PN-AAX-926

19084-BK

INITIATIVES ENERGETIQUES DE DJIBOUTI

EVALUATION ENERGETIQUE NATIONALE

Service de l'Energie

Institut Supérieur d'Etudes et de Recherches Scientifiques et Techniques

Volontaires en Assistance Technique

Agence des Etats-Unis pour le Développement International

ISERST / VITA

INITIATIVES ENERGETIQUES DE DJIBOUTI

EVALUATION ENERGETIQUE NATIONALE

préparé pour

Service de l'Energie
Institut Supérieur d'Etudes et de Recherches
Scientifiques et Techniques
Volontaires en Assistance Technique
Agence des Etats-Unis pour le Développement International

par

Matthew Milukas, Jesse Ribot et Peter Maxson

avant-propos par
Oblik Dibeth Carton,
Directeur du Service de l'Energie

traduit par
C.A.C.I. Language Center
(Chefs-Traducteurs: Olivier Agnez et Kamal Kharchi)

publié par
Volontaires en Assistance Technique
1815 North Lynn Street, Suite 200
Arlington, Virginie 22209 USA
Septembre 1984

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES ix

LISTE DES TABLEAUX x

AVANT-PROPOS xv

REMERCIEMENTS xvii

RESUME EXECUTIF xix

SECTION 1. APERCU

Chapitre I. Apercu Général 3
Origine du Projet 3
L'Evaluation Energétique 4
Le Rapport sur l'Evaluation Energetique. 5

Chapitre II. Réalisations Précedentes du Projet 7
Stations Météorologiques 7
L'Immeuble de l'Energie Renouvelable de l'ISERST 7
Démonstrations de Pompes à Eau Solaires 7
Chauffage par Huile de Vidange 8
Pompage d'Eau par Eolienne 8
Construction Utilisant des Matériaux à
Rendement Energétique Produits à Djibouti 8
Développement de l'Infrastrucutre 9
Formation 9
Initiatives du Secteur Privé 10
Système Photovoltaïque du Lycée 10

Chapitre III. Renseignements d'Ordre Général sur
Djibouti 11
Géographie 11
Ressource 11
Economie 11
Population 13
L'Energie dans l'Economie 14

SECTION 2. OFFRE ET DEMANDE EN ENERGIE

Chapitre 1. Introduction 21

Chapitre II. Approvisionnement 24
Pétrole 24
Distribution et Consommation Finale des
Produits Pétroliers 26

Electricité 27
Système de Production Electrique Existant 29
Energie Geothermique 32
Biomasse 32
Apport en Bois dans la Production de Charbon de Bois 35
Energies Eolienne et Solaire 37

Chapitre III. Utilisation Finale 39
Cuisson des Aliments à Domicile 39
Electricité 47
Consommation Electrique dans les Bâtiments Commerciaux et Gouvernementaux 48
Industrie 51
Transports 52
Activités Portuaires 53
Voie Ferrée 54
Aéroport 59
Transports Routiers. 64
Pompage de l'Eau/Agriculture 70
Utilisation Actuelle de l'Energie pour l'Approvisionnement en Eau 70

Chapitre IV. Rendement Energétique à la Consommation . . 76
Transports 76
Industrie 77
Bâtiments 77

Chapitre V. Balances Energetiques Nationales: 1982 et 1983 78

SECTION 3. POLITIQUES, PRIX ET INSTITUTIONS ENERGETIQUES

Chapitre I. Introduction 89

Chapitre II. Politiques 90
Institutions Energétiques et Prises de Décisions 90
Politiques des Prix 90
Tarification au Prix Coûtant 91
Tarification Relative 91
Structures des Tarifs Electricité 91
Réglementation à l'Importation des Appareils Electro-Ménagers et de l'Equipement 95
Critères de Performance Energétique des Bâtiments . . . 95
Critères à Appliquer aux Appareils Electro-Ménagers . . 96
Etiquettes 96
Recherche et Information 97
Choix des Industries et Composition de l'Economie . . . 98
Facteurs Extérieurs 98

Chapitre III. La Politique Energétique Nationale Actuelle de Djibouti 99

Chapitre IV. Coût de l'Energie et Structures de Prix . . 101
Structure des Prix des Produits Pétroliers 101
Combustibles Soumis au Contrôle des Prix 101
Prix "Intérieurs" des Produits Pétroliers 104
Respect des Prix Soumis au Contrôle 105
Combustibles non Soumis au Contrôle des Prix 105
Prix de l'Electricité 105
Prix des Combustibles Traditionnels 107
Coût de la Cuisson des Aliments à Djibouti 107

Chapitre V. Possibilités Gouvernementales 109
Gouvernement de Djibouti: Activités Actuelles dans le Secteur Energétique 109
ISERST 109
Service de l'Energie 110
L'Etablissement Public des Hydrocarbures (EPH) 110
Service National de Météorologie (SNM) 111
Génie Rural 111
Travaux Publics (TP) 112
Coopératives Agricoles et Organismes Privés de Volontariat 113
Conclusion 113

SECTION 4. PROJECTIONS DE LA DEMANDE A VENIR

Chapitre I. Demande à Venir par Secteur 117
Cuisson des Aliments à Domicile 117
Electricité 124
Industrie 130
Phase de Construction 133
Phase Opérationnelle 133
Transports 134
Activités Portuaires 134
Chemin de Fer 137
Aéroport 140
Transports Routiers 143
Pompage de l'Eau 146

Chapitre II. Demande à Venir Totale: Hypothèse de Base . 158

SECTION 5. SCENARIOS D'APPROVISIONNEMENT DANS L'AVENIR

Chapitre I. Dependance Continue à l'Egard des Combustibles Importés 167
Impacts Macroéconomiques d'une Dépendance Continue . . . 167
L'Economie 167
Projections de la Demande d'Energie 168
Prévisions Economiques 171
Conséquences de la Demande Projetée sur les Devises Etrangères 171
Autres Pressions s'exerçant sur la Demande Projetée . . 176

Chapitre II. Energie Géothermique 178

Chapitre III. Conservation de l'Energie 182
"Approvisionnement" en Energie Grâce à
la Conservation 182
Conservation de l'Electricité 184
Production d'Electricité 184
Utilisation Finale d'Electricité 193
Conservation de l'Energie dans le Secteur Industriel . . 203
Conservation de l'Energie dans le
Secteur des Transports 204
Politiques de Fixation des Prix de l'Energie 208
Resumé du Scénario de Conservation 208

Chapitre IV. Les Energies Renouvelables 209
Energie Eolienne 209
Pompage de l'Eau 209
Production d'Electricité 211
Energie Solaire 213
Les Photovoltaiques (PV) 213
Solaire Thermique 218
Dessalement par Energie Solaire 221
Climatiseurs Solaires 222
Biomasse 223
Evaluation des Formes d'Energie Renouvelables
de Substitution 223
Pompage de l'Eau 224
Production et/ou Décalage d'Electricité 225
Technologies Utilisées dans les Régions Rurales . . 226
Dessalement 227
Biomasse pour Cuisson 227
Contributions de l'Energie Renouvelable 227

**Chapitre V. Aspects Ecologiques de l'Energie
à Djibouti** 234
Biomasse 234
Qualité de l'Air Intérieur: Bois de Combustion
et Carburéacteur A-1 234
Déversement de Pétrole 235
Déversement d'Huiles Usées 235
Energie Géothermique 236
L'Environnement Social et Culturel 238

Chapitre VI. Approvisionnement à Venir: Cas Hétérogène . 239

SECTION 6. RECOMMANDATIONS

**Chapitre I. Fondations d'une Stratégie
Energétique Nationale** 243

Chapitre II. Recommandations 247
Recommandations Générales 249
Assistance Technique au Service de l'Energie 249

Politique des Prix du Diesel 251
Politique des Prix du Kérosène 253
Révision du Barême de l'Electricité 254
Etude des Taxes à l'Importation
des Subsides et des Critères concernant
les Matériaux et le Matériel Energétiques 255
Centre de Documentation Energetique 258
Conservation Concernant la Compagnie d'Electricité . . . 259
Amélioration du Facteur de Puissance 259
Changement de Combustible par l'EdD 259
Conservation dans les Bâtiments 260
Création d'une Equipe Chargée du Contrôle
de la Consommation Energétique 260
Modernisation des Bâtiments Administratifs 261
Programme de Prêt pour Modernisation
au Profit de la Conservation d'Energie 263
Campagne de Presse 265
Conception de Nouveaux Immeubles
Energétiquement Rentables 266
Autres Mesures de Conservation 268
Modernisation de l'Eclairage Public 268
Utilisation par le Gouvernement de
Véhicules plus Economiques en Carburant 268
Etude du Secteur des Transports Routiers 269
Recyclage et Utilisation de l'Huile de Vidange . . . 270
Energies Renouvelables 271
Poursuite de la Collecte des Données
Météorologiques 271
Etude des Ressources en Biomasse 272
Analyse de la Biomasse des Terres Arides 273
Programme de Formation pour Pompage
d'Eau par Eolienne 274
Déplacer et/ou Réparer les Eoliennes
dans le Nord du Pays 275
Chauffe-Eau Solaires 276
Programme de Démonstration de Pompes Solaires . . . 277
Réfrigerateurs Photovoltaïques 278
Technologies Renouvelables à Venir 279

ANNEXE A. ENERGIE: CONVERSIONS 283

ANNEXE B. BALANCES ENERGETIQUES NATIONALES 1982 ET 1983 (EN TERAJOULES) 287

ANNEXE C. DONNEES OBTENUES AUPRES DES COMPAGNIES PETROLIERES 291

ANNEXE D. PRIX DES CARBURANTS PETROLIERS 301

ANNEXE E. IMPACTS DES PROJETS DE DEVELOPPEMENT A VENIR . . . 305

ANNEXE F. RESSOURCES DE DJIBOUTI EN ENERGIE EOLIENNE 313

ANNEXE G. RESSOURCES DE DJIBOUTI EN ENERGIE SOLAIRE 331

ANNEXE H. HISTORIQUE DES APPLICATIONS DES ENERGIES RENOUVELABLES A DJIBOUTI 345

ANNEXE I. POMPAGE ET RAVITAILLEMENT EN EAU 353

ANNEXE J. RENDEMENT DE L'UTILISATION FINALE 369

ANNEXE K. ENQUETE SUR L'UTILISATION DOMESTIQUE DE L'ENERGIE 373

ANNEXE L. CALCUL DU RENDEMENT ENERGETIQUE EN COMBUSTIBLES DU CHEMIN DE FER 381

ANNEXE M. STRUCTURES DES PRIX DE L'ELECTRICITE 383

ANNEXE N. PROJECTION DU POTENTIEL DE CONSERVATION D'ENERGIE DANS LES BATIMENTS 389

ANNEXE O. CONSERVATION DES SERVICES ELECTRIQUES ET GESTION DE CHARGE 421

ANNEXE P. CALCUL DE LA PART LOCALE DE L'UTILISATION DU CARBURANT POUR AVIONS 441

ANNEXE Q. DONNEES SUR LA TEMPERATURE POUR DJIBOUTI 449

ANNEXE R. INDICATEURS ECONOMIQUES POUR DJIBOUTI 451

ANNEXE S. DONNEES HISTORIQUES: PRODUITS PETROLIERS 453

ANNEXE T. PROGRAMME SUGGERE POUR L'APPLICATION DU PROJET SUR LES INITIATIVES ENERGETIQUES 457

BIBLIOGRAPHIE 461

PERSONNES CONTACTEES 467

GLOSSAIRE 471

LES AUTEURS 475

LISTE DES FIGURES

EX-1 Débit d'Energie dans l'Economie Djiboutienne xx

1-1 Carte de Djibouti 12

2-1 Secteur Energétique de Djibouti 22
2-2 Demande de Pointe: Valeurs Mensuelles (1982 et 1983) 45
2-3 Durée de Charge pour la Demande en Electricité en 1983 46
2-4 Débit d'Energie dans l'Economie Djiboutienne 85

5-1 Prévisions de la Demande en Produits Pétroliers: Hypothèse de Base 170

F-1 Données de la Vitesse du Vent pour Djibouti-Ville . . 319
F-2 Données de la Vitesse du Vent pour Ali-Sabieh 320
F-3 Données de la Vitesse du Vent pour Dikhil 321
F-4 Données de la Vitesse du Vent pour Yoboki 322
F-5 Données de la Vitesse du Vent pour Tadjourah 323
F-6 Données de la Vitesse du Vent pour Obock 324
F-7 Variation Diurne de la Vitesse du Vent: Djibouti-Ville 327
F-8 Variation Diurne de la Vitesse du Vent: Ali-Sabieh . . 328
F-9 Variation Diurne de la Vitesse du Vent: Yoboki 329
F-10 Variation Diurne de la Vitesse du Vent: Obock 330

G-1 Ensoleillement mesuré: Djibouti-Ville 337
G-2 Ensoleillement mesuré: Hol Hol 338
G-3 Ensoleillement mesuré: Ali-Sabieh 339
G-4 Ensoleillement mesuré: Dikhil 340
G-5 Ensoleillement mesuré: Yoboki 341
G-6 Ensoleillement mesuré: Tadjourah 342
G-7 Ensoleillement mesuré: Obock 343

I-1 Emplacement des Puits dans la République de Djibouti . 364

O-1 Données Réelles pour la Saison 1983/1984 429
O-2 Données Réelles pour la Corrélation entre l'Energie et la Température pour 1983 430
O-3 Profil de la Demande de Pointe Diurne (Juillet) . . . 431
O-4 Facteur de Puissance 434

N.B.: Ebba Townsend, volontaire de VITA, a preparé les Figures Ex-1, 1-1, 2-4, et I-1 pour le présent rapport.

LISTE DES TABLEAUX

EX-1	Projections par Forme et par Utilisation Finale de la Demande Energétique à Venir	lv
1-1	L'Energie dans l'Economie de Djibouti	16
2-1	Destination des Combustibles Débarqués à Djibouti . .	25
2-2	Capacité Electrique à Djibouti	30
2-3	Données Concernant la Centrale Opérationelle de Boulaos	31
2-4	Historique de la Production et Transmission d'Energie, et des Données sur les Pertes du Système (1971-1982)	33
2-5	Génératrices Privées pour la Production Electrique . .	34
2-6	Combustibles Biomasse: Prix Typiques	36
2-7	Utilisation de Combustibles de Biomasse: Estimations pour 1984	38
2-8	Consommation Annuelle de Carburant par Foyer	41
2-9	Estimations de la Population: 1984	42
2-10	Utilisation Résidentielle de Combustible: Utilisation prévue pour 1984	43
2-11	Consommation de Bois de Feu par Habitant	44
2-12	Répartition de la Consommation Electrique (GWh) pour la Période 1978-1981	48
2-13	Utilisation Résidentielle de l'Electricité (Tariff II)	49
2-14	Utilisation Résidentielle de l'Electricité	50
2-15	Répartition de la Consommation Electrique en 1982 pour le Marché Intérieur de l'EdD	51
2-16	Consommation de Diesel par l'Industrie	52
2-17	Activité Portuaire	55
2-18	Composante Intérieure des Carburants de Marine	56
2-19	Transport Ferroviaire: Départ de Djibouti	58
2-20	Transport Ferroviaire: Quantités de Marchandises Transportées	59
2-21	Trafic et Consommation de Combustible - Transports Aériens	61
2-22	Transport Aérien: Consommation Intérieure de Combustible et Coût Encouru	62
2-23	Aéroport: Nombre d'Attérrissages d'Avions Privés . . .	64
2-24	Véhicules Automobiles: Importations	66
2-25	Réexportations de Nouvelles Voitures	67
2-26	Vignettes pour Véhicules Automobiles	67
2-27	Véhicules Automobiles: Estimation de la Totalité du Parc Automobile en 1982	68
2-28	Transport Routier: Estimations du Rendement (1982) . .	69
2-29	1983 Consommation d'Energie pour le Pompage de l'Eau .	71
2-30	Balance Energétique Nationale 1982	79
2-31	Balance Energétique Nationale 1983	80

3-1 Prix Réglementés de Combustibles 102
3-2 Prix des Carburants Reglementés pour l'Intérieur . . . 104
3-3 Vue d'Ensemble de la Structure des Prix de l'Electricité 106
3-4 Coûts de Cuisson Comparatifs 108

4-1 Utilisation Domestique des Combustibles: Projections pour 1985 119
4-2 Utilisation Domestique des Combustibles: Projections pour 1990 120
4-3 Utilisation Domestique des Combustibles: Projections pour 1995 121
4-4 Utilisation Domestique des Combustibles: Projections pour 2000 122
4-5 Combustibles à Usage Résidentiel: Resumé de la Demande Projetée 123
4-6 Electricité: Prévisions de la Demande de Pointe du Système 126
4-7 Electricité: Prévisions de Production et de Vente . . 128
4-8 Electricité: Projections de la Demande Totale à Venir 129
4-9 Industrie: Projections de la Demande à Venir pour l'Industrie Actuelle 131
4-10 Programme d'Investissement aux Projets de Développement 132
4-11 Développement Industriel à Venir: Résumé de la Demande en Combustibles 135
4-12 Industrie: Projections de la Demande Totale à Venir . 136
4-13 Activité Maritime: Projections de l'Elément Interieur des Ventes de Carburant de Ravitaillement 138
4-14 Chemin de Fer: Projections de la Direction 139
4-15 Chemin de Fer: Projections de la Demande à Venir en Carburant 141
4-16 Chemin de Fer: Résumé de la Demande Projetée en Diesel 142
4-17 Transport Aérien: Projections 144
4-18 Transport Aérien: Projections de l'Elément Domestique des Carburants d'Aviation 145
4-19 Transports Routiers: Estimations du Futur Parc Automobile 147
4-20 Transports Routiers: Consommation à Venir de Carburant (1985) 148
4-21 Transports Routiers: Consommation à Venir de Carburant (1990) 149
4-22 Transports Routiers: Consommation à Venir de Carburant (1995) 150
4-23 Transports Routiers: Consommation à Venir de Carburant (2000) 151
4-24 Transports Routiers: Résumé de la Demande Projetée en Carburant 152
4-25 Pompage de l'Eau: Projections de la Demande Totale d'Energie à Venir 155

4-26 Pompage de l'Eau: Projections pour l'Utilisation du Diesel 157
4-27 Projections de la Demande pour l'Année 1985 160
4-28 Projections de la Demande pour l'Année 1990 161
4-29 Projections de la Demande pour l'Année 1995 162
4-30 Projections de la Demande pour l'Année 2000 163

5-1 Prévisions Economiques Hypothèse de Base 169
5-2 Prévisions Economiques 172
5-3 Coût Economique des Combustibles à Djibouti 173
5-4 Prévisions Concernant la Balance des Paiements et le Change Extérieur 175
5-5 Electricité Géothermique: Projections de Production et d'Economies en Combustible 180
5-6 Coûts d'Amélioration du Facteur de Puissance 186
5-7 Economies Provenant de l'Amélioration du Facteur de Puissance 187
5-8 Résumé des Coûts et des Economies Relatifs 188
5-9 Coûts et Economies du Changement de Combustible . . . 191
5-10 Effets des Charges Interruptives sur les Spécifications de Production du Rechargeur de Réserve du Système de l'EdD 194
5-11 Conservation de l'Energie dans les Bâtiments: Coûts et Economies Potentiels 201
5-12 Résumé des Possibilités de Coûts et d'Economies Relatifs à la Conservation de l'Energie dans les Bâtiments 202
5-13 Energies Eolienne et Solaire: Impact Potentiel 229
5-14 Ressources Renouvelables: Projections des Contributions Energétiques 231

B-1 Balance Energétique Nationale 1982 287
B-2 Balance Energétique Nationale 1983 288

C-1 Produits Pétroliers (1982) (m^3) 293
C-2 Produits Pétroliers (1983) (m^3) 295
C-3 Produits Pétroliers (1982) (Terajoules) 297
C-4 Produits Pétroliers (1983) (Terajoules) 299

D-1 Historique des Prix pour les Combustibles Réglementés 301
D-2 Prix Affichés des Produits 303

E-1 Impact du Développement Industriel à Venir: Toute Année Donnée Durant la Phase de Construction de 1984-1989 309
E-2 Impact du Développement Industriel à Venir: Phase Opérationnelle 310

F-1 Vitesses Mensuelles Moyennes du Vent pour 1983 317
F-1a Vitesses Mensuelles Moyennes du Vent pour 1984 318
F-2 Données Comparatives sur les Vitesses du Vent pour Djibouti-Ville 325
F-2a Données Comparatives sur les Vitesses du Vent pour Tadjourah 326

G-1 Rayonnement Solaire Horizontale Global: Djibouti-Ville 334
G-2 Ensoleillement Mensuel Moyen: 1983 335
G-2a Ensoleillement Mensuel Moyen: 1984 336

