

SOMMAIRE

Avant-propos

CHAPITRE 1. PARC ET ENJEUX ENERGETIQUES	1
1. LA SEGMENTATION DU SECTEUR « ENSEIGNEMENT-RECHERCHE »	2
2. LES LOCAUX CONCERNES	2
3. LES ACTEURS.....	3
4. LE PARC « ENSEIGNEMENT-RECHERCHE ».....	3
4.1. Parc existant	3
4.2. Construction neuve.....	4
5. LA CONSOMMATION D'ENERGIE	4
5.1. Consommation du parc existant	4
5.2. Performances énergétiques de bâtiments récents	7
6. RECOMMANDATIONS AUX MAITRES D'OUVRAGE.....	8
6.1. Marchés d'ingénierie et d'architecture	9
6.2. Marchés d'entreprise.....	9
6.3. Réception des installations	10
6.4. Utilisation du bâtiment.....	10
 CHAPITRE 2. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DU PROGRAMME	 11
1. LE SITE	12
1.1. Identification.....	12
1.2. Climat	12
1.3. Bruit	16
2. LES AMBIANCES INTERIEURES.....	16
2.1. Température et hygrométrie.....	16
2.2. Renouvellement d'air	19
2.3. Eclairage.....	23
2.4. Isolement acoustique	26
3. SCENARIOS D'OCCUPATION	27
4. L'EAU CHAUDE SANITAIRE	29
5. LA RESTAURATION	29
5.1. Eléments de programmation	30
5.2. Ventilation des cuisines collectives	31
6. EXIGENCES COMPLEMENTAIRES.....	31
6.1. Flexibilité des installations	31
6.2. Disponibilité des services.....	31
6.3. Programmation des installations	31
6.4. Protection des matériels.....	32
6.5. Gestion à distance	32
6.6. Possibilité de changer d'énergie.....	33
7. L'IMMOTIQUE	33
7.1. Automatisation des équipements techniques	33

7.2. Commandes et réglages à la disposition des usagers	33
7.3. Facilités pour la gestion technique	34
7.4. Compatibilités des systèmes de gestion technique	34
7.5. Systèmes multiservices : GTB, GAC	35
CHAPITRE 3. CONDITIONS ECONOMIQUES ET CHOIX DE PARTIE.....	45
1. LES LOGIQUES ECONOMIQUES DES ACTEURS DU SECTEUR.....	46
1.1. Application des critères économiques aux établissements d'enseignement.....	46
1.2. Décomposition des coûts.....	48
1.3. Solution optimale en coût global	48
2. LES COUTS D'INVESTISSEMENT	49
2.1. Matériel.....	49
2.2. Surfaces occupées	49
2.3. Construction.....	50
2.4. Estimation des coûts d'investissement	50
3. LES COUTS D'EXPLOITATION.....	51
3.1. Energie.....	51
3.2. Entretien/maintenance.....	53
3.3. Contrôles réglementaires et de qualité.....	55
3.4. Suivi des consommations	55
4. CHOIX DE PARTI.....	56
4.1. Coût global	56
4.2. Exemple de choix de parti.....	57
CHAPITRE 4. L'APPROCHE GLOBALE DE L'ENERGETIQUE.....	61
1. LES SOURCES ENERGETIQUES	62
1.1. Electricité.....	62
1.2. Combustibles	62
1.3. Energies renouvelables et récupérables.....	63
1.4. Réseaux de chaleur	63
2. L'ADEQUATION DES SOURCES AUX USAGES	63
3. LA REDUCTION DE LA DEMANDE D'ENERGIE	64
4. L'OPTIMISATION ENERGETIQUE D'UN PROJET	66
4.1. Préalable.....	66
4.2. Démarche globale.....	67
5. UNE ANALYSE MULTI-CRITERE D'UN PROJET.....	69
CHAPITRE 5. LE BATI ET L'ENVELOPPE	71
1. L'ORGANISATION DE L'ESPACE.....	72
1.1. Typologie des locaux.....	73
1.2. Exigences fonctionnelles.....	75
1.3. Traitement des locaux	80
2. L'ARCHITECTURE ET LA THERMIQUE DE L'ENVELOPPE	80
2.1. Forme architecturale et compacité	80
2.2. Conception climatique.....	80
2.3. Espaces tampons et traitement des circulations	81

