i>	
	95

CHAPITRE II

QUALITÉS ÉCONOMIQUES	99
I. Dépenses d'installation	99
II. Charges d'amortissement	100
III. Frais d'exploitation et d'entretien	102
IV. Frais de combustible.	105
V. Dépenses totales. Caractéristiques économiques	109
<i>Marche normale</i>	109
<i>Marche à vide.</i>	113
<i>Machine en réserve</i>	113
<i>Machine en arrêt momentané</i>	113
VI. Prix de revient de l'énergie électrique	115
1° Prix de revient sans réserve	115
<i>Combustible de valeur normale</i>	115

	Pages
<i>Combustible de valeur nulle</i>	119
<i>Kilowatt-heure supplémentaire</i>	120
2° <i>Prix de revient avec réserves</i>	124
3° <i>Prix de revient dans les diverses industries.</i>	126

CHAPITRE III

CONDITIONS RÉELLES DE MARCHÉ DES MACHINES DANS LES CENTRALES 130

I. Utilisation des centrales	130
II. Caractéristique économique et caractéristique financière d'une centrale.	132
III. Choix de la puissance des unités d'une centrale	134
IV. Choix de la nature des unités d'une centrale	136
V. Avantages des grandes centrales	138
D Qualités génériques et économiques des groupements de centrales	139
Généralités	139

CHAPITRE I

EXEMPLES DE GROUPEMENTS EXISTANTS 141

I. Réseau du Durham et du Northumberland	141
II. Réseau du bassin Rhénan-Westphalien.	145
III. Réseau des mines fiscales de la Sarre.	150
IV. Réseau du Pas de Calais.	152

CHAPITRE II

ÉTUDE DU GROUPEMENT DU BASSIN DE LIÈGE 154

I. Conditions géographiques.	154
II. Conditions techniques du groupement.	156
1° <i>Développement des centrales raccordées</i>	156
2° <i>Composition des centrales et nature du combustible</i>	161
3° <i>Réserves</i>	168
4° <i>Diagrammes de charge en marche indépendante et en parallèle</i>	168
<i>Généralités</i>	168
<i>Jours ouvrables</i>	172
<i>Usines métallurgiques.</i>	172
a) <i>Marche indépendante</i>	172
b) <i>Marche en parallèle</i>	174
<i>Charbonnages</i>	176
a) <i>Marche indépendante</i>	176
b) <i>Marche en parallèle</i>	177
<i>Usines métallurgiques et charbonnages</i>	178
<i>Marche en parallèle</i>	178
<i>Distributions publiques</i>	180
<i>Marche indépendante et marche en parallèle</i>	180
<i>Usines métallurgiques, charbonnages et distributions publiques</i>	182
<i>Marche en parallèle</i>	182
<i>Jours fériés.</i>	183
<i>Usines métallurgiques.</i>	183
a) <i>Marche indépendante</i>	183

	Pages
b) Marche en parallèle	185
Charbonnages	185
a) Marche indépendante	185
b) Marche en parallèle	188
Distributions publiques	188
a) Marche indépendante	188
b) Marche en parallèle	189
Marche en parallèle des usines métallurgiques, charbonnages et distributions publiques	189
5° Conditions diverses de la marche en parallèle	190
6° Échanges probables. Raccordements au réseau	194
7° Sous stations	198
8° Réseau	205
9° Protection du réseau	212
10° Station de répartition	214
11° Schémas généraux des installations	215
III. Conditions économiques du groupement	215
1° Frais d'installation	215
2° Intérêt et amortissement	219
3° Frais d'exploitation et d'entretien	220
4° Pertes dans les lignes et les transformateurs	222
5° Frais généraux	235
6° Dépenses totales	235
7° Bénéfices réalisables par le groupement	237
8° Prix d'achat et prix de vente de l'énergie dans le groupement	248
A) Valeurs limites des prix de vente et d'achat de l'énergie par les centrales	248
a) Valeur limite du prix de vente	250
Premier cas	250
Second cas	251
Troisième cas	253
b) Valeur limite du prix d'achat	254
Premier cas	254
Second cas	255
Troisième cas	256
Quatrième cas	256
Cinquième cas	257
Valeur des constantes donnant les prix limites	258
c) Conclusions	261
B) Répartition de la différence entre les prix limites d'achat et de vente	270
C) Conclusions	272
Prix d'achat de l'énergie par le réseau	273
Prix de vente de l'énergie par le réseau	274
IV. Conditions administratives du groupement	277
1° Généralités	277
2° Statuts	277
a) Dénomination, siège et but de la société	277
b) Fonds social. — Actions	277
c) Admission, démission et exclusion des associés	279
d) Obligations des associés	279
e) Administration, direction, surveillance	279
f) Assemblée générale	279

	Pages
<i>g) Bilan, Bénéfices, Répartition</i>	280
<i>3° Règlement</i>	280
<i>a) Conditions générales de marche</i>	280
<i>b) Fourniture d'énergie au réseau</i>	282
<i>c) Achat d'énergie au réseau</i>	282
<i>d) Relations entre les Centrales et l'Union</i>	282
<i>e) Compteurs</i>	283
<i>f) Conditions générales d'achat et de vente du courant</i>	283
<i>g) Sous-station et réseau</i>	284
<i>h) Direction, Surveillance</i>	284

IV

CONCLUSIONS

La production de l'électricité de l'avenir	285
I. Avantages généraux des groupements	285
II. Objections aux groupements	286
1° Centrales de distribution publique	286
2° Centrales de charbonnages	290
4° Centrales métallurgiques	290
III. Résultats économiques probables	294
IV. Œuvre d'aujourd'hui	295
V. Œuvre de demain	295
VI. L'électricité de l'avenir en Belgique	296
II. BIBLIOGRAPHIE	297
III. TABLE DES MATIÈRES	299