H-1 Applications Possibles en Milieu Rural pour les Pompes Solaires 351

I-1 Quantité d'Electricité Consommée lors du Pompage de l'Eau: Djibouti-Ville (1983) 358
I-2 Quantité d'Electricité Consommée lors du Pompage de l'Eau: Oueah/Arta (1983) 359
I-3 Quantite d'Electricité Consommée lors du Pompage de l'Eau: Cercles (1983) 360
I-4 Consommation Spécifique d'Energie par Unité Eau Pompée (1983) 361
I-5 Consommation d'Eau par Habitant 362
I-6 Pompage d'Eau des Puits Ruraux 363
I-7 Puits Situés dans le District de Ali-Sabieh 365
I-8 Puits Situés dans le District de Dikhil 366
I-9 Puits Situés dans le District de Tadjourah 367
I-10 Puits Situés dans le District de Obock 368

J-1 Rendement Energétique Final dans le Secteur des Bâtiments 371

K-1 Emploi de l'Electricité dans les Residences: Résultats de l'Enquête 380

M-1 Structure Tarifaire II 386
M-2 Structure Tarifaire III 387
M-3 Structure des Prix pour l'Electricité Moyenne Tension 388

N-1 Répartition de la Demande en Electricité pour les Bâtiments 394
N-2 Possibilités de Conservation d'Energie pour six Bâtiments de Djibouti Inspectés 395
N-3 Description de la Vérification: Cas de 1 kVA (Maison dans le Quartier) 396
N-4 Description de la Vérification: Cas de 3 kVA (Appartement à Enguela) 398
N-5 Description de la Vérification: Cas de 12 kVA (Maison au Plateau) 400
N-6 Description de la Vérification: Bureau Administratif (Cas n° 1) 403
N-7 Description de la Vérification: Bureau Administratif (Cas n° 2) 405
N-8 Description de la Vérification: Hotel (Cas Commercial) 407
N-9 Description de la Vérification: Cas Commercial (Magasin de Détail) 409
N-10 Aperçu des Possibilités de Conservation Energétique dans les Immeubles 411

N-11 Coût de la Conservation Energétique pour les Bâtiments avec 50% de Pénétration 412
N-12 Résumé: Economies Potentielles Provenant de la Conservation Energétique dans le Bâtiments 413
N-13 Estimations de la Conservation Energétique pour un Echantillon de Cinq Bâtiments 414
N-14 Description d'une Conservation Rigoureuse: Cas de 1 kVA 415
N-15 Description d'une Conservation Rigoureuse: Cas de 3 kVA 416
N-16 Description d'une Conservation Rigoureuse: Cas de 12 kVA 417
N-17 Description d'une Conservation Rigoureuse: Cas Commercial (Hotel) 418
N-18 Description d'une Conservation Rigoureuse: Bureau Gouvernemental (Cas n° 1) 419

O-1 Facteurs de Charge de Pointe dans la Journée pour les 12 Mois de 1982 432
O-2 Facteurs de Charge Mensuels 1982 433
O-3 Demande de Pointe en MVA dans les Différentes Zones du Système de l'EdD 435
O-4 Exigences en Termes de Condensateurs MVAr pour les Corrections du Facteur de Puissance 436
O-5 Facteur de Puissance Actuel et Ventes Energétiques pour les Différents Secteurs de Charge de l'EdD . . 437
O-6 Economies Presumées dues à l'Amélioration des Facteurs de Puissance 438
O-7 Coût de Première Année pour un Compteur Radio FM . . . 439

P-1 Calcul: Longueur Moyenne de Voyage (Transport Aérien - Passagers) 1981 442
P-2 Calcul: Longueur Moyenne de Voyage (Transport Aérien - Passagers) 1982 443
P-3 Calcul: Longueur Moyenne de Voyage (Transport Aérien - Frêt) 1981 444
P-4 Calcul: Longueur Moyenne de Voyage (Transport Aérien - Frêt) 1982 445
P-5 Calcul: Voyage Moyen (Transport Aérien) 446
P-6 Calcul: Efficacité du Combustible pour le Transport Aérien 447
P-7 Calcul: Combustible Consacré à la Consommation Intérieure (Transport Aérien) 448

Q-1 Moyenne Mensuelle des Températures (1983) 449
Q-2 Moyenne Mensuelle des Températures (1984) 450

R-1 Indicateurs Economiques pour Djibouti 451

S-1 Evolution des Produits Pétroliers 1974-1983 453
S-2 Marché Intérieur des Combustibles 454
S-3 "Réexportation" vers l'Armée Française 455

AVANT-PROPOS

Le secteur de l'énergie revêt une importance capitale dans tous les pays.

Mais ce secteur a une importance encore plus grande dans les pays en développement et ce pour diverses raisons: tout d'abord, parce qu'ils en sont au stade initial du processus de développement, donc, de la mise en place de l'indispensable infrastructure énergétique, les pays en développement doivent allouer une part considérable de leurs ressources d'investissements à ce secteur; ensuite beaucoup de ces pays sont fortement tributaires des importations de pétrole.

C'est le cas de la République de Djibouti.

En effet Djibouti dépend totalement de l'extérieur pour répondre a ses besoins en énergie, les ressources en bois étant limitées et le potentiel hydroélectrique inexistant.

Aussi le Gouvernement Djiboutien a-t-il retenu comme objectif la lutte contre cette dépendance énergétique par la valorisation des ressources nationales et l'utilisation rationnelle de l'énergie.

Des efforts ont été entrepris dans certains domaines depuis l'indépendance et en particulier dans celui de la géothermie.

Cependant aucune étude d'ensemble n'a tenté jusqu'ici d'évaluer les solutions actuelles et les solutions nouvelles susceptibles de satisfaire les besoins énergétiques du pays.

C'est l'objet du rapport qui vous est présenté ci-après.

L'intérêt de celui-ci réside surtout dans le fait que pour la première fois à Djibouti, l'énergie n'est plus considéré uniquement en termes d'offre-capacité de production et distribution.

Au temps ou l'énergie était peu coûteuse et sa disponibilité assurée, il était compréhensible que l'on prenne pour acquis cette approche orientée vers l'offre.

La démarche nouvelle de ce rapport est d'analyser également la demande en étudiant notamment les économies d'énergie que l'on peut réaliser dans tous les secteurs.

Le rapport traite aussi des conditions à mettre en oeuvre pour un développement efficace de l'énergie. Car un plan énergétique, même bien conçu, cohérent dans son contenu et bien intégré aux aspects de la planification du développement ne peut donner les résultats escomptés que si les structures nécessaires à sa mise en oeuvre existent déjà.

Cette étude est un premier pas vers l'amélioration des moyens dont Djibouti dispose pour relever les défis futurs.

Je tiens à remercier ici l'USAID qui a financé cette étude et toute l'équipe qui, en collaboration avec les services techniques djiboutiens, a permis sa réalisation, et tout particulièrement Messieurs Steve Hirsch et Matthew Milukas.

OBLIK DIBETH CARTON

Chef du Service de l'Energie

REMERCIEMENTS

Toute entreprise aussi importante que cette évaluation énergétique requiert le travail de nombreuses personnes ainsi que la coopération de divers secteurs, que ce soit sur le terrain ou dans les bureaux. VITA est reconssaissante de cette aide qui lui a été accordée et désire reconnaître ici le rôle important joué en particulier par le Service de l'Energie et par l'Agence Américaine pour le Développement International (AID) qui a financé cette evaluation, dans le cadre du projet pour les initiatives énergétiques à Djibouti.

Les auteurs du rapport -- Matthew Milukas, Jesse Ribot et Peter Maxson -- ont passé de nombreuses semaines sur le terrain à collecter, selectionner et analyser les données qui figurent ici. Ils ont aussi passé de longues heures à vérifier et reverifier les projets de rapport. Leur travail sur le terrain a été rendu beaucoup plus facile par la relation de travail particulièrement étroite et de grande valeur qui s'est développée avec M. Oblik D. Carton, le chef du Service de l'Energie; M. Anis Abdallah, le directeur de l'ISERST; M. Abdourahman Farah, le chef de la section des énergies renouvelables de l'ISERST et M. Steve Hirsch, le chef de l'équipe de VITA pour le Projet Djibouti.

Bien qu'il soit impossible de dresser la liste de tous ceux et toutes celles qui ont appuyé cet effort, nous désirons particulièrement remercier les membres du Conseil Consultatif pour l'Energie, de l'Electricité de Djibouti, de l'Establissement Public des Hydrocarbures et des trois principales compagnies importatrices de produits pétroliers -- Shell Oil, Total et Mobil Oil. Nous désirons aussi remercier les autres organismes gouvernementaux, internationaux et privés qui ont bien voulu prendre le temps de rencontrer les membres de notre équipe et de partager leurs informations avec eux.

Les autres membres de l'équipe qui ont travaillé sur cette évaluation meritent aussi d'être remerciés pour leur contribution, en particulier Jonathan Hodgkin, analyste en énergie éolienne; Shibu Dhar, analyste de la compagnie électrique; Seymour Jarmul, analyste en conservation énergetique dans les bâtiments; Kevin Dwyer, sociologue; Frank Matthews, analyste en énergie solaire; Steve McGoff, technicien à Djibouti; et William Ramsay du Centre d'Etudes Stratégiques et Internationales de l'Université Georgetown.

Le personnel du siège de VITA a aussi joué un rôle important en facilitant l'évaluation et en publiant ce rapport. Nous désirons particulièrement remercier Donna Read, chargée de liasion pour le Projet Djibouti, qui a coordonné toute l'opération et a fait en sorte que tout fonctionne sans à-coup. Maria Giannuzzi, J.D.,

éditrice technique, a travaillé en étroite collaboration avec l'équipe d'évaluation afin d'organiser et de raffiner ce rapport. Nous voulons enfin adresser des remerciements speciaux au personnel du siège -- en particulier à Julie Berman, à Sharon Callahan, à Maria Garth, à Geosh Saxton et à Gabriela Silva -- qui ont travaillé de longues heures sur machine de traitement de texte, à la maquette, aux epreuves et a tous les autres stades qui ont mené a ce document final.

Nous tenons également à exprimer nos remerciements au CACI Language Center dont le personnel, MM. Kamal Kharchi et Olivier Agnez, Traducteurs-Réviseurs, et particulièrement Mlle Amy Zink, Correctrice-en-Chef, a consacré de longues heures et des efforts incessants à la traduction et à la révision de ce document.

Volontaires en Assistance Technique
Arlington, Virginia, Etats-Unis d'Amérique
Septembre 1984

RESUME EXECUTIF

INTRODUCTION

Le Rapport d'Evaluation Energétique Nationale, dérivé du Projet d'Initiatives Energétiques de Djibouti, comportait un cetain nombre de recommendations concernant les mesures à prendre dans l'avenir dans le cadre de questions relatives à l'utilisation de l'énergie à Djibouti. Chacune de ces recommandations est décrite dans la Section 6 (pages 221 a 250) de ce rapport. Le présent résumé a été préparé pour formuler les mêmes recommandations, mais sous une forme concise. Une brève description de chacune de ces recommandations est suivie des raisons la corroborant, des coûts et des avantages découlant de son application, et des numéros des pages se référant aux documents mentionnés dans le texte du Rapport d'Evaluation.

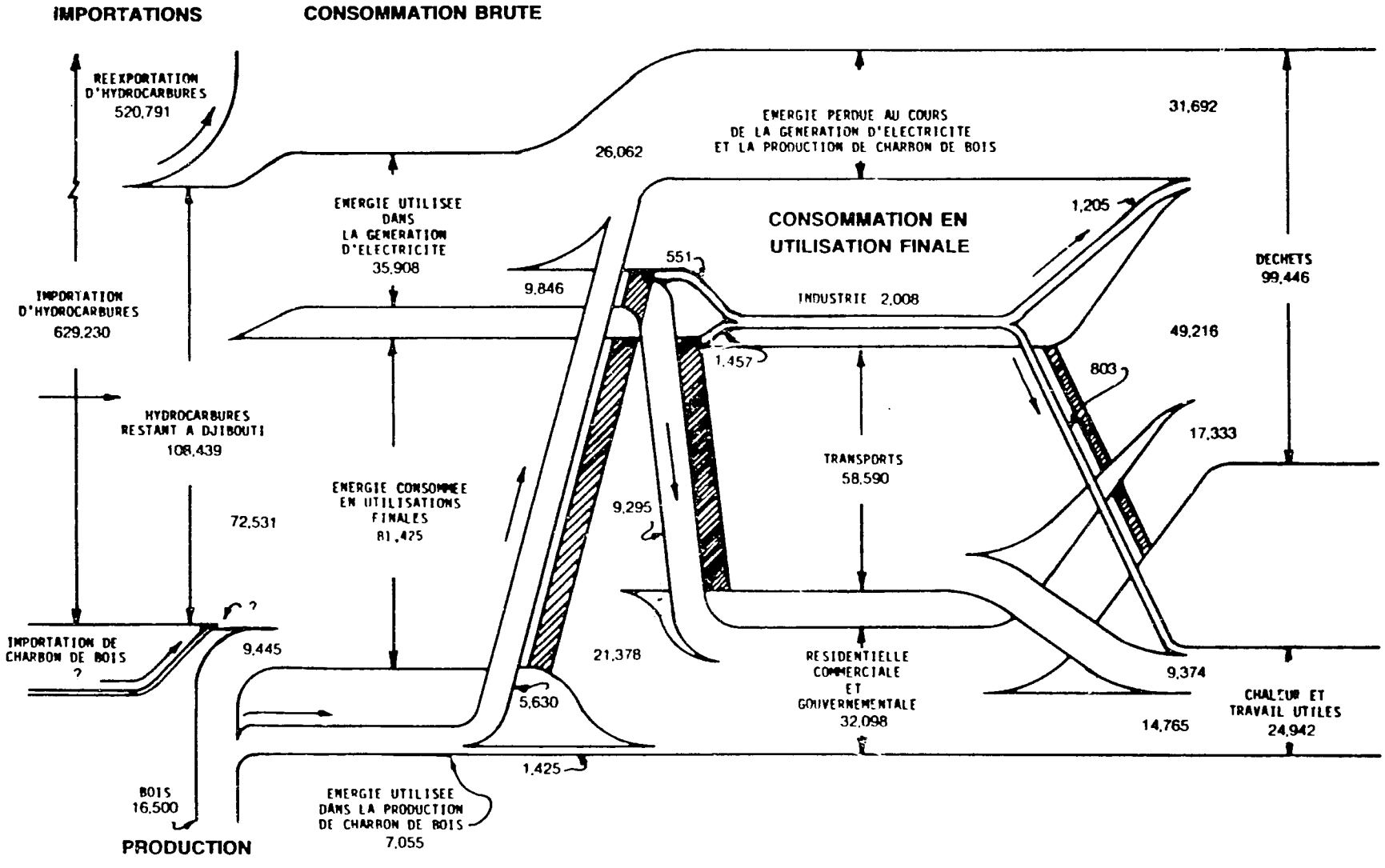
Dans le document original, les recommandations se répartissaient en cinq catégories séparées: recommandations générales, conservation par la compagnie d'électricité, conservation dans les immeubles, autre forme de conservation, et énergie renouvelable. Ces catégories ont été choisies dans le dessein de souligner le fait que l'incidence de recommandations particulières deviendrait plus grande, si des mesures étaient prises pour appliquer ces recommandations de concert.

Dans le cas du présent résumé, on a choisi un système de remplacement pour établir ces catégories, en se fondant sur le type d'activité proposée, et, dans au moins une catégorie, sur l'importance des conséquences prévues sur les économies de devises étrangères réalisables. Il ne faudrait pas interpréter ce classement auxiliare comme signifiant un rejet des classements figurant dans le Rapport d'Evaluation, mais plutôt comme un moyen supplémentaire de description.

FIGURE EX-1

Débit d'Energie dans l'Economie Djiboutienne

(Tous les chiffres sont en TEP)



CORRECTION DU FACTEUR DE PUISSANCE

Recommandations: Installation de condensateurs, dan le but d'améliorer le facteur de puissance de l'EdD. Il est recommandé d'entreprendre dans l'avenir immédiat une analyse des coûts d'ingénierie.

Raisons: Les valeurs basses actuelles du facteur de puissance provoquent des pertes dans la transmission et la distribution de l'électricité. Une amélioration globale de la puissance du système accroîtra le rendement, et pourrait réduire les exigences de production de l'EdD de pas moins de 30 pour cent. L'installation de banques de condensateurs serait facilitée par leur emplacement dans les zones principales du réseau de distribution d'électricité. Le coût de cette installation serait amorti en moins d'une année, grâce aux économies réalisées.

Coûts: On estime que le coût de l'installation de condensateurs pour le système de l'EdD se situera entre 150 et 250 millions de FD (0,8 à 1,5 millions de Dollars Américains).

Avantages: Les économies annuelles réalisées en termes d'importations d'hydrocarbures s'élèveraient à 450 millions de FD (2,5 millions de Dollars Américains) en 1985, et pourraient atteindre un montant égal à autant que 1,3 milliards de FD (72 millions de Dollars Américains) d'ici l'An 2000.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 94 à 95, 184 à 188, 259, Annexe O.

RECOURS PAR L'EdD A D'AUTRES FORMES DE COMBUSTIBLE

Recommandation: Le recours à du mazout lourd peu coûteux pour servir à la production d'électricité.

Raisons: Actuellement, l'EdD utilise du mazout léger coûteux (600 secondes) pour produire de l'électricité dans ses génératrices diesel. Recourir à du mazout lourd (1500 secondes) et moins coûteux réduirait les coûts du mazout de près de 7 pour cent et permettrait un amortissement en moins d'une année.

Couts: On estime à près de 120 millions de FD (700.000 Dollars Américains) le coût du recours à du mazout lourd qui nécessiterait des résevoirs préchauffés pour l'entreposage, ainsi que des modifications du système de manipulation de combustible.

Avantages: Au cours de la première année, les économies annuelles atteindraient près de 130 millions de FD (800.000 Dollars Américains) et passeraient à près de 400 millions de FD (2,3 millions de Dollars Américains) d'ici l'An 2000, considérant que le système de l'EdD croît de la manière prévue.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 29, 189 à 191, 259, Annexe O.

AMELIORATION DE L'ECLAIRAGE DES RUES

Recommandation: Remplacer les lampes à vapeur de mercure actuellement utilisées pour l'éclairage des rues par des lampes au sodium à haute pression, dans le dessein de réduire la consommation d'énergie de 75 pour cent.

Raisons: De nombreux lampadaires à Djibouti sont actuellement équipés d'ampoules à vapeurs de mercure. Des lampes au sodium à haute pression, fournissant la même quantité de lumière en utilisant moins du quart de la quantité d'énergie, sont actuellement disponibles. En 1982, l'éclairage des rues a nécessité 2,1 million de kWh, représentant 524 TEP de mazout.

Coûts: Le prix de revient du remplacement de chaque appareil d'éclairage par une lampe au sodium à haute pression est estimé à 25.000 FD (140 Dollars Américains) pour un nouveau lampadaire, à 6.100 FD (35 Dollars Américains) pour une nouvelle ampoule, et à 27.000 FD (150 Dollars Américains) pour la livraison et l'installation. Le coût total par unité serait donc de 49.000 FD (325 Dollars Américains). Les coûts de remplacement du système entier dépendraient du nombre total d'appareils à vapeur de mercure actuellement utilisés.

Avantages: En 1982, la quantité totale d'électricité utilisée pour l'éclairage des rues a été de 2,1 million de kWh. Si l'on supposait que les lampadaires employés aujourd'hui utilisaient des lampes à vapeur de mercure, les économies annuelles découlant du recours aux lampes au sodium à haute pression, calculés comme représentant une réduction de 75 pour cent de l'utilisation électrique, pourraient atteindre un volume important, égal à autant que 1,6 million de kWh, représentant 390 TEP de mazout qui coûteraient 17 millions de FD (100.000 Dollars Américains). Les économies réelles, une fraction de ce total, dépendraient du pourcentage du nombre total de lampadaires utilisant actuellement des lampes à vapeur de mercure.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 51, 124 à 128, 173, 203, et 268.

PROGRAMME DE PRETS POUR LES AMELIORATIONS DE LA CONSERVATION

Recommandation: Etablissement d'un provide destiné à fournir des prêts sans intérêts pour les améliorations des logements résidentiels.

Raisons: L'évaluation énergétique a fourni les preuves du potentiel substantiel de la conservation d'énergie électrique dans le secteur résidentiel. Un investissement effectué en bloc en une seule fois dans la conservation produit des économies d'électricité pendant toute la durée de vie de la mesure prise. L'importance de l'amélioration proposée pour chaque résidence est fonction de l'utilisation actuelle de l'électricité. On s'est rendu compte que, dans la catégorie d'utilisateurs à faible consommation électrique, un investissment moyen de 19.400 (110 Dollars Américains) provoquerait une réduction de 22 pour cent dans l'utilisation de l'électricité, soit 855 kWh/an. Les consommateurs plus importants, avec un investissement proportionnellement plus grand, pourraient réduire leur utilisation actuelle d'électricité de 32 à 38 pour cent. De telles économies importantes, de pair avec le prix élevé de l'électricité, indiquent des périodes d'amortissement de courte durée pour les investissements de conservation. Malheureusement, les consommateurs, tout particulièrement ceux dont les revenus sont bas, ne peuvent réaliser de telles économies, dans la mesure où les capitaux déboursables en bloc, dont ils ont besoin, leur font défaut.