2.4. Inertie thermique	82
3. LES TECHNOLOGIES DE L'ENVELOPPE	84
3.1. Isolation thermique des planchers bas et toitures	85
3.2. Conception des façades.....	85
3.3. Protections solaires	88
4. RECOMMANDATIONS POUR UN BATI PERFORMANT	90
4.1. Implantation	90
4.2. Volumétrie, épaisseur du bâtiment et organisation du plan	92
4.3. Choix constructifs.....	92
CHAPITRE 6. CHAUFFAGE-VENTILATION-CLIMATISATION	95
1. LES TYPES D'INSTALLATION	96
1.1. Traitement des ambiances	96
1.2. Systèmes climatiques adaptés	99
1.3. Description des systèmes	104
2. LES CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES CLIMATIQUES.....	108
2.1. Production de chaleur	108
2.2. Production de froid	110
2.3. Distribution hydraulique	110
2.4. Emetteurs à eau	111
2.5. Emetteurs électriques.....	113
2.6. Distribution de l'air.....	115
2.7. Diffusion aéraulique	117
2.8. Emetteurs à gaz	117
2.9. Récupération sur l'air extrait	118
3. LA REGULATION ET LA GESTION TECHNIQUE	118
3.1. Fonctions de régulation	119
3.2. Fonctions de gestion technique des installations climatiques.....	126
4. RECOMMANDATIONS POUR UNE EXPLOITATION ECONOMIQUE.....	128
4.1. Principales recommandations à l'établissement d'un projet.....	128
4.2. Principales recommandations pour une exploitation économe	129
4.3. Contrat d'entretien ou contrat d'exploitation des installations climatiques	129
CHAPITRE 7. L'EAU CHAUDE SANITAIRE	133
1. LES USAGES ET SYSTEMES	134
2. LA PRODUCTION.....	135
2.1. Systèmes à accumulation	135
2.2. Systèmes à production instantanée	136
2.3. Systèmes à production simi-instantanée	137
2.4. Systèmes de récupération.....	139
3. LA DISTRIBUTION	141
4. LES ELEMENTS D'UNE CONCEPTION PERFORMANTE	142
5. RECOMMANDATIONS POUR UNE EXPLOITATION ECONOMIQUE.....	143
CHAPITRE 8. L'ECLAIRAGE.....	145
1. LA DEMARCHE DE CONCEPTION.....	146

1.1. Niveaux d'éclairage	146
1.2. Cahier des charges « éclairage »	147
1.3. Eclairage naturel	148
1.4. Conception de l'installation.....	148
1.5. Systèmes de gestion de l'éclairage	149
1.6. Optimisation technico-économique.....	149
2. L'ECLAIRAGE NATUREL	150
2.1. Eclairage naturel et Code du Travail.....	150
2.2. Caractérisation de l'éclairage naturel	151
2.3. Eclairage naturel/éclairage artificiel.....	153
2.4. Protections solaires	154
3. LA CONCEPTION D'UNE INSTALLATION PERFORMANTE	154
3.1. Puissance totale absorbée.....	155
3.2. Efficacité lumineuse globale des lampes	157
3.3. Rendement d'un luminaire	157
3.4. Utilance de l'installation	157
4. UNE EXPLOITATION ECONOMIQUE	158
4.1. Zonage d'alimentation électrique	158
4.2. Commande, programmation	158
4.3. Maintenance.....	159
4.4. Récapitulatif des solutions d'une exploitation économe.....	160
5. RECOMMANDATIONS POUR L'ECLAIRAGE DES LOCAUX D'ENSEIGNEMENT	161
5.1. Eclairage des locaux types.....	161
5.2. Label pour l'éclairage des salles de classes	165
 CHAPITRE 9. LA RESTAURATION.....	 175
1. L'ELABORATION DU PROGRAMME	176
1.1. Différents types de préparation des repas	177
1.2. Mode d'approvisionnement	179
1.3. Organisation d'une cuisine collective	180
2. LES USAGES DE L'ENERGIE EN CUISINE/RESTAURATION	182
2.1. Cuisson.....	183
2.2. Froid.....	186
2.3. Eau chaude sanitaire et laverie	187
3. LA VENTILATION.....	188
3.1. Principes de ventilation des cuisines.....	188
3.2. Techniques de captage	191
3.3. Calculs des débits	193
3.4. Protection incendie.....	195
4. RECOMMANDATIONS POUR DES CUISINES PERFORMANTES	196
4.1. Conception performante	196
4.2. Gestion économe.....	198
 CHAPITRE 10. LES OUTILS DE CONCEPTION ET DE GESTION	 205
1. AIDE A LA DECISION ET A LA CONCEPTION	206
2. AIDE A LA GESTION	208

ANNEXES	213
Annexe 1 Le cadre réglementaire général	214
Annexe 2 L'arrêté du 6 mai 1988.....	216
Annexe 3 Le calorifugeage des installations	225
Annexe 4 La prescription des systèmes de GTB et de télégestion	228
Annexe 5 Les contrôles nécessaires pour une exploitation économe.....	235
Annexe 6 Les variables et critères économiques.....	237
Annexe 7 Le tarif des énergies.....	241
BIBLIOGRAPHIE	247
ADRESSES UTILES	253