Coûts: On estime que les coûts d'installation non-recouvrables pour un programme-pilote de 450 unités de logement s'élèveront à environ 17,7 millions de FD (100.000 Dollars Américains). Un prêt de donateur supplémentaire de l'ordre de 31,9 millions de FD (180.000 Dollars Américains) couvrirait les coûts moyens d'amélioration qui sont estimés à 70.800 FD (400 Dollars Américains) par unité de logement. Ces fonds seraient remboursés au donateur, ou recyclés, dans le dessein d'effectuer des améliorations supplémentaires.

Avantages: L'amélioration de 450 unités de logement donnerait lieu à des économies annuelles d'énergie de près d'un million de kilowatts-heure. De telles économies se traduisent en 230 TEP de mazout dont on n'a plus besoin pour produire l'électricité économisée, soit 9,9 millions de FD (56.000 Dollars Américains) par an, selon le barème des prix de combustibles de 1984. Les avantages supplémentaires à venir proviendraient de la nécessité réduite de mettre sur pied des installations de production plus importantes.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 125, 173, 183, 193 et 195 à 197, 200 à 203, 263 à 264, Annexes K et N.

ASSISTANCE TECHNIQUE APPORTEE AU SERVICE DE L'ENERGIE

Recommandation: Nomination d'un conseiller expatrié chargé d'aider le Service de l'Energie à contrôler, à coordonner, et à appliquer la politique du Service ainsi que les activités de planification.

Raisons: Il est nécessaire que le travail entrepris dans le cadre de l'Evaluation Energétique Nationale continue et soit institutionalisé au sein de l'infrastructure du gouvernement de Djibouti. Un conseiller expatrié offrirait aussi bien une expertise servant à l'éval-uation de la politique en vigueur qu'une formation continue de ses collègues locaux.

Coûts: L'estimation du prix de revient du recrutement d'un conseiller expatrié travaillant dans le pays pendant une année serait d'environ 22,1 millions de FD, soit 125.000 Dollars Américains.

Avantages: La valeur de l'évaluation énergétique déjà entreprise serait étendue et agrandie. La capacité du gouvernement de Djibouti d'analyser les questions relatives à l'énergie et de faire des recommandations de lignes politiques à suivre serait renforcée.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 109 à 110, 249 à 250.

POLITIQUE DES PRIX DU DIESEL

Recommandation: Une étude de l'incidence d'un accroissement du prix du diesel, réalisé par le biais de l'application d'une taxe d'ajustement plus élevée, dans le dessein de limiter la différence de prix entre le diesel et l'essence.

Raisons: La différence de prix entre le diesel et l'essence, créée de manière artificielle par différents niveaux d'imposition gouvernementaux, est en train de mener à une utilisation accrue du diesel. Ce combustible est utilisé par les secteurs que le gouvernment considère comme vitaux du point de vue économique. Cependant, le prix peu élevé de ce combustible pousse les acheteurs de véhicules privés à choisir des véhicules diesel, tout comme il encourage une plus grande consommation du combustible par ces-mêmes acheteurs. Le rendement élevé de combustible du diesel est marginal pour les véhicules légers, et les véhicules diesel ont des coûts initiaux élevés. Par conséquent, une plus grande utilisation de ces types de véhicules constitue un coût d'importation supplémentaire pour la nation.

En 1983, la quantité totale de diesel utilisée à Djibouti a été de 20.828 TEP. Une partie de cette quantité (excluant l'utilisation du combustible par l'industrie, les forces armées nationales, et pour servir à la production d'électricité et au pompage d'eau) égale à 10.717 TEP, soit près de 13 millions de litres a été utilisée pour les transports routiers. Les projections d'utilisation du diesel dans les transports routiers pour les années 1985, 1990, 1995, et 2000 sont respectivement de 15,2, 17,2, 19,9, et 22,5 millions de litres.

Coûts: L'étude recommandée peut être entreprise par les analystes de politique énergétique djiboutiens et par les conseillers expatriés, dans le cadre de leurs obligations contractuelles. Dans le cas où un accroissement fiscal du diesel est proposé, et si le gouvernement choisit d'exempter les consommateurs qu'il considère comme cruciaux, la procédure bureaucratique choisie pour appliquer de telles exemptions pourrait avoir comme conséquence certains coûts accrus.

Avantages: Une augmentation de 40 FD (23 centimes américains) de la taxe sur le diesel porterait le prix de ce combustible à un niveau où il représentrait 90% du prix de l'essence. En effet, le prix du diesel passerait de 68 FD le litre (38 centimes américains) à 108 FD le litre (61 centimes américains). S'il avait été appliqué à l'ensemble de l'utilisation du diesel dans les transports routiers réalisés en 1983, un tel accroissement aurait produit 520 millions de FD (2,94

millions de Dollars Américains) supplémentaires qui se se seraient ajoutés aux revenus du gouvernement.

Cet accroissement évalué des revenus gouvernementaux serait réduit de n'importe quelle fraction de l'utilisation totale de diesel qui a été exemptée, et d'une quantité indéterminée résultant d'une réduction dans l'utilisation du combustible causée par des prix élevés.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 26, 80, 90 à 91, 101 à 105, 110 à 111, 143 et 146, 147 à 152, 204 à 208, 251 à 252, Annexes D et S.

REPUBLIQUE DE DJIBOUTI
ETABLISSEMENT PUBLIC DES HYDROCARBURES

STRUCTURE DES PRIX DES HYDROCARBURES
A PRIX REGLEMENTES
APPLICABLE A/C DU 4 JANVIER 1984
SUIVANT ARRETE N° 84-0004/MCTT/EPH
DU 4/01/1984

	Super	Essence	pétrole	gasoil
1. PRIX QUAI DJIBOUTI				
Prix de référence CIF	41,80	39,80	41,80	39,50
Frais de port	0,32	0,31	0,35	0,12
	42,12	40,11	42,15	39,62
2. DROITS ET TAXES				
Tic et surtaxe (23% + 5%)	11,79	11,23	11,80	11,09
Surtaxe	20,00[1]	20,00[1]	2,00	3,00
Fonds routier	4,50	4,50	---	---
	36,29	35,73	13,80	14,09
3. FRAIS STOCKAGE/LIVRAISON				
Perte 1°/00[a]	0,13	0,12	0,06	0,06
Salaire personnel	4,31	2,83	1,34	1,23
Intérêts de stockage[b]	0,84	0,80	0,84	0,78
Frais de gestion[c]	2,28	2,19	2,24	2,12
Amortissement et entretien	2,48	1,65	0,77	0,77
Transports entrepôt/pompe	1,76	1,76	0,44	1,76
	11,80	9,35	5,69	6,72
4. Marge importateur[d]	6,32	5,32	5,05	2,46
5. Frais de distribution	0,90	0,90	---	0,90
6. Prix de gros structurel	97,43	91,41	66,69	63,69
7. Ajustement	+32,17	+23,49	-16,52	+0,56
8. Prix de gros après/ajust	129,60	114,90	50,17	64,25
9. Marge revendeur	5,40	5,10	3,10	3,75
10. Prix stations	135,00	120,00	---	68,00
11. Prix aux détaillants	---	---	53,27	---
12. Marge détaillants	---	---	4,73	---
13. Prix maximum détail	135,00	120,00	58,00	68,00
Quantités prévues en m^3	9,150	4,000	10,500	21,500

[a] parte de 1°/00 du prix à la pompe taux bloqué, a/c du 12/01/80
[b] 2% du prix Quai Djibouti
[c] 5% du prix Quai Djibouti
[d] Super 11% de 1 + 3
Essence 10% de 1 + 3
Pétrole 10% de 1 + 3
Gasoil 5% de 1 + 3
} taux bloqué a/c du 12/01/80

[1] dont 3 F a/c 1/1/84/

REPUBLIQUE DE DJIBOUTI
ETABLISSEMENT PUBLIC DES HYDROCARBURES

PROPOSITION
DE STRUCTURE DES PRIX DES HYDROCARBURES
A PRIX REGLEMENTS

APPLICABLE AU 04 01 1984

	super	essence	pétrole	gasoil	LPG
1. PRIX QUAI DJIBOUTI					
Prix de référence CIF	41,80	39,80	41,80	39,50	
Frais de port	0,32	0,31	0,35	0,12	
	42,12	40,11	42,15	39,62	
2. DROITS ET TAXES					
Tic	11,70	11,14	11,70	11,06	
Surtaxe	24,50	24,50	2,00	3,00	
	36,20	35,64	13,70	14,06	
3. FRAIS STOCKAGE/LIVRAISON					
Perte 1°/00 [a]	0,13	0,12	0,06	0,06	
Salaire personnel	4,31	2,83	1,34	1,23	
Intérêts de stockage [b]	0,84	0,80	0,84	0,78	
Frais de gestion [c]	2,28	2,19	2,24	2,12	
Amortissement et entretien	2,48	1,65	0,77	0,77	
Transports entrepôt/pompe	1,76	1,76	0,44	1,76	
	11,80	9,35	5,69	6,72	
4. MARGE IMPORTATEUR [d]	6,32	5,32	5,05	2,46	
5. Frais de distribution	0,90	0,90	---	0,80	
6. Prix de gros structurel	97,34	91,41	66,59	63,66	
7. Ajustement	+32,26	+23,58	-16,42	+0,59	
8. Prix de gros après/ajust	129,60	114,90	50,17	64,25	
9. Marge revendeur	5,40	5,10	3,10	3,75	
10. Prix stations	135,00	120,00	---	68,00	
11. Prix aux détaillants	---	---	53,27	---	
12. Marge détaillants	---	---	4,73	---	
13. Prix maximum détail	135,00	120,00	58,00	68,00	

[a] perte de 1°/00 du prix à la pompe taux bloqué, a/c du 12/01/80
[b] 2% du prix Quai Djibouti
[c] 5% du prix Quai Djibouti
[d] Super 11% de 1 + 3
Essence 10% de 1 + 3
Pétrole 10% de 1 + 3
Gasoil 5% de 1 + 3
} taux bloqué a/c du 12/01/80

POLITIQUE DES PRIX DU KEROSENE

Recommandation: Une étude de l'incidnece qu'aurait une politique visant à éliminer les subventions gouvernmentales actuelles accordées au kérosène.

Raisons: Le prix du kérosène est réglementé par le Gouvernement de Djibouti de la même manière que les autres produits pétroliers, c'est-à-dire par le biais du recours à un ajustement. Les derniers prix réglementés, établis le 4 janvier 1984, fixaient le prix de gros du kérosène à 66,59 FD le litre. Ce total englobe tous les coûts, une marge de profit pour l'importateur, ainsi que les taxes gouvernementales de 13,70 FD (la taxe d'importation de 28% revenant à 11,70, plus une surtaxe de 2 FD). Par la suite, le prix de gros est modifié, du fait de la mise en vigeur de l'ajustement. Dans le cas du kérosène, l'ajustement est négatif et est fixé à 16,42 FD, ramenant ainsi le prix de gros ajusté à 50,17 FD le litre. L'ajout des marges de profit des détaillants et des revendeurs fixe le prix final du kérosène à 58 FD le litre. L'ajustement est normalement transmis au consommateur sous la forme d'une dépense supplémentaire crée par les compagnies pétrolières. Dans le cas présent, parce qu'il est négatif, l'ajustement est un remboursement que fait le gouvernement aux compagnies pétrolières. En se fondant sur ce qui précède, on peut voir que l'ajustement de 16,42 FD dépasse les revenus fiscaux gouvernementaux de 13,70 FD. La différence, 2,72 FD par litre constitue en fait une subvention que paye le gouvernement en sus des revenus fiscaux envisagés qui sont annulés par l'application de l'ajustement.

Du fait de l'utilisation du kérosène comme combustible de cuisine, surtout par les populations pauvres des villes, la politique du gouvernement a été de maintenir un prix bas. Etant donné la pression importante qui est exercée sur les ressources en bois limitée de Djibouti, une telle politique apparaît prudente. Toutefois, un changement dans l'ajustement, de 16,42 FD à 13,70 FD, éliminerait la subvention, et ainsi permettrait au gouvernement d'économiser ses revenus, tout en conservant la politique de maintien du prix au niveau faible que paye le consommateur. Cependant, il faudrait déterminer si l'accroissement recommandé du prix fixe serait transmis par ceux qui aujourd'hui vendent le combustible sur les marchés locaux.

Coûts: Les procédures de fixation des prix du kérosène sont déjà en place. Les analystes en énergie djiboutiens sont en mesure d'entreprendre une étude de l'incidence possible d'un changement de prix.

Avantages: En 1983, les ventes totales de kérosènes destiné à l'utilisation locale se sont élevées à 9.403.000 litres. La différence entre l'ajustement et la taxe a representé une subvention de 25,5 millions de FD (145.000 Dollars Américains) payée par le gouvernement. La suppression de cette subvention reviendrait à économiser la même somme.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 26 à 27, 39 à 43, 90 à 91, 101 à 105, 107 à 108, 110 à 111, 117 à 123, 234, 253, Annexes C, D, et S.

REPUBLIQUE DE DJIBOUTI
ETABLISSEMENT PUBLIC DES
HYDROCARBURES

PROPOSITION
DE STRUCTURE DES PRIX DES HYDROCARBURES
A PRIX REGLEMENTS

APPLICABLE AU 04 01 1984

	super	essence	pétrole	gasoil	LPG
1. PRIX QUAI DJIBOUTI					
Prix de référence CIF	41,80	39,80	41,80	39,50	
Frais de port	0,32	0,31	0,35	0,12	
	42,12	40,11	42,15	39,62	
2. DROITS ET TAXES					
Tic	11,70	11,14	11,70	11,06	
Surtaxe	24,50	24,50	2,00	3,00	
	36,20	35,64	13,70	14,06	
3. FRAIS STOCKAGE/LIVRAISON					
Perte 1°/00 [a]	0,13	0,12	0,06	0,06	
Salaire personnel	4,31	2,83	1,34	1,23	
Intérêts de stockage [b]	0,84	0,80	0,84	0,78	
Frais de gestion [c]	2,28	2,19	2,24	2,12	
Amortissement et entretien	2,48	1,65	0,77	0,77	
Transports entrepôt/pompe	1,76	1,76	0,44	1,76	
	11,80	9,35	5,69	6,72	
4. MARGE IMPORTATEUR [d]	6,32	5,32	5,05	2,46	
5. Frais de distribution	0,90	0,90	---	0,80	
6. Prix de gros structurel	97,34	91,32	66,59	63,66	
7. Ajustement	+32,26	+23,58	-16,42	+0,59	
8. Prix de gros après/ajust	129,60	114,90	50,17	64,25	
9. Marge revendeur	5,40	5,10	3,10	3,75	
10. Prix stations	135,00	120,00	---	68,00	
11. Prix aux détaillants	---	---	53,27	---	
12. Marge détaillants	---	---	4,73	---	
13. Prix maximum détail	135,00	120,00	58,00	68,00	

[a] perte de 1°/00 du prix à la pompe taux bloqué, a/c du 12/01/80
[b] 2% du prix Quai Djibouti
[c] 5% du prix Quai Djibouti
[d] Super 11% de 1 + 3
Essence 10% de 1 + 3
Pétrole 10% de 1 + 3
Gasoil 5% de 1 + 3
} taux bloqué a/c du 12/01/80

REPUBLIQUE DE DJIBOUTI
ETABLISSEMENT PUBLIC DES HYDROCARBURES

STRUCTURE DES PRIX DES HYDROCARBURES
A PRIX REGLEMENTES
APPLICABLE A/C DU 4 JANVIER 1984
SUIVANT ARRETE N° 84-0004/MCTT/EPH
DU 4/01/1984

	Super	Essence	pétrole	gasoil
1. PRIX QUAI DJIBOUTI				
Prix de référence CIF	41,80	39,80	41,80	39,50
Frais de port	0,32	0,31	0,35	0,12
	42,12	40,11	42,15	39,62
2. DROITS ET TAXES				
Tic et surtaxe (23% + 5%)	11,79	11,23	11,80	11,09
Surtaxe	20,00[1]	20,00[1]	2,00	3,00
Fonds routier	4,50	4,50	---	---
	36,29	35,73	13,80	14,09
3. FRAIS STOCKAGE/LIVRAISON				
Perte 1°/00[a]	0,13	0,12	0,06	0,06
Salaire personnel	4,31	2,83	1,34	1,23
Intérêts de stockage[b]	0,84	0,80	0,84	0,78
Frais de gestion[c]	2,28	2,19	2,24	2,12
Amortissement et entretien	2,48	1,65	0,77	0,77
Transports entrepôt/pompe	1,76	1,76	0,44	1,76
	11,80	9,35	5,69	6,72
4. Marge importateur[d]	6,32	5,32	5,05	2,46
5. Frais de distribution	0,90	0,90	---	0,90
6. Prix de gros structurel	97,43	91,41	66,69	63,69
7. Ajustement	+32,17	+23,49	-16,52	+0,56
8. Prix de gros après/ajust	129,60	114,90	50,17	64,25
9. Marge revendeur	5,40	5,10	3,10	3,75
10. Prix stations	135,00	120,00	---	68,00
11. Prix aux détaillants	---	---	53,27	---
12. Marge détaillants	---	---	4,73	---
13. Prix maximum détail	135,00	120,00	58,00	68,00
Quantités prévues en m^3	9,150	4,000	10,500	21,500

[a] perte de 1°/00 du prix à la pompe taux bloqué, a/c du 12/01/80
[b] 2% du prix Quai Djibouti
[c] 5% du prix Quai Djibouti
[d] Super 11% de 1 + 3
Essence 10% de 1 + 3
Pétrole 10% de 1 + 3
Gasoil 5% de 1 + 3
taux bloqué a/c du 12/01/80
[1] dont 3 F a/c 1/1/84/

REVISION DES TARIFS D'ELECTRICITE

Recommandation: Modification de la structure tarifaire de l'EdD, dans le dessein de supprimer les taux de bloc dégressifs, et d'incorporer des structures tarifaires plus convenables.

Raisons: Le barème des prix actuel de l'EdD se compose de cinq classes de tarifs qui comprennent une cotisation mensuelle fixe et des taux de bloc dégressifs (les niveaux supplémentaires de consommation sont facturés à des coûts par kilowatt-heure plus bas que les blocs initiaux de consommation). De tels taux de blocs dégressifs ne conviennent pas à Djibouti parce qu'ils encouragent l'utilisation de l'électricité. Considérant le fait que le coût d'un kWh marginal est moins élevé que celui d'un kWh moyen, une utilisation accrue réduit le coût moyen. Des structures tarifaires plus appropriées, parce qu'elles encouragent une utilisation rentable de l'énergie, devraient remplacer les structures actuelles.

Coûts: Le coût de révision des tarifs d'électricité (qui n'a pas été déterminée comme faisant partie de la présente évaluation) sera à la charge de l'EdD. Cette dernière a déjà entamé le processus, en demandant à Electricité de France d'entreprendre une étude dans ce cadre. L'effort coordonné de l'EdD et du Service de l'Energie devrait être poursuivi.

Avantages: Un calcul des avantages financiers directs d'une structure révisée des tarifs d'électricité n'entrait pas dans le cadre de la présente évaluation. Néanmoins, la suppression des taux de blocs dégressifs devrait encourager une utilisation plus économique de l'électricité, tout comme elle devrait réduire les charges de pointe et produire une répartition plus équitable des coûts de l'électricité.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 90 à 94, 99, 105 à 107, 208, 254, Annexes M et O.

ETUDE DE LA POLITIQUE D'IMPORTATION

Recommandation: Etablissement d'un programme destiné à encourager l'importation de matériaux et d'équipement rentables du point de vue énergétique, grâce à l'application de taxes d'importation, de subventions, et de normes minimales de fonctionnement.

Raisons: Il est possible de réduire la consommation de pétrole, grâce à l'utilisation de matériaux de construction, d'appareils, et autres types de matériel conçus pour accroître la rentabilité énergétique. Il est possible de rendre de tels matériaux et appareils de conservation financièrement attirants pour le marché intérieur privé, par le biais du recours à la taxe d'importation. Des taxes d'importation plus faibles sur des équipements rentables, relativement à des équipements qui ne le sont pas, auront une grande influence sur le caractère compétitif du prix d'un article donné. De même, la fixation de niveaux minimum de rentabilité pour les appareils importés donnerait lieu à une amélioration globale de la rentabilité énergétique de tout le stock d'appareils national et, par corrélation, réduirait la consommation de pétrole. Le besoin d'appliquer de telles mesures est souligné par l'engagement à long-terme à l'égard de la consommation d'énergie, accompli grâce à l'importation d'articles peu rentables qui gaspillent de l'énergie.

L'étude proposée déterminerait laquelle parmi ces options s'avérerait être la plus pratique et la plus efficace en fonction du coût pour Djibouti.

Coûts: Les analystes en politique énergétique djiboutiens et les conseillers expatriés pourraient entreprendre, dans le cadre de leurs obligations actuelles, l'étude proposée. Dans le cas où une version révisée de la politique fiscale applicable aux importations venait à être instituée, la réduction ou la suppression des taxes d'importation sur certains articles constituerait une perte de revenus pour le gouvernement. Ces coûts varieraient, selon le volume réel des importations couvertes dans le programme, et selon les politiques particulières appliquées.

Avantages: Alors que des taxes d'importations réduites représenteraient une perte unique de revenus fiscaux, les économies financières réalisées, grâce à des importations pétrolières réduites provoquées par l'utilisation des équipements, constituteraient un gain se reproduisant chaque année tout au long de la durée de vie de l'article. Les économies réelles seraient fonction de la pénétration d'articles rentables du point de vue énergétique dans l'économie. Bien que ni les

coûts, ni les avantages ne puissent être quantifiable pour le moment, les économies réalisées grâce à des importations pétrolières réduites dépasseront la simple compensation des revenus fiscaux déjà escomptés.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 89 à 91, 95 à 98, 255 à 257.

UTILISATION DE VEHICULES A FAIBLE CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE PAR LE GOUVERNEMENT

Recommandation: Etablissement d'une politique gouvernementale destinée à promouvoir l'achat de véhicules administratifs répondant aux niveaux minimum de rentabilité du point de vue de la consommation de combustible. De plus, il faudrait réorganiser le parc du gouvernement, de manière que les véhicules soient employés pour le type de conduite leur convenant.

Raisons: Le parc automobile gouvernemental est à la fois un consommateur important de combustibles de pétrole, et un indicateur, aux yeux de la population du pays, de l'engagement du gouvernement à l'égard des économies d'énergie. L'introduction de véhicules à plus faible consommation permettrait d'économiser du combustible, et donnerait l'exemple aux populations. En 1983, les achats d'essence par le gouvernement se sont élevés à près de 1 million de litres, dont 700.000 litres étaient destinés à l'Armée Nationale. Quant au diesel, les achats ont porté sur près de 2.500.000 litres, avec 1 million allant à l'Armée Nationale.

Il faudrait réorganiser le parc automobile gouvernemental, de manière à adapter chaque type de véhicule à l'utilisation prévue. Grâce à cette réorganisation, on éviterait un gaspillage en n'utilisant les véhicules à consommation élevée que pour des tâches leur convenant tout particulièrement.

Coûts: Le coût d'institution d'une telle politique serait minime, n'exigeant qu'une recherche sur le fond du problème effectuée par les analystes en énergie, dans le dessein de déterminer quels sont les niveaux minimum de rentabilité les plus acceptables que l'on peut appliquer. La réorganisation de l'emploi des véhicules administratifs exigerait la coopération de chacun des chefs de service.

Avantages: Les économies réelles en combustible dépendraient de la composition et du rythme de renouvellement actuels du parc gouvernemental. Les véhicules à faible consommation de combustible sont en général plus petits et moins chers, et, par conséquent, une politique favorisant de tels véhicules donnerait lieu à des économies réalisées sur les dépenses originales consacrées au coût d'investissement. Un avantage intangible serait l'utilisation accrue de véhicules à faible consommation par des particuliers qui seraient influencés par l'exemple du gouvernement.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 64 à 69, 143 et 146, 148 à 152, 204 à 208, 268, 269, Annexe C.

CENTRE DE DOCUMENTATION SUR L'ENERGIE

Recommendation: Etablissement d'un centre renfermant des informations ayant trait à l'énergie et ouvert aux responsables gouvernementaux, aux chercheurs, aux commerces, et aux particuliers.

Raisons: Les décisions relatives à la politique énergétique, prises par les responsables gouvernementaux à l'échelle nationale, et par les consommateurs dans les secteurs commercial et résidentiel, ont besoin de l'être par des décideurs informés. A l'heure actuelle, les documents d'information sur les questions relatives à l'énergie sont en nombre limité, et ne sont pas disponibles dans un emplacement centralisé.

Coûts: Les coûts approximatifs d'un centre de l'énergie proposé, devant être installeé dans le nouvel immeuble de l'ISERST, serait d'environ 4,4 millions de FD (25.000 Dollars Américains). Ce montant couvre le coût d'un système à microfiches, des exemplaires de certains documents sous la forme de livres cartonnés, ainsi que la formation d'un bibliothécaire.

Avantages: Des documents de recherche seront disponibles pour permettre aux futures décisions relatives à l'énergie d'être prises par un groupe de décideurs informés.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 9 à 10, 97, 258.

CAMPAGNE DE PRESSE

Recommandation: Une campagne de presse employant la radio, la télévision, les journaux, et les établissements scolaires pour promouvoir la conservation de l'énergie.

Raisons: Bien que les possibilités de réalisation d'économies importantes par le biais d'activités de conservation aient été traitées avec preuves à l'appui, ces renseignements et ces conseils sur la manière de procéder pour réaliser de telles économies doivent d'abord être communiqués à ceux qui utilisent l'énergie.

Coûts: On estime à près de 7,1 millions de FD (40.000 Dollars Américains) le coût d'une campagne initiale qui utiliserait les moyens d'information locaux, en collaboration avec les agences gouvernementales chargées de la production et de l'utilisation de l'énergie.

Avantages: Les avantages financiers directs d'un investissement dans l'éducation ne sont pas calculables. La préoccupation réelle que les consommateurs résidentiels éprouvent face aux coûts élevés de l'énergie peut être transformée en une action productive qui contribuera à gaspiller beaucoup moins une électricité qui coûte cher.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 97, 265, Annexe K.

ETABLISSEMENT D'UNE EQUIPE DE CONTROLE DE LA SITUATION ENERGETIQUE

Recommandation: Nomination d'une équipe composée de deux ou trois techniciens qualifiés, dans le dessein d'entreprendre des vérifications de la situation énergétique, et de faire des recommandations en termes de mesures de conservation à adopter dans les immeubles résidentiels, commerciaux et administratifs.

Raisons: La conservation de l'énergie dans les immeubles offre le domaine le plus important pour économiser l'électricité à Djibouti. Par conséquent, il est important que le gouvernement, de concert avec l'EdD, établisse les mécanismes servant à réaliser de telles économies. Une composante fondamentale d'un programme global de conservation d'énergie est l'équipe consultative chargée des questions de l'énergie, dont le rôle principal consisterait à entreprendre des contrôles énergétiques dans les immeubles (analyse des possibilités d'un meilleur rendement énergétique). Des recommandations spécifiques s'appliquant à chaque immeuble contrôlé, soumises au propriétaire et aux locataires, indiqueraient les étapes nécessaires menant à une réduction d'une consommation prodigue de l'énergie.

Coûts: On estime à 4,4 millions de FD (25.000 Dollars Américains) environ, les frais de démarrage encourrus dans le cadre de la constitution et la formation d'une équipe de contrôle de la situation énergétique qui utiliserait un conseiller expatrié comme formateur. Un engagement à long-terme à l'égard de la création de ces postes permanents et du paiement subséquent de salaires et de frais est également nécessaire.

Avantages: La formation d'une équipe de contrôle de la siutation énergétique faciliterait l'application d'un programme de conservation d'énergie dans les immeubles. Les rendements financiers produits par le travail d'une équipe de vérification énergétique dépendra du nombre de contrôle effectués, et du degré de réponse aux recommandations faites. Un programme résidentiel à grande échelle, dans lequel les participants auraient investi 150 millions de FD (850.000 Dollars Américains), produirait des économies annuelles dépassant 1700 TEP de mazout utilisé pour produire de l'électricité. Ces économies auraient une valeur de 74 millions de FD (415.000 Dollars Américains).

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 9 à 10, 173, 193 et 195 à 203, 260, 261 à 267, Annexes K et N.

AMELIORATION DES IMMEUBLES ADMINISTRATIFS

Recommandation: Une amélioration de démonstration d'un ou deux immeubles administratifs pour les rendre plus rentables du point de vue énergétique.

Raisons: La rentabilité de l'utilisation de l'électricité dans le secteur public est plus basse que dans le secteur résidentiel, en partie parce que les utilisateurs particuliers dans les immeubles publics ne sont pas responsables des coûts de l'énergie. Un programme de conservation d'énergie se concentrant sur le gaspillage dans les immeubles publics pourrait réaliser des économies importantes. Un projet qui illustrerait des économies réalisables, par le biais de l'amélioration d'un ou de deux immeubles de démonstration, pourrait fournir l'élan nécessaire à un programme plus important dans les immeubles aussi bien administratifs que commerciaux.

Coûts: Le coût d'amélioration d'un ou de deux immeubles administratifs est évalué à 3,5 millions de FD (20.000 Dollars Américains), y compris les services d'un conseiller et l'importation de matériaux et d'équipements qui ne sont pas disponsibles actuellement à Djibouti. La participation du gouvernement à ce programme de démonstration est essentielle, en vue de sa réussite. L'application d'un programme à grande échelle dans le secteur des immeubles administratifs coûterait près de 180 millions de FD, soit 1 million de Dollars Américains.

Avantages: L'amélioration d'un immeuble gouvernemental, similaire à l'exemple de vérification donné dans l'Annexe N, pourrait produire des économies annuelles de près de 3500 kWh. Les avantages d'un programme à grande échelle sont estimés à des économies annuelles de 2500 TEP de mazout utilisées pour produire de l'électricité, quantité dont la valeur est estimée à 106 millions de FD (600.000 Dollars Américains). Les économies permettraient de réaliser un amortissement en moins de deux ans, et continueraient d'être réalisées durant toute la période de vie des immeubles améliorés.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 173, 193 et 195 à 203, 260, 261 à 267, Annexe N.

NOUVEAUX IMMEUBLES RENTABLES DU POINT DE VUE ENERGETIQUE

Recommandation: Un programme de conception et de construction de quelques prototypes de maisons rentables du point de vue énergetique, et révision des codes actuels de construction, dans le dessin d'incorporer des mesures permettant de réaliser des économies d'énergie.

Raisons: Les formes de conception d'immeubles actuelles, réglementés par des codes transplantés par les Français, n'incorporent pas de principes de conservation d'énergie s'appliquant aux conditions climatiques de Djibouti. Alors que les améliorations des immeubles existant peut donner lieu a la réalisation d'économies de 20 à 30 pour cent, l'introduction d'un certain nombre de formes de conception d'immeubles conservant l'énergie, que l'on reproduirait dans la construction des nouveaux immeubles, donnerait lieu à des économies encore plus grandes et que l'on estime à 40 pour cent ou plus de la consommation actuelle d'énergie par résidence.

L'important projet de construction de logements financé par la Banque Mondiale, devant bientôt commencer, constituerait un véhicule idéal qui permettrait d'obtenir l'accord en faveur des formes améliorées de réalisation d'immeubles conservant l'énergie. Si on arrivait à construire et à mettre à l'épreuve un certain nombre de prototypes, ils pourraient servir de preuve des économies que l'on peut réaliser grâce à la nouvelle conception. Une conception couronnée de succes, une fois utilisée dans le cadre du projet de la Banque Mondiale, serait par la suite adoptee pour les nouvelles constructions realisées à travers tout le pays.

Coûts: On estime à 21,2 millions de FD (120.000 Dollars Américains) le coût des conceptions, de construction de deux prototypes de maisons, et de la révision des codes locaux de construction se fondant sur les avis formulés par les architectes.

Avantages: Des avantages tangibles seraient constitués par l'ajout de deux unités de logement, chacune devant réduire la consommation d'énergie d'au moins 40 pour cent par rapport aux unités actuelles ayant les mêmes dimensions. Par exemple, si les maisons sont dans la catégorie de 3 a 9 kVA, les économies annuelles d'électricité seraient de près de 3200 kWh par unité. Un aspect encore plus important, et bien que intangible, est constitué par les avantages possibles, dans le cas où la conception et la construction de prototypes influencent l'incorporation de formes de conception énergétiquement rentables dans le projet de logement de la Banque

Mondiale, et grâce à cela, dans d'autres projets de construction entrepris dans le pays.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 7, 95 à 96, 112 à 113, 124 à 129, 197 à 203, 266 à 267, Annexe N.

PROGRAMME DE FORMATION DE POMPAGE D'EAU GRACE A L'ENERGIE EOLIENNE

Recommandation: Un programme destiné à former les techniciens locaux dans le domaine de l'utilisation des pompes éoliennes.

Raisons: L'énergie éolienne est économiquement viable et peut fournir une partie de l'eau dont ont besoin les campagnes djiboutiennes. A l'heure actuelle, l'énergie éolienne n'est pas utilisée de façon poussée, du fait des doutes que l'on a à l'égard de la disponibilité de l'expertise dans le domaine de l'installation et de l'entretien des systèmes éoliens. Des Djiboutiens spécialisés dans l'analyse, la conception, la sélection du matériel, l'installation et l'entretien des systèmes de pompes éoliennes sont nécessaires, afin d'assurer le succès à long-terme du pompage d'eau éolien à Djibouti.

Coûts: On estime à 3,5 millions de FD (20.000 Dollars Américains) les coûts de creusage d'un puits et d'installation d'une pompe éolienne dans le nouvel immeuble de l'ISERST, ou dans un endroit proche, des matériels et des coûts de formation pour une seule session. En plus de conseiller technique chargé de la session de formation, on estime que le programme de formation exigerait entre 10 et 15 pour cent du temps d'un membre du personnel pendant une année.

Avantages: Il n'est pas possible de calculer les avantages financiers directs de l'investissement dans la formation. L'hésitation devant l'utilisation de la force éolienne pour des applications économiquement viables dans le pompage de l'eau disparaîtra grâce à la création d'une réserve d'experts locaux, et il sera possible de répondre à un besoin fondamental d'un segment de la population rurale. La contribution de l'énergie éolienne au pompage de l'eau prévoit d'être, d'ici 1990, de 9 TEP par an, soit près de 585.000 FD (3.300 Dollars Américains) par an en coût déclassé de diesel.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 37 à 38, 70 à 75, 111 à 112, 146 et 153 à 157, 173, 209 à 211, 224 à 225, 227 à 232, 274, 275, 279, Annexes F, H, I.

DEPLACER ET/OU REPARER LES EOLIENNES DU NORD DU PAYS

Recommandation: Un programme de réparation et, si nécessaire, de déplacement de systèmes éoliens de pompage d'eau inefficaces ou inutilisables aujourd'hui.

Raisons: Cinq éoliennes, qui aujourd'hui ont besoin d'être réparées, ou qui se trouvent dans des endroits où la qualité de l'eau est mauvaise, sont mises au rancart. Ces éoliennes pourraient être réparées et/ou déplacées vers d'autres endroits où elles seraient utiles. Cet exercice fournira également au personnel de l'ISERST une expérience de première main, grâce au processus d'évaluation, de choix de site, de réparation et d'installation des pompes.

Coûts: En supposant que le Génie Rural et les responsables locaux participent à l'effort, le travail peut être assuré par le personnel actuel de l'ISERST. On estime que les coûts de réparation des cinq éoliennes s'élèveront à 3,5 millions de FD (20.000 Dollars Américains) pour les pièces et la livraison. Les coûts de nouveaux puits, de réservoirs de stockage, et du ciment nécessaire seraient supplémentaires.

Avantages: En plus de la formation dont aura bénéficié le personnel local, cinq éoliennes en panne seraient réparées, fournissant ainsi une source d'eau aux emplacment où elles seront finalement installées. Les coûts annuels pour le combustible et l'entretien d'une pompe diesel, installée dans un puits rural typique, sont estimés à 540.000 FD, soit 3000 Dollars Américains. Par conséquent, le combustible déplacé pour les cinq puits permettrait d'économiser environ 2,7 millions de FD (15.000 Dollars Américains).

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 8, 70 à 75, 146 et 153 à 157, 209 à 211, 224 à 225, 227 à 232, 274, 275, Annexes F, H, I.

CHAUFFE-EAU SOLAIRES

Recommandation: Démonstration de plusieurs modèles de chauffe-eau solaires dans les conditions locales, dans le dessein de déterminer s'ils peuvent être utilisés à Djibouti ou non. Formation du personnel de l'ISERST dans le domaine du montage d'un ensemble de chauffe-eau solaire.

Raisons: A Djibouti, les chauffe-eau solaires sont actuellement efficaces en fonction du coût. Bien que le chauffage de l'eau ne soit pas considéré comme étant une nécessité pour l'utilisation de la famille moyenne, il existe plusieurs applications possibles du chauffage solaire de l'eau dans les secteurs commercial et gouvernemental. Il faudrait encourager, grâce à des démostrations, les utilisateurs à grande échelle d'eau chaude, comme par exemple les blanchisseries commerciales, les hôpitaux, et les industries, à installer des systèmes solaires de chauffage d'eau.

Coûts: Le coût projeté de la mise sur pied d'un programme d'essai et de démonstration portant sur trois systèmes solaires de chauffage d'eau sur l'emplacement du nouvel immeuble de l'ISERST est de près de 1,4 millions de FD (8.000 Dollars Américains).

Avantages: Les utilisateurs potentiels deviendraient conscients de l'efficacité en fonction du coût du chauffage solaire de l'eau, et le personnel de l'ISERST serait préparé à aider à mettre l'option en pratique à Djibouti. On a estimé que le chauffage solaire de l'eau pourrait permettre de réaliser des économies s'élevant à 11,25 TEP par an. Le combustible déplacé représenterait des économies de 485.000 FD à 730.000 FD (2700 à 4100 Dollars Américains), selon le combustible que l'on utilise. Ces économies pourraient être plus importantes, au cas où l'électricité est employée pour produire de la chaleur. La construction sur place offrirait également des possibilités d'emploi et une occasion pour l'initiative privée de participer à des opération commerciales.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 37 à 38, 97, 173, 218, 226 à 233, 276, Annexes G, H.

PROGRAMME DE DEMONSTRATION DE POMPES SOLAIRES

Recommandation: Essai et démonstration de pompes dans des conditions locales, afin de faciliter la sélection des modèles qui conviennent le mieux à Djibouti.

Raisons: Les informations rassemblées au cours des deux années passées indiquent que Djibouti est soumis à des niveaux élevés de rayonnement solaire. L'utilisation des technologies photovoltaïques dans des applications telles que le pompage d'eau pour la consommation humaine, pour abreuver le bétail, et pour l'irrigation est considérée comme intéressante. Un projet de mise à l'épreuve et de démonstrations permettra de s'assurer que l'on aura choisi les pompes solaires qui conviennent le mieux, et que le personnel aura été formé dans le domaine de leur utilisation et de leur entretien.

Coûts: Le coût prévu de cette activité, employant les services du personnel actuel de l'ISERST, est d'environ 7,1 millions de FD (40,000 Dollars Américains). Cette estimation de coût comprend l'achat de cinq ou six pompes solaires.

Avantages: Il n'est pas possible de calculer les avantages financiers directs d'un projet démonstration. On estime que des pompes photovoltaïques pourraient fournir des contributions énergétiques, en TEP, de 1.7, 7.0, 12.8, 17.9 pour les années 1985, 1990, 1995, et 2000 respectivement. En supposant que les pompes diesel soient déplacées, ces économies d'énergie représenteraient des économies en termes de coûts de combustible de 110,000 FD (600 Dollars Américains) en 1985, et qui passeraient à 1,1 millions de FD (6,500 Dollars Américains) en l'An 2000.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 7 à 8, 9, 37 à 38, 70 à 75, 97, 109 à 113, 146 et 153 à 157, 173, 209 à 211, 213 à 218, 224 à 225, 227 à 233, 277, 279, Annexes G, H, I.

RÉFRIGERATEURS PHOTOVOLTAIQUES

Recommandations: Mise à l'épreuve de réfrigérateurs photovoltaïques pour les dispensaires de campagne.

Raisons: Dans le cas de certaines applications, telle que la réfrigération de vaccins, le souci premier devrait être la fiabilité, et non pas le coût. A l'heure actuelle, les vieux réfrigérateurs a kérosène utilisés dans les dispensaires de campagne ne sont pas fiables, empêchant l'entreposage de vaccins, que l'on doit fréquemment faire livrer par avion, ce qui occasionne d'importantes dépenses. Du fait de leur fiabilité et du nombre réduit d'exigences en matière d'entretien, les réfrigérateurs photovoltaïques offrent une option intéressante. Des mises à l'épreuve de differents modèles de réfrigérateurs disponibles sur le marché international seraent utiles, dans le dessein de déterminer quel est celui qui est le plus fiable et le plus efficace en fontion du coût pour Djibouti.

Coûts: Le coût estimé d'une démonstration d'essai, y compris l'achat de cinq ou six modèles différents, est de près de 4,4 millions de FD (25.000 Dollars Américians).

Avantages: On ne sait pas exactement si oui ou non l'introduction de réfrigérateurs photovoltaïques permettrait de réaliser des économies financières. Il est difficile de fixer une valeur à la fiabilité accrue du maintien de la chaîne froide nécessaire aux vaccins. En considérant le fait que de tels vaccins pourraient être entreposés de facon fiable dans les dispensaires de campagnes se trouvant dans des régions non-desservies par l'EdD, l'onéreuse pratique actuelle de livraison de vaccins par avions, au début des campagnes de vaccination, pourrait devenir moins courante.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 97 à 98, 213 à 218, 226 à 233, 278, 279.

ETUDE DES RICHESSES EN BIOMASSE

Recommandation: Une étude des systèmes actuels de production et de distribution des approvisionnements en énergie de biomasse.

Raisons: Il existe peu de données sur les approvisionnements en biomasse de Djibouti. Il n'est pas du tout clair que la demande croissante puisse être satisfaite grâce aux ressources locales, tout comme on ne sait pas exactement quelle portion de la demande actuelle est satisfaite par le bois et le charbon intérieurs, à l'opposé de ceux qui sont importés. Les quelques régions boisées de Djibouti peuvent mal supporter qu'une pression accrue soit exercée sur leurs ressources limitées en bois. Ces régions pourraient avoir dépassé leur seuil de résistance. Aucune planification importante ne peut être tentée pour une ressource dont les approvisionnements sont inconnus, et dont les systèmes de production et de distribution sont peu compris.

Coûts: Le coût estimé d'une étude de biomasse, devant être réalisée en un à deux mois, est d'environ 1.770.000 FD (10.000 Dollars Américains).

Avantages: Il n'est pas possible de calculer les avantages financiers directs de l'étude proposée. Les renseignements rassemblés formeraient la base permettant une planification effective pour les approvisionnements de bois et de charbon. Une telle planification permettrait d'éviter les pénuries de bois de combustion et les dégats relatifs causés à l'environnement. De plus, cette planification permettrait de satisfaire aux besoins de base de ces segments de la population, particulièrement les groupes ruraux et les pauvres des villes, qui dépendent du bois pour l'énergie.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 32 et 35 à 44, 78 à 85, 107 à 108, 117 à 123, 223, 227, 231 à 233, 234, 272, 273, Annexe K.

ANALYSE DE BIOMASSE DES TERRES ARIDES

Recommandation: Une étude visant à déterminer si l'on peut ou non utiliser les pratiques de sylviculture des terres arides, dans le dessein d'accroître les ressources de bois de combustible et de protéger les sols et les bassins hydrographiques.

Raisons: Les ressources en biomasse de Djibouti subissent actuellement une pression extrême. Les preuves dont on dispose aujourd'hui, ainsi que les projections de la situation à venir suggèrent que, du fait d'une baisse continuelle de la quantité et de la qualité de la végétation naturelle, une crise surviendra et affectera ceux qui dépendent du bois comme combustible. Un danger encore plus grand, découlant de cette baisse, est représenté par les dégats possibles occasionnés à l'écosystème complexe plante-sol-eau, et par la même, aux ressources en eau, à l'économie des pâturages, et aux futurs développements fonciers en général. Des recherches récemment entreprises dans les régions désertiques (exemples: dans l'ouest des Etats-Unis, en Inde, et au Soudan) ont suggéré qu'il était possible d'arrêter, et même de renverser de telles tendances destructrices.

Coûts: On estime que le coût d'une étude à court-terme, entreprise par un agent des eaux et forêts spécialiste des terres séches ou par un spécialiste de gestion de cantonnement, serait de près de 3,2 Millions de FD (18.000 Dollars Américains). La valeur d'une telle étude serait renchérie, dans le cas où elle est coordonnée avec l'étude de biomasse recommandée et devant être enteprise par un planificateur en énergie familier des questions économiques du bois de combustion.

Avantages: Il n'est pas possible de calculer les avantages financiers directs de cette étude. Celle-ci permettra d'assurer une productivité soutenue de la base de ressource en biomasse, en indiquant comment il est possible d'arrêter la dégradation, et comment faire pour que la productivité soit soutenu ou accrue. Alors qu'il serait possible pour les populations rurales de se rendre immédiatement compte des avantages initiaux de cette étude, l'incidence positive d'une bonne gestion du système écologique relève de la plus haute importance pour la nation toute entière.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 32 et 35 à 44, 78 à 85, 107 à 108, 117 à 123, 223, 227, 231 à 233, 234, 272, 273, Annexe K.

ETUDE DU SECTEUR DES TRANSPORTS ROUTIERS

Recommandation: Une étude de la circulation et une réorganisation du système de recensement des activités du secteur routier, rassemblement et exploitation les informations essentielles sur le parc automobile du pays.

Raisons: Un programme de conservation dan le secteur des transports peut permettre de réaliser des économies de 10 pour cent ou plus. Toutefois, la conception d'un tel programme exige des données fiables sur la composition du parc automobile et sur les utilisations dont il est l'objet. Les données actuellement disponibles à Djibouti ne sont pas suffisantes pour permettre la conception d'un programme de conservation dans les transports routiers. Une fois que les données nécessaires auront été rassemblées, il sera possible de formuler et de mettre en pratique un programme de conservation menant à des économies d'énergie. En 1983, les transports routiers ont été à l'origine d'une utilisation de près de 8.000 TEP d'essence, et de 10.700 TEP de diesel.

Coûts: On estime à 5,3 millions de FD (30.000 Dollars Américains) les coûts de l'étude de la circulation et couvrant les trois mois d'expertise-conseil consacrés par l'analyste expatrié, ainsi que le coût du soutien fourni sous la forme d'homologues locaux. Les coûts subséquent découleraient de la mise en pratique véritable d'un programme de conservation.

Avantages: La conception d'un programme de conservation dans les transports routiers permettrait de réaliser des économies d'essence et de diesel. Si l'on avait conservé 10 pour cent de l'utilisation du combustible effectuée en 1983, la facture d'importation pour l'essence et le diesel aurai été réduite de 70,4 millions de FD (400.000 Dollars Américains) et de 69,4 millions de FD (390.000 Dollars Américains) respectivement.

Le regroupement du contrôle sur les nouvelles immatriculations de véhicules et sur les renouvellements annuels dans un seul bureau devrait améliorer le recensement. Cela devrait avoir comme conséquence un nombre réduit de propriétaires évitant de payer leur vignettes annuelle, et ainsi accroîtrait les revenus gouvernementaux d'un volume indéterminé.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 64 à 69, 80, 143 et 146, 147 à 152, 173, 204 à 208, 268, 269.

RECYCLAGE ET UTILISATION DES DECHETS D'HYDROCARBURES

Recommandation: Evaluation du recyclage et des nouveaux emplois pour les déchets d'hydrocarbures, dans le dessein d'éviter des pratiques prodigues d'évacuation des déchets.

Raisons: L'huile lourde de carter, utilisée par les stations service, l'Armée Française et par les Forces Armées de Djibouti, ainsi que par la compagnie d'électricité (EdD), est actuellement évacuée comme déchets. L'huile est enlevée et brûlée sur un emplacement du situé à près de 10 km de Djibouti-Ville. Les dégats causés à l'environnement du sites, ainsi que les risques de dégats susceptibles d'être causés à la table aquifère dans la région, plaident en faveur d'un changement de politique. De plus, le coût extrêmement élevé de ces lubrifiants (les produits d'hydrocarbures les plus coûteux importés par Djibouti) faire ressortir l'aspect désirable d'une solution plus appropriée à ce problème d'évacuation de déchets. Il y a trois utilisations possibles de ces déchets d'huile, classées par ordre de préférence (toutes préférables à la méthode actuelle d'évacuation). Ce sont les suivantes: (1) recyclage en vue de la réutilisation sous forme de lubrifiants; (2) utilisation comme combustible par un seul gros consommateur; et (3) utilisation comme combustible par un certain nombre de petits consommateurs.

Coûts: Il serait possible d'entreprendre une étude initiale de l'aspect économique du recyclage ou des options de combustible par des analystes en énergie djiboutiens et par le conseiller expatrié, dans le cadre de leurs obligations professionnelles.

Avantages: Les dégats causés à l'environnement provoqués par la méthode actuelle d'évacuation des déchets seraient ainsi éliminés. En 1983, le pays a importé 1576 tonnes de lubrifiants. On ne prévoit pas un taux de recyclage de 100%, compte tenu de l'impossibilité de procéder au ramassage de tous les lubrifiants après qu'ils ont été utilisés. Cependant, la réutilisation d'une certaine partie de ces lubrifiants réduirait la facture d'importation actuelle pour les lubrifiants, qui, en 1983, a été d'à peu près 90 millions de FD (500.000 Dollars Américains). La quantité totale de lubrifiants importée en 1983 avait une teneur énergétique équivalente à près de 1450 TEP de mazout, dont la valeur était estimée à 62 millions de FD (350.000 Dollars Américains). Les économies réelles, dans le cas où ces lubrifiants seraient utilisés pour déplacer le mazout, représenteraient une certaine fraction de ces montants, en partie, à cause du taux de recyclage, et de la basse valeur de chauffage des lubrifiants utilisés comme combustible, ainsi qu'à cause de la combustion incomplète qui est associée à un tel usage.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 8, 235 à 236, 270, Annexe T.

COLLECTE CONTINUE DE DONNEES METEOROLOGIQUES

Recommandations: Continuation des efforts entrepris actuellement, en vue de la collecte de données sur le vent et le soleil, mais à un degré moindre.

Raisons: Toutes décisions prises dans le futur, quant au caractère convenable des options technologiques applicables à l'énergie renouvelable, devront être fondées sur une base de données sérieuse. Les données rassemblées jusqu'ici par le Projet d'Initiatives Energétiques constituent un début très utile. La fiabilité de ces données ira en s'accroissant, à mesure que la période qu'elles couvrent devient plus grande. Un degré moindre de collecte de données, qui aujourd'hui couvre sept sites à travers le pays, est recommandé, dans la mesure où les activités actuelles drainent aussi bien les finances que la main-d'oeuvre du projet.

Coûts: On estime à environ 708.000 FD (4.000 Dollars Américains) le coût du maintien d'une seule station dans le nouvel immeuble de l'ISERST, y compris l'ajout d'une option de bande d'ombre pour mesurer le rayonnement solaire. Ce coût s'applique à deux années.

Dans le cas où les ressources humaines et financières le permettent, deux ou trois autres stations devraient également être gardées en service. On estime à 1.770.000 FD (10.000 Dollars Américains) le coût encouru pendant une période de deux années, en vue d'entreprendre cet effort plus important, lequel englobe l'utilisation de la station de l'ISERST.

Avantages: Il n'est pas possible de calculer les avantages financiers directs de l'investissement dans la collecte de données. Une conception future, effective en fonction du coût, de technologies d'énergie renouvelable appropriées dépendra de la disponibilité d'une base de données fiable et suffisante.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 7, 37, 109 à 111, 209 à 233, 271, 279, Annexes F, G.

TECHNOLOGIES RENOUVELABLES FUTURES

Recommandation: Une investigation continue des possibilités d'utilisation de pompes éoliennes dans le cadre d'un Programme de Puits Superficiels proposé par l'UNICEF. Des technologies renouvelables, telles que les bassins solaires, les climatiseurs à absorption ou dessicatifs, le dessalement solaire, et les photovoltaïques à grande échelle, devraient être suivies, en vue de futures applications possibles à Djibouti.

Raisons: Le pompage d'eau par énergie éolienne peut constituer l'option de pompage la plus efficace en fonction du coût dans certaines situations rurales. Les discussions entre l'ISERST, l'UNICEF, et le Génie Rural devraient rester ouvertes, de façon à considérer l'option éolienne dans le cas où le programme des puits superficiels est appliqué.

Les technologies renouvelables sont sujets à des changements fréquents et rapides, et des options qui aujourd'hui ne sont pas économiquement viables pourraient bientôt le devenir. Compte tenu de la combinaison de coûts d'électricité élevés, de bons régimes éoliens, et d'ensoleillement abondant que connaît Djibouti, le pays serait en mesure d'offrir un environnement où certaines technologies pourraient s'avérer être viables plus tôt que dans d'autres pays.

Coûts: Il n'existe aucun coût financier direct que l'on puisse attribuer à cette recommandation. L'engagement de suivre le développement dans le domaine de l'énergie renouvelable est requis des planificateurs en énergie de Djibouti.

Avantages: Dans un proche avenir, le dialogue entre les donateurs et les agences gouvernementales djiboutiennes permettra la considération de la plupart des options, qui sont rentables en fonction de leur coût, pour de nouvelles applications de pompage d'eau.

En termes plus généraux, une équipe de planificateurs en énergie, informés des développements les plus récents dans le domaine des technologies d'énergie renouvelable, seront en mesure de choisir le moment d'introduire des options économiquement viables, et, ainsi, réduire la dépendance du pays des approvisionnements d'hydrocarbures importés.

Références dans le texte: Les documents de corroboration se trouvent en pages 37 à 38, 70 à 75, 109 à 113, 146 et 153 à 157, 209 à 233, 279, Annexes F, G, H, I.

Tableau EX-1

Projections par Forme et par Utilisation Finale de la Demande Energétique à Venir

1985-2000 (en TEP)

	1985		2000	
Processus de Conversion ou Utilisation Finale	Bois	Produits Pétroliers	Bois	Produits Pétroliers
Production de Charbon de Bois	7 326		12 304	
Génération d'Electricité		44 200		137 400
Cuisson Résidentielle	9 674	8 657	10 203	14 337
Industrie		23 029		55 419
Transports:				
• Par Mer		21 937		34 177
• Par Fer		1 035		1 936
• Par Air		29 442		73 833
• Par Route		21 464		28 030
Pompage d'Eau		136		249
TOTAUX	17 000	149 000	22 507	345 381
TOTAUX (Bois et Pétrole)	166 900		367 888	

SECTION 1

APERCU

CHAPITRE I: APERCU GENERAL
CHAPITRE II: REALISATIONS PRECEDENTES DU PROJET
CHAPITRE III: RENSEIGNEMENTS D'ORDRE GENERAL SUR DJIBOUTI

CHAPITRE I. APERCU GENERAL

L'utilisation efficiente des ressources énergétiques disponibles implique un ensemble de questions extrêmement complexes. Les prix élevés de l'énergie témoignent de l'importance de la conservation, de la substitution de formes d'énergie moins chères en remplacement de formes plus chères, et l'orientation des efforts en direction de services et d'industries consommant moins d'énergie. Cependant, le chemin qui mène à ces "solutions" comporte un certain nombre de barrières, parmi lesquelles il faut compter le coût des équipements à rendement énergétique, le manque d'information complète mise à la disposition des résponsables des secteurs public et privé, un marché offrant des conditions restrictives, le manque de formation technique, et des structures de prix de combustible inadéquates. Toutefois, grâce à un fichier central fiable et une planification convenable, on peut franchir un grand nombre parmi ces barrières.

La première étape en direction d'une planification énergétique fondamentale consiste à réunir des renseignements sur le volume énergétique d'un pays et à les analyser de façon méthodique. A ce propos, la République de Djibouti est exemplaire. Une fois que l'on a bien saisi le caractère étroit des liens unissant l'énergie à l'économie, et si l'on jette un regard sur le chemin que suit l'économie du pays, on peut mettre au point des politiques et une planification énergétiques coordonnées qui permettront à Djibouti d'opter pour un avenir énergétique qui lui conviendra et qui répondra à ses besoins.

ORIGINE DU PROJET

L'Institut Supérieur d'Etudes et de Recherches Scientifiques et Techniques (ISERST) est l'institution chargée de la coordination de la recherche et du développement dans les domaines scientifique et technologique dans la République de Djibouti. Le rôle de l'ISERST consiste à encourager et à apporter son aide à la recherche appliquée entreprise dans des domaines qui auront pour objectif la promotion du développement économique et amélioreront la qualité de la vie de la population de Djibouti.

En 1981, le Gouvernement de Djibouti et le celui des Etats-Unis ont signé un accord stipulant que le gouvernement américain apporterait son soutien à l'ISERST dans ses efforts pour:

1. développer sa capacité de rassembler et d'organiser des informations fondamentales relatives à l'énergie;

2. entreprendre la mise à l'épreuve des différentes technologies énergétiques auxiliaires;

3. mettre au point des options quant aux lignes politiques devant être adoptées à l'égard de l'importation, la production, la consommation et la conservation d'énergie; et

4. réduire l'effet contraire des importations de combustibles fossiles sur la balance des paiements de Djibouti, et permettre aux rares devises étrangères d'être consacrées au développement économique et social.

Au mois de juin 1982, l'Agence des Etats-Unis pour le Développement International (USAID) et le Gouvernement de Djibouti ont mutuellement choisi Les Volontaires en Assistance Technique (VITA) pour apporter une aide et un soutien technique à l'ISERST. Au mois d'octobre 1982, les travaux ont commencé dans le cadre du projet.

Ce projet est financé conjointement par l'USAID et le gouvernement de Djibouti pour une période initiale de quatre ans. Des programmes de formation organisés, dans des domaines reliés à l'énergie, pour le personnel djiboutien de l'ISERST et d'autres, sont partie intégrale du projet, tout comme l'évaluation énergétique nationale résumée dans ce rapport.

L'EVALUATION ENERGETIQUE

Les objectifs de l'évaluation énergétique consistent à permettre au gouvernement de Djibouti de:

1. planifier le développement économique de façon à maximiser la production économique pour chaque unité d'énergie consommée.

2. évaluer les exigences en matière d'importation d'énergie, les manques potentiels de combustible, et l'incidence des importations d'énergie sur la balance des paiements du pays.

3. analyser les options futures en matière d'approvisionnement en énergie, en prenant comme base de calcul les projections en termes de besoins, de coûts, et de disponibilité des approvisionnements.

4. identifier les domaines où la conservation énergétique est possible, ainsi que les sources énergétiques locales pouvant remplacer les ressources importées; et

5. évaluer les besoins à venir en termes de force de travail, de façon que l'on puisse planifier et mettre en pratique une formation appropriée.

D'une manière générale, le but principal consiste à élaborer un fichier central solide, et à effectuer une analyse juste d'options secondaires parmi lesquelles le gouvernement sera à même de choisir la voie que suivra la politique énergétique future du pays.

L'évaluation a été effectuée en deux phases: la Phase I a eu lieu à la fin de l'année 1983 et la Phase II au cours du premier trimestre de 1984. Ce rapport comporte les travaux de ces deux phases; les résultats globaux comprennent également le projet de rapport qui fournit les conclusions auxquelles est arrivée la Phase I.

Au début de la Phase I, on a mis sur pied un comité consultatif composé de membres des institutions les plus importantes exerçant des activités reliées à l'énergie (y compris des représentants de l'industrie pétrolière, de la compagnie d'électricité, du Bureau des Hydrocarbures, et l'ISERST/VITA), ainsi qu'un économiste djiboutien. Le rôle du comité consistait à diriger l'étude vers les problèmes se rapportant plus spécifiquement à Djibouti. Le groupe s'est réuni cinq fois au cours des deux mois et demi de la Phase I et a fourni de nombreux conseils, ainsi des informations importantes et difficiles à obtenir. Le comité s'est, ensuite, réuni à la fin de l'analyse de la phase II, dans le but de discuter les conclusions de l'équipe chargée de l'évaluation.

LE RAPPORT SUR L'EVALUATION ENERGETIQUE

Le présent rapport, établi dans un ordre chronologique, traite des objectifs de l'évaluation énergétique. Tout d'abord, nous effectuons une présentation de l'historique de l'utilisation de l'énergie en Djibouti, à la fois en termes d'approvisionnements et de demandes les plus importantes quant à l'emploi final. Cet aperçu historique nous mène directement au présent. Les bilans énergétiques nationaux globaux sont présentés pour les années 1982 et 1983. Ces bilans résument le mouvement de l'énergie au sein de l'économie de Djibouti.

On trouvera ci-après une étude de l'infrastructure gouvernementale qui traite des questions relatives à l'énergie. Le but de cette description est de permettre une compréhension des possibilités, forces, et faiblesses actuelles du gouvernement, afin d'identifier les changements que l'on peut apporter en ayant recours aux ressources disponibles. Cette description permet également de désigner avec précision les domaines dans lesquels on doit fournir de l'aide pour la mise au point, l'application, et la supervision d'une politique énergétique nationale.

Le besoin d'une telle politique énergétique nationale est démontré par les projections de la demande énergétique qui figurent à la section suivante. Nous avons étudié, l'un après l'autre, les secteurs utilisateurs d'énergie les plus importants. Nous avons estimé les projections de la demande à venir en nous basant sur les meilleurs calculs et hypothèses de diagrammes de croissance future disponibles. Bien que ces projections soient naturellement fonctions d'un grand nombre de facteurs, la plupart échappant au contrôle du gouvernement djiboutien, il nous semble qu'elles constituent une première approximation raisonnable. De toute évidence, il faudrait que l'un des buts de toute activité à entreprendre dans l'avenir en matière de planification énergétique

soit la remise à jour continuelle des informations contenues dans ce rapport, ainsi que la révision des futures évaluations de la demande, à mesure que l'on obtient de nouvelles données.

Si l'on veut poursuivre la croissance et le développement économique, ainsi que les conditions de vie de la population, il faudrait répondre, d'une façon ou d'une autre, aux futures demandes d'énergie calculées. Le but principal de la planification énergétique nationale est d'établir des choix clairs en matière de politique énergétique vers lesquels le gouvernement (et par conséquent, le pays lui-même) peut s'orienter, par rapport à la satisfaction de la demande énergétique. Cela peut se faire de plusieurs manières. Nous ne tenons pas compte de la possibilité de ne pouvoir répondre à ces demandes, qui peut être la conséquence d'une approche "sans changement aucun", et nous concentrons nos efforts de façon à mettre à la disposition du gouvernement une série d'autres lignes politiques énergétiques afin qu'il puisse s'en servir comme base de décision. Dans la mesure où le but officiel de la présente étude est de fournir au gouvernement les évaluations techniques des différentes options dont il a besoin, nous formulons l'espoir que toute politique énergétique future adoptée à Djibouti sera décidée, en se basant sur une considération attentive accordée à l'étude des documents y afférant contenus dans le présent rapport. Notre but n'est pas de dicter une politique énergétique au gouvernement. Toutefois, nous espérons contribuer suffisamment d'informations de base, afin de permettre au gouvernement de choisir ce qu'il pense être la meilleure direction pour le pays.

La dernière section du présent rapport comporte un ensemble de brèves descriptions d'actions spécifiques, appelées "Options d'Application", qui, selon nous, sont des mesures utiles à prendre. La gamme de ces options s'étend sur un vaste champ d'activités possibles. Bien que la mise en pratique de n'importe quelle option représente une valeur en soi, l'application de certains groupes d'options ne peut avoir que plus d'incidence. Quant à savoir quels groupes mettre en pratique, cela dépendra en grande partie de la voie que le gouvernement choisira de faire emprunter à sa politique énergétique globale.

CHAPITRE II. REALISATIONS PRECEDENTES DU PROJET

Avant que l'évaluation énergétique n'ait été effectuée, la représentation ISERST/VITA à Djibouti avait entrepris diverses activités reliées à l'énergie. Ce qui suit en est une description.

STATIONS METEOROLOGIQUES

Sept stations météorologiques ont été construites et sont opérationnelles à Djibouti-Ville, Ali-Sabieh, Dikhil, Tadjourah, Obock, Yoboki, et Hol-Hol. A chaque station, les cotes de vitesse et de direction du vent, ainsi que la cote d'insolation et la température, sont relevées toutes les heures. Au fur et à mesure que ces relevés sont effectués sur le terrain, deux membres du personnel de l'ISERST réduisent les données obtenues et les classifient.

Une analyse de ces données a été effectuée, dans le cadre de l'évaluation énergétique; elle a, de paire avec des critères économiques importants, servi de base au choix des formes solaire et éolienne, comme options énergétiques s'appliquant à Djibouti.

L'IMMEUBLE DE L'ENERGIE RENOUVELABLE DE L'ISERST

En 1982, Dan Dunham, un architecte et volontaire de VITA, fut chargé de la conception d'un immeuble de 700 m^2 qui abritera la Direction de l'Energie Renouvelable de l'ISERST, ainsi que son laboratoire et ses ateliers. L'immeuble a été conçu, tout d'abord, pour avoir un rendement énergétique et, ensuite, pour servir de modèle aux constructions qui seront effectuées dans l'avenir à Djibouti. En plus de ses caractéristiques de refroidissement passif, l'immeuble est équipé de panneaux solaires, montés sur le toit, fournissant cinq kilowatts d'énergie photovoltaïque qui alimentera les ventilateurs, le matériel de bureau, un réfrigérateur, et permettra l'éclairage, dans une section de l'immeuble. L'inauguration de cet immeuble est prévue pour la fin de l'année.

Grâce à l'intérêt provoqué par l'immeuble, l'Union Nationale des Femmes de Djibouti (UNFD) a bénéficié d'une aide de l'ISERST/VITA lui permettant de concevoir un certain nombre de centres féminins, à rendement énergétique, qui seront installés à l'intérieur du pays.

DEMONSTRATIONS DE POMPES A EAU SOLAIRES

Dans le but d'illustrer l'une des utilisations pratiques de l'énergie solaire aux groupes et aux responsables locaux, des démonstrations d'une pompe à eau de 300 watts, mue par l'énergie solaire, ont eu lieu à Djibouti-Ville, Dikhil, Obock, Tadjourah, Ali-Sabieh, et As-Eyla. Le Génie Rural a pris part à ces démon-

strations, et prévoit d'acheter huit pompes solaires, afin de pouvoir assurer, dans un proche avenir, l'alimentation en eau de plusieurs villages éloignés. A la suite de ces démonstrations, un commerçant local a entamé la commercialisation de pompes solaires et en a déjà vendu deux au Haut-Commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés.

Ces démonstrations ont également incité le Commissaire du District d'Obock à demander l'installation d'une petite pompe solaire dans le jardin de l'école locale. Celle-ci sera achetée avec des fonds provenant du projet, et le mécanicien local travaillant au bureau du Commissaire sera chargé de son installation et de son entretien.

CHAUFFAGE PAR HUILE DE VIDANGE

M. Ali Sheriff, volontaire tanzanien de VITA, a été chargé de la formation de M. Syad, technicien djiboutien, dans le domaine de l'utilisation de l'huile de vidange (provenant des générateurs automobiles et des carters) à des fins de chauffage industriel. Le stage de formation a eu lieu l'année passée à Arusha (Tanzanie). Depuis son retour à Djibouti, M. Syad a construit deux foyers en terre cuite pour huile de vidange, dans le but de procéder, à titre expérimental, à la production de briques en terre cuite destinées à la construction.

POMPAGE D'EAU PAR EOLIENNE

L'une des premières initiatives, prises dans le cadre du projet, a été de procéder au démontage, d'effectuer la réparation, et de remettre en état de marche une éolienne, du type Aermotor, de 3,66 m de haut qui était tombée en panne dans le jardin d'un administrateur gouvernemental situé dans le district de Ali-Sabieh. A travers tout le pays, on peut trouver un certain nombre d'autres éoliennes qu'il est nécessaire de remettre en état de marche. Leur réparation constitue une activité qu'il sera possible d'entreprendre dans le cadre de ce projet.

On a procédé à des essais sur une petite éolienne de type Sparco, dont la forme est similaire à celle des Pumpomats utilisées près de Yoboki. Cependant, la Sparco est plus petite que la Pumpomat, et pourrait s'avérer inadéquate pour que l'on puisse l'utiliser dans la plupart des projets de pompage entrepris à Djibouti.

CONSTRUCTION UTILISANT DES MATERIAUX A RENDEMENT ENERGETIQUE PRODUITS A DJIBOUTI

Compte tenu du coût élevé des matériaux de construction à Djibouti, des travaux ont commencé, dans le but de développer la manufacture de matériaux de construction à rendement énergétique d'un autre type. De concert avec l'ISERST et les Travaux Publics, un commerçant local produit et met à l'épreuve des briques en terre

tassée, pouvant remplacer les blocs de ciment actuellement utilisés à Djibouti. On a déjà construit quatre structures à l'aide de ce type de briques, et les travaux, destinés à parfaire les techniques d'analyse et de sélection de sols entrant dans la manufacture des briques, continuent. Dans le cadre d'un projet relié au présent, des fonds ont été fournis en vue de la construction de trois à quatre autres logements à rendement énergétique à l'aide de ce type de briques. Parmi les autres activités poursuivies dans la région, il faut mentionner la production de carreaux de revêtement de sol en terre cuite, de matériaux de construction, et celle de la chaux.

DEVELOPPEMENT DE L'INFRASTRUCTURE

L'une des conséquences de la première phase de l'évaluation énergétique a été la constitution d'un comité officieux chargé de la coordination énergétique. Il se compose de représentants de Electricité de Djibouti (EdD), des Etablissements Publics des Hydrocarbures (EPH), du Service de l'Energie du Ministère de l'Industrie, et ceux de ISERST/VITA. Les opinions formulées et les conseils donnés par ce comité se sont avérés utiles pour l'équipe chargée de la Phase I. De plus, les membres du comité avaient trouvé que les réunions leur permettaient de discuter des problèmes rencontrés et des activités entreprises. Le Service de l'Energie du Ministère de l'Industrie a joué un rôle actif, en tant que coordonnateur officiel de la seconde phase de l'évaluation, et il est à espérer qu'il continuera à faire appel au comité, dans le cadre des questions énergétiques futures, et que celui-ci deviendra une entité officielle dans un proche avenir.

FORMATION

Dans la mesure où le manque de nationaux techniquement qualifiés constitue l'un des obstacles les plus importants que connaisse Djibouti, en termes de mise en application des projets de développement, on a accordé une importance toute particulière à la formation du personnel travaillant dans le domaine de l'énergie, aussi bien à Djibouti qu'à l'étranger. Des stages de formation, portant sur la machine de fabrication de briques CINVA-Ram, sur les pompes solaires et éoliennes, et sur la chauffe à l'huile de vidange, ont été organisés à Djibouti. Une fois la construction du nouvel immeuble de l'ISERST achevée, on prévoit d'en organiser de nombreux autres dans l'avenir.

Des périodes de formation à l'étranger ont été mises sur pied pour le personnel de l'ISERST. Celles-ci ont eu lieu en Somalie (utilisation des pompes solaires), au Mali (différentes technologies d'énergie renouvelable), aux Etats-Unis (Programme du Centre de Formation de Gainesville, en Floride), et en Italie (utilisations de l'énergie renouvelable dans les régions rurales). De

plus, le Directeur du Service d'Energie du Ministère de l'Industrie a participé à un séminaire organisé à Dakar (Sénégal) sur la conservation de l'énergie.

INITIATIVES DU SECTEUR PRIVE

Des contacts ont été établis à Djibouti avec des agents commerciaux qui ont fait part de leur intérêt dans les technologie d'énergie renouvelable. Des pompes solaires sont actuellement lancées sur le marché local par deux commerçants, et une blanchisserie privée prévoit l'installation d'un système de chauffage d'eau, grâce à l'énergie solaire. Un homme d'affaires local a pu bénéficié d'un soutien, fourni dans le cadre du présent projet, lui permettant de produire et de vendre des briques en terre stabilisée que l'on utilise dans la construction de logements.

SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE DU LYCEE

Après que deux professeurs de science au Lycée de Djibouti aient obtenu des informations sur les systèmes photovoltaïques, l'établissement a passé commande d'un système à ARCO Solar of California. Aujourd'hui, les panneaux alimentent en énergie le laboratoire de physique. Ce système a été installé par ISERST/VITA, ce qui a permis à de nombreux membres du personnel chargé du projet de s'en servir pour assurer leur formation personnelle.

CHAPITRE III. RENSEIGNEMENTS D'ORDRE GENERAL SUR DJIBOUTI

GEOGRAPHIE

La République de Djibouti (Figure 1-1) est située dans la partie nord-est de l'Afrique, entre l'Ethiopie et la Somalie, là où la pointe australe de la Mer Rouge se jette dans le Golfe d'Aden.

Djibouti a une superficie de 23 310 km^2, approximativement celle de l'Etat du Massachussetts, aux Etats-Unis. Géographiquement, la République de Djibouti se répartit en trois régions: la plaine côtière (située à moins de 200 m au-dessus du niveau de la mer), les montagnes (dont le sommet le plus élevé atteint 1 500 m), et le plateau se trouvant derrière les montagnes. Le pays est sec et chaud. Il y pleut rarement et de façon irrégulière, et l'humidité est élevée. Composant l'extension orientale du Grand Fossé Tectonique, la région est sujette aux tremblements de terre. Djibouti s'enorgueillit d'avoir le second point le moins élevé sur terre (le Lac Assa , situé à 150 m au-dessous du niveau de la mer).

RESSOURCES

Les ressources naturelles connues sont limitées, et se composent surtout de sel (Lac Assal), ainsi que de calcium, de gypse, et d'autres matières qui sont utiles à la production du ciment. Cependant, de récentes explorations ont révélé l'existence de ressources géothermales, et on est en train de mettre sur pied un programme en vue d'entamer l'exploitation de ces ressources pour la production d'énergie vers 1990. Compte tenu de la rareté de l'eau et de la rigueur du climat, la surface de terre cultivée actuellement ne dépasse pas 400 hectares.

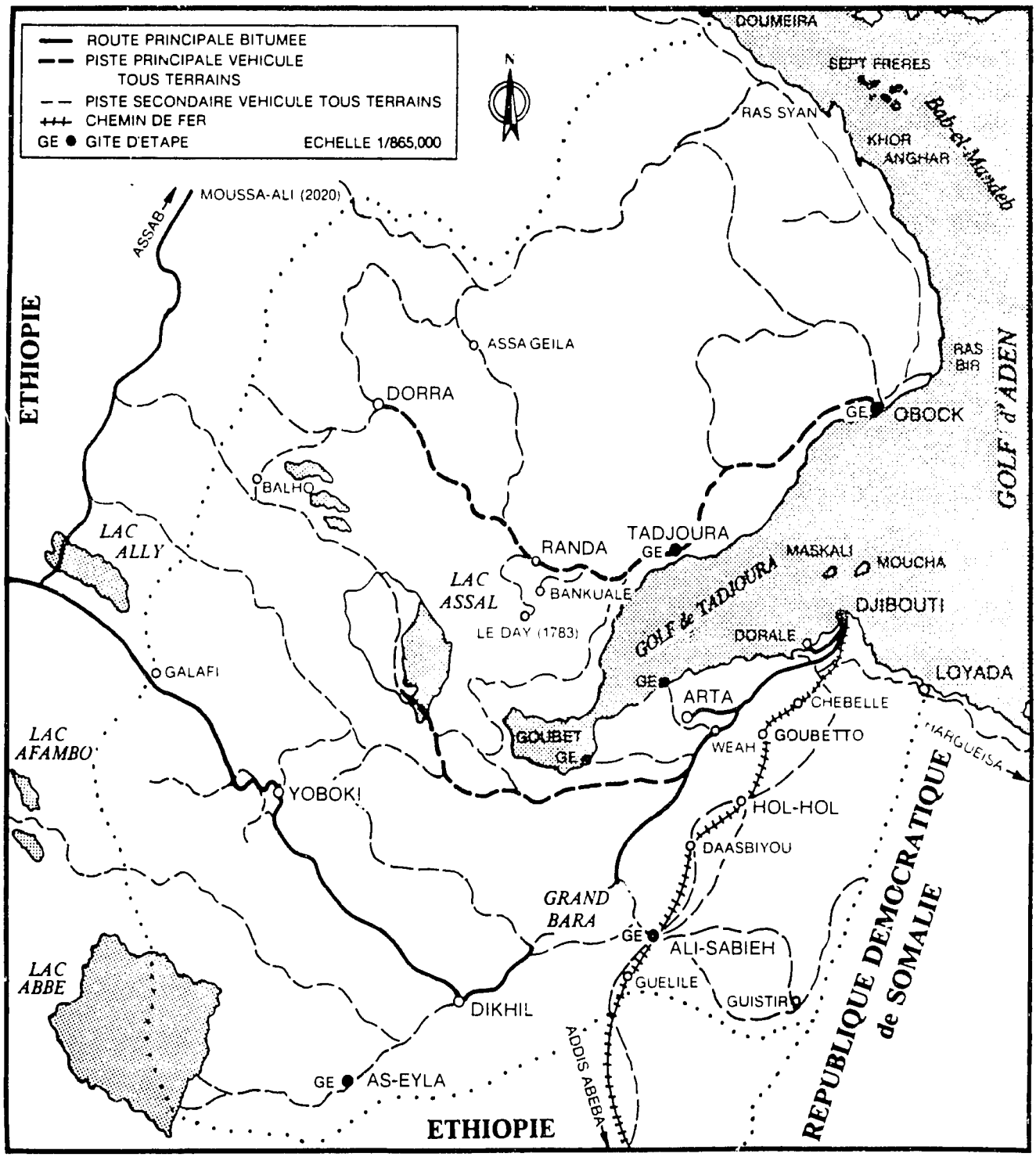
ECONOMIE

Djibouti dépend énormément des importations, surtout en produits alimentaires provenant de France et d'Ethiopie, ainsi qu'en produits pétroliers, du fait de ressources naturelles et d'une capacité de production limitées. En 1982, plus de 75 pour cent du Produit Intérieur Brut (PIB) de Djibouti provenait de l'activité du secteur des services, particulièrement les opérations du port de Djibouti, la voie ferrée reliant le pays à l'Ethiopie, l'aéroport international, le secteur bancaire privé, et la présence d'une population française importante, civile et militaire. La contribution de l'agriculture, de l'élevage du bétail, et de la pêche au PIB a été de l'ordre de 6 pour cent, alors que celle de l'industrie n'a été que de 14 pour cent.

Le Franc Djiboutien a été lié à la valeur du dollar américain pendant de longues années. L'absence d'un important marché noir de devises étrangères est le reflet de la liberté de conversion dont jouit le Franc Djiboutien. Cela signifie également que

FIGURE 1-1

Carte de Djibouti



l'économie "officielle" est très peu faussée par les transactions "officieuses".

La puissance sans cesse croissante du dollar américain, depuis 1981, a permis de limiter les effets locaux des accroissements des prix des produits importés. Cependant, comme conséquence, il y a eu peu d'encouragement visant à inciter la population à limiter les importations.

POPULATION

Il est difficile d'obtenir les chiffres exacts se rapportant à la population de Djibouti et à sa répartition dans le pays. La population (ainsi que sa composition) est une question politiquement délicate. Dans une nation où des nomades passent librement la frontière pour se rendre en Ethiopie et en Somalie, un décompte du nombre d'habitants du pays devient méthodologiquement difficile. Bien qu'un recensement ait été effectué en 1983, les résultats ne seront disponibles qu'en 1985.

Depuis que le dernier recensement a été entrepris en 1961, Djibouti a connu de nombreuses transformations démographiques: 1) l'espérance de vie de ses habitants a augmenté; 2) la sécheresse a forcé l'exode d'une grande partie de la population nomade vers les villes; 3) l'indépendance a donné naissance à un mouvement de population des pays voisins; et 4) la guerre de l'Ogaden en Ethiopie a produit un grand nombre de réfugiés. De plus, les taux de décès naturels et de natalité n'ont pas été calculés de façon précise. Ces facteurs, qu'une pression politique a accommodé pour les besoins d'un nombre d'habitants plus élevé, rendent incertaine toute évaluation démographique.

Pour 1982, les évaluations du chiffre de la population vont de 300 000, chiffre qu'utilise le Programme des Nations Unies pour le Développement, à 330 000, généralement accepté par le gouvernement (de même qu'un taux de croissance annuel de 5,4 pour cent) (1). Les auteurs du rapport utilisent 330 000 comme chiffre raisonnable pour 1983, qui est considérée comme "année de base". Nous supposons également que le nombre d'habitants en 1982 était le même que celui de 1983, du fait des effets contraires de la croissance naturelle et du rapatriement des réfugiés en 1983. Pour 1984, nous employons ce même argument, en soustrayant les 20 000 réfugiés qui ont été rapatriés, pour obtenir un chiffre de population global de 310 000. La répartition de la population par région est discutée dans la section relative à l'"Utilisation Finale: Cuisson des Aliments à Domicile". Quant aux projections à venir, nous supposons que la situation des réfugiés s'est stabi-

---

(1) Les documents datant d'avant 1982 comportent des chiffres aussi élevés que 450 000.

lisée en 1984, de façon que l'on puisse faire extrapoler les données démographiques de 1984 dans le futur, en supposant un taux de croissance de 3 pour cent.

L'ENERGIE DANS L'ECONOMIE

La balance commerciale d'un pays (en termes simples, le rapport des importations sur les exportations) est un indicateur important de sa santé économique. Si la valeur des importations dépassent celle des exportations, le pays doit être en mesure d'obtenir (par d'autres moyens) suffisamment de devises étrangères pour subvenir au surplus des exportations. Au cours des cinq dernières années, les importations de Djibouti ont de loin dépassé ses exportations. Durant cette même période (1979-1983), près de 45 pour cent du total des importations ont été réexportés vers les pays voisins, la base militaire française, etc. De plus, une portion de 8 pour cent de ces importations a été couverte par l'exportation de produits locaux, tels que les peaux et le bétail. Le secteur des services a permis d'assurer près de 10 pour cent de ces importations, grâce aux revenus provenant de l'activité portuaire, ferroviaire, etc. Cependant, la majorité de la portion restante, c'est-à-dire 35 pour cent, a été financée par des donateurs étrangers, tels que la France, l'Arabie Saoudite, les Etats-Unis, ainsi que d'autres pays. Cette dépendance à l'égard du soutien apporté par les donateurs représente une menace pour l'indépendance du pays, sa sécurité nationale, et son développement économique global. Il est possible de réduire cette dépendance é l'égard de l'aide étrangère en diminuant les importations (parmi lesquelles, celle de l'énergie représente une grande portion), ou en augmentant les exportations et/ou les services, par le biais de la mise en valeur des ressources du pays.

Le Tableau 1-1 (version anglaise, Figure 1-2) montre combien les importations d'énergie sont significatives pour Djibouti, et l'occasion que leur réduction représente pour un gouvernement qui cherche à diminuer le déficit commercial du pays. Ce tableau résume les dépenses réelles encourus par l'économie djiboutienne (c'est-à-dire, les taxes non-comprises, les salaires, les ajustements, etc.) pour les produits pétroliers consommés dans le pays (c'est-à-dire les importations pétrolières nettes de Djibouti). Le Tableau 1-1 présente cette dépense, qui a dépassé les 6,2 milliards de FD (9,5 millions de dollars US) en 1982, comme pourcentage (9,4 pour cent) du PIB, et comme pourcentage des importations nettes (31 pour cent). Entre 1979 et 1980, le coût des importations nettes s'est accru de façon draconienne, lorsque les prix du pétrole ont connu une forte augmentation. Cela prouve la vulnérabilité de l'économie à l'égard des accroissements de prix. Même maintenant que les prix du pétrole se sont stabilisés (temporairement du moins), les produits pétroliers forment 31 pour cent des importations nettes du pays.

La substitution d'énergies géothermiques ou renouvelables (solaire, éolienne) aux importations de pétrole, ainsi que l'adoption de mesures concrètes destinées à réduire le gaspillage de

l'énergie (grâce à un accroissement du rendement énergétique), permettraient une diminution importante de ce pourcentage, et auraient une incidence directe et positive sur la balance commerciale du pays. De plus, la décentralisation des ressources renouvelables, ainsi que l'exploitation des ressources géothermiques du pays, ne peuvent que rendre le pays plus protégé contre les pressions extérieures.

TABLEAU 1-1

L'Energie dans l'Economie de Djibouti

(Correspond à la Figure 1-2, Version Anglaise)

(en millions de FD)	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Produit Intérieur Brut (PIB)	42 433	50 716	58 272	63 450	66 000(a)	66 450
Total des Importations, CAF (b)	24 749	28 436	33 782	36 654	38 523	néant
Exportations Nationales	3 173	2 047	2 171	3 048	2 400(a)	néant
Réexportations (a)	13 500	12 100	16 500	17 300	18 800	néant
Total des Exportations, FAB	16 673	14 147	19 171	20 348	21 200	néant
Balance Commercial (Total des Exportations-Total des Importations)	(8 076)	(14 289)	(14 611)	(16 306)	(17 332)	néant
Consommation Intérieure des Importations (Total des Importations-Réexportations)	11 249	16 336	17 282	19 354	19 732	néant
Dépenses Energétiques Intérieures (c):						
Marché Intérieur	1 290(a)	1 754	3 469	3 783	3 737	4 040
Marché International:						
Importations par avion	1 800(a)	1 303	1 227	1 465	1 552	1 301
Importations par bateau et autres (d)	204	370	648	731	898	898
Côut Total de l'Energie pour l'Economie	3 294	3 427	5 344	5 979	6 187	6 239
(Pourcentage)						
Dépenses Energétiques Intérieures (e):						
En pourcentage du PIB	7,8	6,8	9,2	9,4	9,4	9,4
En pourcentage des Importations Nettes	29,3	21,0	30,9	30,9	31,4	néant

* Voir page suivante pour les notes.

TABLEAU 1-1 (suite)

Sources: Fonds Monétaire International, Mission de Djibouti, "Evolution Récente de l'Economie", Avril 1982; République de Djibouti, Direction National de la Statistique, Annuaire Statistique de Djibouti, Résultats de 1981 (1982).

N.B.: Néant signifie non-disponible;

177 FD = $ US 1,00.

(a) Les estimations sont basées sur les données que comportent les sources citées ci-dessous. Les données varient quelque peu, selon qu'elles proviennent d'une source ou d'une autre.

(b) Transferts à travers la Zone Libre non compris; comporte des articles (articles réexportées) destinées à l'Armée Française, aux autres non-résidents, et les pays voisins. Selon les conventions des Nations Unies, la Base Militaire Française et son personnel (leurs familles incluses) sont à Djibouti pour servire les intérêts de la France, et sont considérés comme non-résidents; leur consommation est considérée comme réexportation. Les coopérants techniques et autres étrangers sont considérés comme résidents.

(c) Provenant de l'Annexe S.

(d) Ce chiffre ne comprend pas le carburant diesel utilisé dans les transports routiers des biens importés, dans la mesure où ce combustible est déjà inclus dans la catégorie du "Marché Intérieur", et est relativement peu important.

(e) Bois de feu et charbon de bois non compris.

SECTION 2

OFFRE ET DEMANDE EN ENERGIE

CHAPITRE I: INTRODUCTION
CHAPITRE II: APPROVISIONNEMENT
CHAPITRE III: UTILISATION FINALE
CHAPITRE IV: RENDEMENT ENERGETIQUE A LA CONSOMMATION
CHAPITRE V: BALANCES ENERGETIQUES NATIONALES: 1982 ET 1983

CHAPITRE I. INTRODUCTION

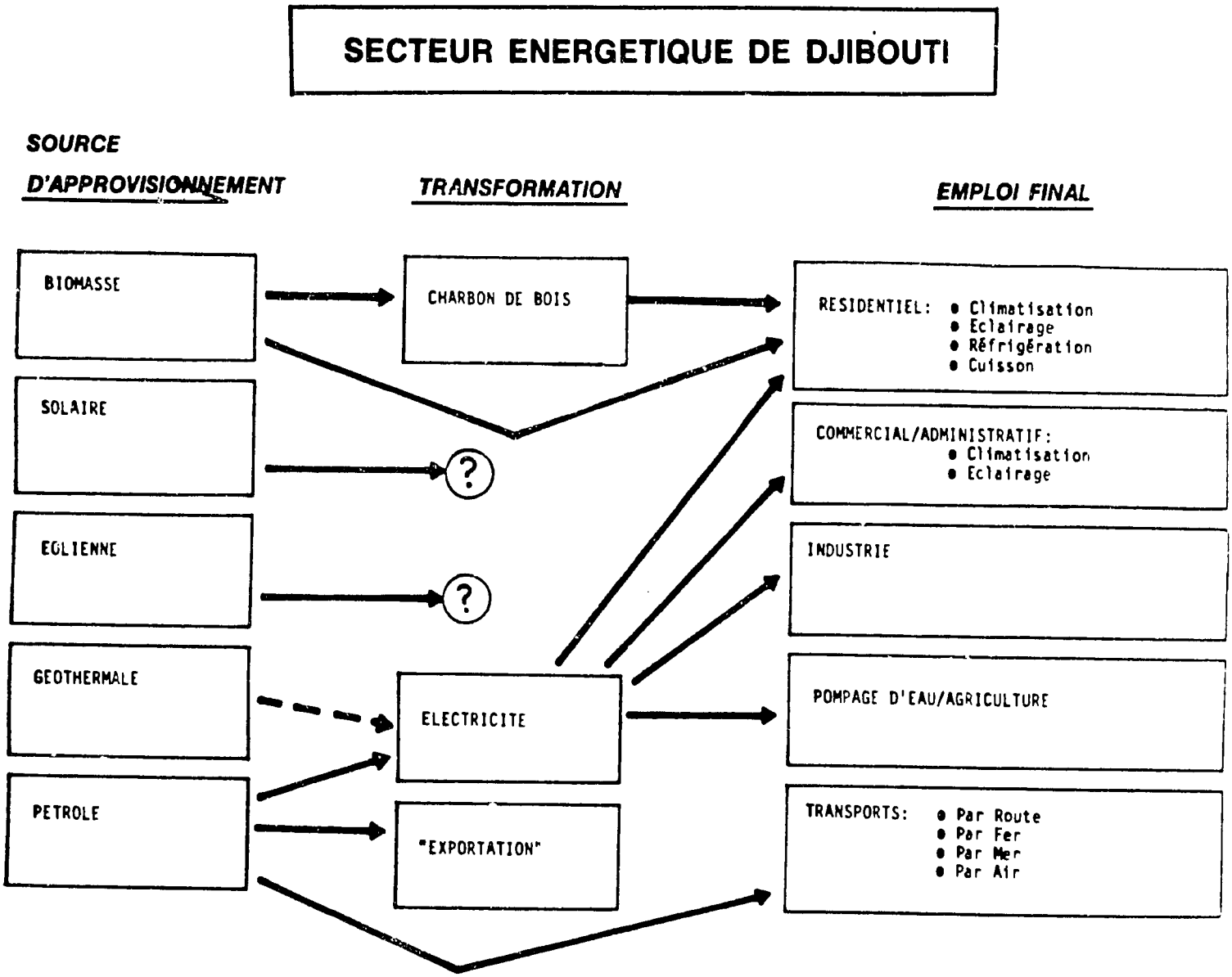
Pour bien comprendre la situation énergétique actuelle de tout pays, on a besoin de données concernant la demande en énergie, ainsi que de l'approvisionnement énergétique utilisé pour satisfaire cette demande. La demande énergétique se répartit, selon l'utilisation finale et l'approvisionnement, par type de combustible. L'énergie n'est pas une fin en soi; l'élément important est le travail pouvant être effectué avec toute source énergétique donnée. Certaines formes d'énergie, représentées par différentes sources en carburant, se prêtent plus que d'autres à une forme particulière de travail. Dans certains cas, tel que celui de la production d'électricité, une source énergétique primaire est transformée en une forme d'énergie convenant mieux et c'est cette dernière forme que l'on applique à toute utilisation finale.

Après un certain temps, on peut déceler de grands courants en offre et demande énergétiques. La totalité des offres, des utilisations finales, et les tendances qui les relient, forment le secteur énergétique. Le but de la planification énergétique nationale est d'adopter officiellement des politiques qui transformeront graduellement les tendances actuelles de l'offre et de la demande d'une façon qui sera bénéfique pour le pays et sa population. L'outil utilisé pour guider le gouvernement dans l'établissement de politiques nationales est une évaluation énergétique. La première étape de toute évaluation énergétique doit donc être la collecte de données sur les tendances actuelles de l'offre et de la demande énergétiques.

Il existe des similitudes entre les secteurs énergétiques des pays, en particulier dans les pays en développement. Cependant, la combinaison des ressources disponibles et de la vie économique et sociale de la population utilisant ces ressources donne un secteur énergétique unique à ce pays.

Djibouti a un secteur énergétique qui lui est propre et qui est représenté sous forme de schéma par la Figure 2-1. Le schéma donne la liste des principales sources d'approvisionnement et des grands domaines de demande.

Selon la Figure 2-1, une certaine quantité de bois est transformée en charbon de bois et une certaine quantité de pétrole est transformée en électricité. Ces formes, primaire et secondaire, d'énergie sont ensuites appliquées aux utilisations indiquées. On sait qu'il existe des ressources géothermiques mais celles-ci n'ont pas encore été exploitées avec succès; on s'attend à ce que, dans un avenir pas trop lointain, la ligne reliant "géothermique" à "électricité" soit continue et non en pointillé. Dans le passé, les ressources éoliennes et solaires locales n'ont apporté qu'une contribution minime au secteur énergétique; l'un des objectifs de cette évaluation est de fournir des réponses putatives à la question de savoir quel consommateur final pourra, à l'avenir, dépendre de ces deux sources d'énergie.



Seuls les débits d'energie principaux sont indiqués par des flèches.

Figure 2-1. Secteur Energétique de Djibouti

Dans les chapitres suivants, nous présentons un historique menant aux tendances actuelles de l'offre et de la demande en énergie à Djibouti.

CHAPITRE II. APPROVISIONNEMENT

PETROLE

Djibouti ne possède pas de ressources pétrolières connues qui lui soient propres et dépend donc, presque entièrement, de l'importation des carburants. Les possibilités de découverte de pétrole à Djibouti sont très limitées en raison des formations géologiques qui y prédominent et il n'est pas prévu d'exploration dans ce domaine pour le moment.

Trois compagnies pétrolières principales -- Shell, Mobil et Total -- importent et distribuent la totalité des produits pétroliers transitant par Djibouti ou consommés sur le marché local. Esso est aussi présent à Djibouti et importe une grande partie du carburant de stockage. Cependant, les activités d'Esso sont intégrées à celles de Mobil et ses documents sont tenus à jour par Mobil.

Les produits pétroliers sont importés de divers endroits, dont Bahrein, la France, la Hollande, la Somalie (surtout pour le mazout) et Singapour. Le point d'origine des carburants change d'année en année en fonction des contrats particuliers détenus par chaque compagnie pétrolière.

Des hydrocarbures sont aussi importés par bateau de la raffinerie d'Assab, en Ethiopie et ensuite tranpsortés par chemin de fer vers Addis-Abéba. Cette voie détournée est utilisée par l'Ethiopie, car les routes (et les conditions politiques) entre l'Erythrée et Addis sont dangereuses. Pour la balance énergétique nationale, qui est présentée à la fin de cette section, le mouvement particulier de ces hydrocarbures figure sous l'appellation "Transit" parce que les carburants ne font que traverser Djibouti.

Le Tableau 2-1 (version anglaise, Figure 2-2) indique la répartition des destinations des carburants importés. Certains carburants sont aussi réexportés par bateau vers des pays voisins. Les hydrocarbures en transit vers l'Ethiopie et les carburants réexportés vers la Somalie et d'autres pays voisins constituent 56 pour cent des importations totales djiboutien de pétrole pour 1983. La plus grande partie de ces réexportations concernaient le diesel et le mazout. De petites quantités d'essence, de kérosène, de carburant d'aviation, de gaz de pétrole liquéfié (GPL) et de lubrifiants sont aussi réexportées.

Une autre partie des importations effectuées par Djibouti est utilisée pour ravitailler les navires et les avions en transit. Nous avons considéré ces marchés comme faisant partie de la catégorie réexportation (ils figurent dans le Tableau 2-1 sous l'appellation "Réserve Internationale" et "Aviation Internationale"). 26 pour cent de la totalité des carburants importés en 1983 ont été réexportés au titre de ces marchés combinés.

TABLEAU 2-1

Destination des Combustibles Débarqués à Djibouti (1983)

(Correspond à la Figure 2-2, Version Anglaise)

Destination	Pourcentage des Importations (a)
Transit, Réexportations	56
Soutage International	19
Ligne Aérienne Internationale	7
Consommation Finale et Intermédiaire (b)	18
TOTAL	100

(a) Ces pourcentages sont ceux du contenu d'énergie (pas du poids ou volume). Le charbon de bois et le bois de feu ne sont pas inclus.

(b) Ces chiffres comprennent le pétrole consommé pour la génération d'électricité.

En tout, 82 pour cent de toutes les importations d'hydrocarbures ont été réexportés et 18 pour cent seulement ont été consommés à Djibouti. La répartition de la consommation de carburant à Djibouti, par catégories, figure dans l'Annexe C. Chaque type de carburant est étudié ci-après.

Distribution et Consommation Finale des Produits Pétroliers

Essence. La totalité de l'essence consommée à Djibouti l'est par les moyens de transport. En 1983, 3 416 tonnes d'équivalent pétrole (TEP) d'essence ordinaire et 6 895 TEP de super ont été utilisées. L'essence est distribuée par des stations service qui sont la propriété des trois compagnies pétrolières, et elle est aussi vendue sous contrat à de grandes institutions telles que le gouvernement (y compris l'armée nationale de Djibouti), et certaines sociétés privées.

Diesel. Le carburant diesel est utilisé essentiellement pour les transports, dont les minibus, les camions, les véhicules utilitaires et les bateaux. Le diesel est aussi utilisé pour la production électrique, le fonctionnement de machines dans le secteur industriel et le pompage de certaines quantités d'eau. La consommation totale de diesel pour 1983 a été de 20 828 TEP. Les plus gros consommateurs de diesel figurent dans la répartition sectorielle de la balance énergétique nationale; 84 pour cent de la consommation finale vont aux transports. Les 16 pour cent restant se répartissent entre l'industrie (une usine de mise en bouteilles de Coca Cola, 12 boulangeries, environ 14 grandes sociétés de construction et certains secteurs gouvernementaux), l'armée (aussi bien française que nationale) et le pompage de l'eau. Une large part de la consommation de diesel par l'armée revient aussi aux transports. Une certaine quantité de carburant diesel est aussi consommée par le secteur privé commercial pour l'alimentation de groupes électrogènes de secours. Les auteurs n'ont pas essayé de faire d'estimation de cette consommation, car elle est considérée comme étant peu importante.

Mazout. A Djibouti, le mazout n'est utilisé que pour la production électrique à Djibouti-Ville. En outre, nous avons fait figurer sous la rubrique "consommation domestique" une partie du carburant de réserve parce que ce carburant est destiné aux transports et indique combien le pays dépend des biens importés. En 1983, 32 416 TEP ont été utilisées pour la production électrique et 15 405 TEP ont été allouées aux réserves domestiques.

Carburéacteur A-1/Kérosène. Le carburant carburéacteur importé à Djibouti est utilisé essentiellement par l'aviation. Il est vendu sous contrat à l'aéroport, aux compagnies aériennes commerciales, à l'armée et, dans certains cas, pour des avions privés. Nous estimons que pour 1983, 30 pour cent de la totalité du carburant d'aviation utilisé l'a été pour le trafic de Djibouti proprement dit; le reste a été consacré au trafic international, dont une bonne partie pour l'armée française.

A Djibouti, le carburant d'aviation est aussi utilisé en remplacement du kérosène; le carburéacteur A-1 est du kérosène auquel plusieurs antigels ont été ajoutés. Comme les ventes de "kérosène" par les compagnies pétrolières sont relativement minimes, celles-ci n'importent pas de kérosène "pour utilisation familiale", mais distribuent à sa place du carburéacteur. Le "kérosène" est surtout distribué par un certain nombre de "petits commerçants" qui prennent des fûts vides de 200 litres au dépôt d'une des compagnies pétrolières, et vont les remplir à l'un des réservoirs. Il est alors distribué dans les restaurants et magasins de détail des quartiers résidentiels, et est aussi vendu par unités allant de 200 millilitres à 20 litres, dans des emballages allant de la bouteille de Coca Cola aux jerrycans. Deux ou trois détaillants qui vendent le kérosène au détail ont aussi leurs propres réservoirs de stockage. Nous estimons que 98 pour cent de tout le kérosène vendu est consommé dans les résidences. Il est utilisé en premier lieu pour la cuisson des aliments et l'éclairage et, à un degré moindre, pour faire prendre le charbon de bois qui sert à brûler de l'encens. Les deux pour cent restant sont utilisés pour la cuisson des aliments dans les restaurants. Une certaine quantité de kérosène est consommée sous forme de détachant industriel, dont nous n'avons pas essayé de déterminer les proportions d'utilisation.

Essence d'Aviation. L'essence d'aviation est vendue à l'aéroport, et est utilisée pour ravitailler les avions à moteurs alternatifs (il s'agit le plus souvent de petits appareils à faible rayon d'action).

Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL). Le GPL est utilisé pour la cuisson des aliments au domicile de nombreux expatriés et des riches djiboutiens. Il l'est également dans certains restaurants. A Djibouti, son importance, comparée à tous les autres carburants est minime, bien qu'à l'avenir on prévoit un accroissement de son utilisation.

Lubrifiants. Les lubrifiants sont utilisés dans les génératrices électriques, les automobiles et les machines industrielles. Le train Djibouti-Ethiopie consomme aussi une quantité considérable de lubrifiant. En 1982, EdD a consommé 8,1 grammes (g) de lubrifiant par kWh fourni, ce qui représente un peu moins de 50 pour cent de la consommation totale de lubrifiants. Les lubrifiants sont distribués par les stations service et, pour certains consommateurs importants, par les compagnies pétrolières.

ELECTRICITE

La production d'électricité représente 28 pour cent de la totalité de l'énergie utilisée dans le pays en consommation intermédiaire et finale. L'électricité du pays est produite et distribuée par une seule entreprise de service public, l'Electricité de Djibouti (EdD), qui assure 98 pour cent de la capacité nationale de production électrique.

A la différence des autres formes d'énergie, l'électricité ne peut pas être stockée en grandes quantités et doit, donc, être produite en fonction des besoins. Il en résulte que la demande en électricité se mesure à la fois en termes de ventes totales ordinairement, exprimées en kilowatts-heure (kWh) par an, et en termes de capacité de production de pointe dont on a besoin à n'importe quelle période, donnée de l'année. Celle-ci est ordinairement exprimée en mégawatts (MW). En 1983, par exemple, la compagnie d'électricité a produit 147 614 000 de KWh, et la demande de pointe pour une journée a été de 28,4 mégawatts. Le 17 juin 1984, la demande a atteint 31 mégawatts et l'on s'attendait à ce que durant le mois où la demande est la plus forte (juillet), celle-ci aura dépassé les 31 MW.

Afin de pouvoir satisfaire la demande en électricité, à tout moment et de façon sûre, l'EdD doit avoir une capacité de production suffisante pour faire face aux demandes de périodes de pointe qui ne surviennent que quelques heures par an. Certaines unités de production sont donc maintenues, bien qu'elles ne fonctionnent que rarement, alors que d'autres unités plus efficaces fonctionnent toute l'année, afin de satisfaire les besoins de base.

Bien que la demande d'électricité croisse plus lentement actuellement que par le passé, elle augmente toujours à un rythme appréciable. L'historique du taux de croissance du secteur électricité (demande énergétique) pour diverses périodes se présente comme suit:

1955 - 1960	12,0%
1960 - 1965	19,1%
1965 - 1970	14,1%
1970 - 1975	11,8%
1975 - 1980	9,3%
1980 - 1983	9,1%

Entre 1955 et 1983, la demande en énergie a augmenté à une moyenne annuelle de 12,5 pour cent. De même, le taux de croissance de la demande de capacité pour les cinq dernières années a été de 10,0 pour cent par an pour la région de Djibouti-Ville.

En 1982, EdD a distribué de l'électricité à un total de 16 438 consommateurs: 274 en tension moyenne et 16 164 en basse tension. En 1983, 1 047 nouveaux consommateurs ont été ajoutés: 607 pour 1 kilovolt-ampère (kVA), 433 pour 3-18 kVA et 7 seulement pour plus de 18 kVA. Ceux qui n'ont souscrit que pour 1 kVA sont des consommateurs résidentiels utilisant l'électricité pour l'éclairage et l'alimentation de quelques appareils électro ménagers. Les consommateurs de la tranche 3-18 kVA sont un mélange de résidences (avec climatiseurs, réfrigérateurs, etc.) et de petits commerces. Ceux qui ont besoin de plus de 18 kVA sont les clients qui sont dans le commerce et l'industrie.

Système de Production Electrique Existant

La production d'électricité étant un processus de conversion d'une forme d'énergie en une autre, le secteur du service public de production d'électricité est à la fois un consommateur important (mazout) et un producteur d'énergie. En 1983, la production électrique a consommé 38 218 TEP, soit 28 pour cent de la totalité de l'énergie utilisée dans le pays. Moins d'un tiers de cette quantité (9 846 TEP) a en fait été livré aux consommateurs finaux. Cette différence entre l'énergie consommée par l'EdD et celle livrée aux consommateurs représente un taux net de rendement du système de 26 pour cent (9 846/38 218). Le rendement de la conversion du pétrole en électricité est d'environ 33 pour cent alors que les pertes subies par le système (pertes à la production, à la transmission et à la distribution) se situent entre 18 et 20 pour cent. Il faut noter qu'une conversion de 33 pour cent est proche d'un rendement maximum possible de conversion de 80 pour cent (voir Annexe J) alors que les 18 à 20 pour cent de pertes du système sont entre deux et trois fois plus élevés qu'ils ne pourraient l'être. En dépit des pertes de production électrique, l'électricité est une forme d'énergie importante qui ne peut pas être remplacée dans de nombreuses applications telles que l'éclairage, la climatisation et l'alimentation des moteurs de machines et des appareils électro-ménagers.

Presque toute l'électricité de Djibouti provient du système central se trouvant à Djibouti-Ville et de quatre autres systèmes isolés (Tadjourah, Dikhil, Obock et Ali-Sabieh), qui sont tous sous le contrôle administratif de l'EdD. La compagnie d'électricité (EdD) rend compte directement au Ministère de l'Industrie de ses performances financières et autres. Le Tableau 2-2 (version anglaise, Figure 2-3) donne les emplacements géographiques de tous les systèmes de production d'électricité de Djibouti. Ce tableau donne aussi la capacité actuelle installée et disponible dans ces zones de service. Il n'existe pas actuellement de réseau national ou de système de transmission reliant toutes les zones desservies. Le système peut transporter une tension maximale de 20 kilovolts et la tension de distribution se répartit en 220 et 380 volts (v), dans la zone de service de Djibouti-Ville.

A Djibouti-Ville, l'électricité est produite par une centrale principale située à Boulaos et une petite centrale localisée à Marabout, surtout par la combustion de mazout léger (600 secondes). Dans les quartiers extérieurs aux Cercles, seul le diesel est utilisé. Les capacités installées et les capacités disponibles pour toutes les unités de production du système de l'EdD figurent dans le Tableau 2-3 (version anglaise, Figure 2-4). Il est important de noter que toutes les génératrices de l'EdD ont des moteurs diesel. Cette capacité disponible (ou fiable) n'est que de 34,3 MW, alors que la capacité installée du système est d'environ 45,1 MW à Djibouti-Ville. La dégradation des unités de production est due en premier lieu à l'âge des unités et aux conditions de l'environnement à Djibouti. La durée de vie des génératrices diesel est généralement estimée à 15 ans environ. Le Tableau 2-3 indique cependant que quatre unités de production de

TABLEAU 2-2

Capacité Electrique à Djibouti

(Correspond à la Figure 2-3, Version Anglaise)

Nom de la Centrale	Génératrice	Capacité Installée	Capacité Disponible	Date d'Installation	Date de Mise Hors-Service
Marabout	G1	2 400	1 500	1965 (a)	1984
	G5	2 400	1 500	1963 (a)	1984
Boulaos	G1	6 000	4 200	1976	1991
	G2	4 500	3 500	1971	1986
	G3	4 500	3 500	1969 (a)	1984
	G4	4 500	3 500	1967 (a)	1984
	G5	4 200	3 200	1965	1984
	G6	5 200	3 800	1974	1989
	G7	5 700	4 800	1980	1995
	G8	5 700	4 800	1982	1997
Total Partiel		45 100	34 300		
Tadjourah		4x400	1 200		
Dikhil		3x200	400		
Obock		135) 2x 80)	230		
Ali-Sabieh		2x135) 80)	135		
TOTAL		47 145	36 265		

Source: EdD (Electricité de Djibouti)

(a) Ces unités ont dépassé le temps normal de mise hors service après 15 ans d'opération.

la centrale de Boulaos ont plus de 15 ans. La performance générale de ces unités est reflétée par leur facteur de capacité donné au Tableau 2-3. L'EdD envisage, pour un certain nombre de raisons (faible performance, accroissement des coûts et entretien, ainsi que fiabilité réduite), de mettre à la retraite les unités de production G2, G3, G4 et G5, ou de les utiliser temporairement au fur et à mesure que de nouvelles unités de production sont installées et intégrées au système.

TABLEAU 2-3

Données Concernant la Centrale Opérationelle de Boulaos

(Correspond à la Figure 2-4, version Anglaise)

Unité n°	Année de Mise en Service	Age	Capacité Installeé (MW)	Heures de Fonctionnement (1/1/84) (total)	Nombre Typique d'Heures de Fonctionnement par an (moyenne)	Facteur de Capacité
G1	1976	8	5,5	46 462	6.000	0,66
G2	1971	13	4,0	57 811	4 500	0,50
G3 (a)	1969	15	4,0	66 381	4 500	0,50
G4 (a)	1967	17	4,0	66 534	4 000	0,44
G5 (a)	1965	19	3,6	64 702	3 400	0,38
G6	1964	10	4,5	45 527	4 500	0,51
G7	1980	4	5,1	18 516	5 000	0,52
G8	1982	2	5,1	12 468	8 000	0,71

Source: Rapport préparé pour l'étude menée par ISERST/VITA, mai 1984.

(a) Ces unités ont dépassé le temps normal de mise hors service après 15 ans d'opération.

Les pertes en production et en transmission, qui constituent les pertes du système, sont associées à la production d'électricité. Le Tableau 2-4 (version anglaise, Figure 2-5) donne ces pertes pour la période 1971-1982. Les pertes totales pour le système EdD ont été d'environ 18 pour cent par an pour la période 1978-1982 et d'environ 14 pour cent pour les cinq années précédentes. Ces pertes indiquent que le rendement général du système de l'EdD s'est détérioré au cours de ces dernières années.

A Djibouti, il y a un certain nombre de génératrices privés; ceux-ci sont cependant réservés pour être surtout utilisés en cas d'urgence. Actuellement, la capacité installée de tous les groupes électrogènes privés est estimée à environ 3,5 MW. La

capacité de production privée disponible est d'environ 1,2 MW. Le Tableau 2-5 (version anglaise, Figure 2-6) donne une liste partielle de tous les clients pouvant assurer une production privée de l'électricité. Mais, le Génie Rural a la responsabilité du fonctionnement de beaucoup de petites génératrices destinées à l'alimentation en eau des villages, et qui ne figurent pas dans le Tableau 2-5.

ENERGIE GEOTHERMIQUE

Les ressources géothermiques constituent une importante source d'énergie renouvelable pour Djibouti, ce pays étant situé sur la zone de fracture Mer Rouge/Afrique de l'Est. La géologie de la région est caractérisée par des sources thermales, des fumeroles et du volcanisme, qui indiquent tous une température sous-terraine élevée. La circulation de l'eau du sous-sol dans les zones de haute température des roches fracturées entraine l'accumulation de vapeur et de fluides chauds à haute pression. Le gouvernement a entrepris un programme de forages exploratoires qui est actuellement en cours dans le pays (financé par un groupe de prêteurs à la tête desquels se trouve la Banque mondiale) en vue de déterminer s'il est possible d'exploiter ces ressources géothermiques de façon économiquement rentable. Des explorations effectuées précédemment par la France avant l'indépendance, et par l'Italie depuis, ont amené le gouvernement à estimer qu'il pourrait à l'avenir développer des puits sur une base commerciale. Les premiers essais effectués dans la région du Lac Assal ont indiqué que de telles ressources sont disponibles en quantités appréciables; la région du Lac Assal a, malheureusement, un taux de salinité élevé. Les forages d'essai ont donc été transférés dans la région de Hanle-Gagade, où l'on espère découvrir des fluides moins salins.

Lorsqu'un champ exploitable aura été accepté, il sera alors possible d'entreprendre la production commerciale d'électricité. L'ISERST est l'entité gouvernementale chargée de tous les aspects de l'exploration et du développement de l'énergie géothermique dans le pays. Lorsque la production d'électricité débutera, l'ISERST passera le contrôle du projet géothermique à l'EdD.

BIOMASSE

Le bois et le charbon de bois sont deux combustibles très utilises dans toute la république de Djibouti. Le bois sert à la cuisson des aliments par les populations nomades et dans la plus grande partie des régions rurales. A Djibouti-Ville, il est utilisé surtout pour la cuisson lors de cérémonies (voir la Section suivante, "Utilisation Finale, Cuisson des Aliments") et par certains restaurants spécialisés en "moukbaza" (pain traditionnel) et viandes cuites au feu de bois. Le charbon de bois (qui n'est pas utilisé directement pour la cuisine quotidienne) sert essentiellement de base lorsque l'on brûle de l'encens.

TABLEAU 2-4

Historique de la Production, et Transmission d'Energie, et des Données sur les Pertes du Système (1971-198[illegible])

(Correspond à la Figure 2-5, Version Anglaise)

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Production Energétique Brute (GWh)	43,204	48,463	56,342	61,584	72,983	82,030	89,070	92,800	102,500	113,658	119,505	126,563
Perte par Centrale (pourcentage)	3,54	3,65	3,75	3,47	3,21	5,64	7,24	6,84	7,26	7,78	7,19	9,10
Transmission Energétique Nette (GWh)	41,676	46,694	54,229	59,450	70,641	77,400	82,620	86,450	95,060	104,810	110,913	115,049
Pertes en Transmission et Distribution (pourcentage)	11,6	9,7	12,0	11,6	9,2	10,73	10,68	12,15	6,6	12,46	12,63	11,6
Ventes Totales (GWh)	36,840	42,155	47,712	52,563	69,162	69,092	73,793	75,938	88,786	91,744	96,897	101,60
Pertes Totales du Système (GWh)	6,364	6,308	8,63	9,021	8,821	12,938	15,277	16,862	13,714	21,914	22,608	24,96
Perte en tant que Pourcentage de la Production Brute	19,5	13,0	15,3	14,6	12,0	16,0	17,1	18,1	17,0	17,2	19,0	19,7

Source: Rapport EdD, mai 1984.

TABLEAU 2-5

Génératrices Privées pour la Production Electrique

(Correspond à la Figure 2-6, Version Anglaise)

Propriétaire	Capacité Installée (kW)	Capacité Disponible (kW)
Branché sur le Réseau EdD:		
Base Aérienne Française	1 000	1 000
Coubeche (Usine Coca-Cola)	650	500
C.T.A. Centre de Transmission de L'Armée	180	160
C.T.I.M. Centre de Transmission	300	240
R.G.R. Police	120 + 100	---
SOFREAVIA	200	70
S.T.I.D. Transmission Aéroport	160	70
Etat Major Armée Française	160	140
B.C.I. Banque pour le Commerce et l'Industrie	90	70
Pierront (supermarché)	300	130
Prisunic (supermarché)	80	70
Arta Résidence du Président	90	---
Radio Djibouti		---
Dorale	300 kVA	
Dorale	75 kVA	
Arta	30 kVA	
Djibouti	25 kVA	
Résidence du Premier Ministre	90	---
Présidence	132 kVA	128 kVA
Ambassade Américaine	2 x 50	
Hors Réseau:		
PK 20 (Projet Agricole)	Néant	---
Mouloud (Génie Rural)	Néant	---
Hol Hol (Génie Rural)	Néant	---
Nombreux Petits Villages (Génie Rural)	Néant	---

Source: EdD.

Le bois et le charbon de bois proviennent des zones rurales et forestières de Djibouti, surtout du nord et de l'ouest du pays, et sont importés, dans certaines limites, de Somalie. Les principaux points de transit du bois et du charbon de bois local destinés à Djibouti-Ville sont Obock, Tadjourah et Sagallou, et le transport se fait par bateau; une bonne partie de ces combustibles arrive aussi de Somalie par la route.

La baisse des sources locales de ravitaillement en bois constitue un problème grave pour Djibouti. Bien qu'il y ait une certaine controverse quant aux causes de la désertification des zones boisées -- certains affirment que c'est une conséquence évidente du surpâturage par les troupeaux des nomades, alors que d'autres soutiennent que c'est le résultat temporaire de plusieurs années de faible pluviométrie -- il semble bien établi que ces zones boisées diminuent rapidement. Par exemple, selon certains, la forêt de Day ne couvre actuellement que 1 500 hectares alors qu'elle en couvrait le double il y a cinq ans. Les spécialistes en sylviculture affirment que ces zones forestières ont maintenant été réduites en deçà du minimum nécessaire à la production d'un micro climat permettant la stabilisation de la zone forestière. Ils estiment que si des mesures radicales ne sont pas prises dans les prochaines années, la désertification de Djibouti, dont les zones boisées sont déjà rares, sera irréversible (2).

Les prix du bois et du charbon de bois correspondent à la disponibilité variable de ces combustibles dans le pays, ainsi qu'aux changements intervenant dans la demande au cours de l'année. Ils reflètent aussi la raréfaction de ces ressources aux cours des ans. Des exemples de prix, mentionnés au Tableau 2-6 (version anglaise, Figure 2-7), appuient cette conclusion.

Apport en bois dans la production de charbon de bois

A Djibouti, le charbon de bois est produit à partir de feux en plein air. Nous estimons cependant qu'une certaine partie du charbon de bois consommé à Djibouti est importée de Somalie où il est produit dans des fours en terre. Le rendement de la conversion dans un four en terre est d'environ 25 pour cent (3). Comme les méthodes locales peuvent être moins efficaces, nous estimons que le rendement de la conversion est en général de 20 pour cent pour le charbon de bois consommé à Djibouti.

Le contenu énergétique d'une tonne (T) de charbon de bois est de 28,87 Gigajoules (GJ), soit 0,66 TEP, et une tonne de bois contient 16 GJ, soit 0,37 TEP (4). Pour produire une tonne de charbon de bois, il faut 144 GJ, soit 9 tonnes de bois. C'est ainsi que pour la production des 2 137 tonnes de charbon de bois qui, selon nos estimations, ont été consommées à Djibouti en 1984, il aura fallu brûler 19 233 tonnes de bois.

---

(2) Communication personnelle, biologiste ISERST.

TABLEAU 2-6

Combustibles Biomasse: Prix Typiques (a)
(Correspond à la Figure 2-7, Version Anglaise)

1 sac de charbon de bois: environ 20 kg

Djibouti-Ville	2 500 - 3 000
Balbala	2 000 - 2 500
Ali-Sabieh	2 000 (2 500 en hiver)
Dikhil	1 500 - 2 000
Obock	1 000 - 1 500
Tadjourah	1 000

Prix Moyen = 2 000 FD/sac = 100 FD/kg = 151 500 FD/TEP

1 mesure de bois: 7 branches de la longueur d'un bras, environ 4 - 5 kg (FD)

Djibouti-Ville	350 - 500
Balbala (b)	100 - 150
Ali-Sabieh	100 - 150
Dikhil	100
Obock	100
Tadjourah (c)	100

Prix Moyen = 125 FD/mesure = 28 FD/kg = 75 656 FD/TEP

N.B.: 177 FD = $ 1,00 US.

(a) Données rassemblées an cours de l'enquête sur les foyers entreprise en mai 1984.

(b) Une certaine quantité de bois provenant de la région de Balbala est vendue à Balbala; ce qui peut expliquer le prix inférieur à celui pratiqué à Djibouti-Ville.

(c) Nous avons estimé que le prix d'une mesure de bois à Tadjourah était de 40 FD il y a dix ans et 80 FD il y a deux ans.

Comme cela est malheureusement le cas dans la majorité des pays en développement, les données concernant l'approvisionnement général en bois et en charbon de bois, à la fois ressources utilisées dans le pays et celles qui sont disponibles dans le pays, ne sont pas disponible pour Djibouti. Ce manque de données est en soi un élément important à considérer pour la mise au point dans le de futur de toute politique énergétique du pays. Pour cette évaluation, nous avons étés obligés de partir de l'hypothèse que les fournitures en bois et en charbon de bois à Djibouti ont été égales à l'estimation de la consommation finale pour la cuisson des aliments dans les habitations. Ces estimations pour 1984 sont résumées par le Tableau 2-7 (version anglaise, Figure 2-8).

ENERGIES EOLIENNE ET SOLAIRE

A Djibouti comme ailleurs, il existe une longue tradition de l'utilisation des énergies éolienne et solaire. Les bateaux à voile assurent le transport et les échanges commerciaux le long de la Mer Rouge, dans le Golfe d'Aden et dans l'Océan Indien depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours. L'utilisation du soleil pour le séchage des récoltes de denrées alimentaires afin d'en faciliter le stockage et le transport constitue aussi un phénomène qui n'est pas nouveau. Par contre, l'utilisation d'une technologie moderne, destinée à maîtriser ces sources énergétiques, est un phénomène relativement récent et n'a été utilisée que de façon limitée dans le pays.

Les régimes éoliens et solaires de Djibouti ont été étudiés dans le cadre du projet ISERST/VITA financé par l'AID. Les ressources solaires sont considérables. Les valeurs d'ensoleillement sont nettement supérieures aux moyennes mondiales et ne sont pas sujettes aux changements saisoniers importants généralement associés à la saison des pluies. Les ressources éoliennes, bien que n'étant pas uniformément bonnes par rapport à un certain nombre d'autres sites dans le monde, vont d'un niveau pouvant être considéré comme adéquat à un niveau plus qu'adéquat, et peuvent même être considérées comme assez bonnes en certains endroits. Une discussion plus détaillée de ces ressources énergétiques renouvelables et de leur potentiel d'exploitation dans le contexte de Djibouti figure dans les Annexes F, G et H, et la Section 5.

---

(3) Doernberg, Shaikh et Hayes, "Energy Supply Demand Balance for Somalia" (Rapport de la Banque Mondiale, projet), octobre 1982.

(4) La faible humidité du bois justifie la haute valeur calorifique. Doernberg, Shaikh et Hayes, octobre 1982.

TABLEAU 2-7

Utilisation de Combustibles de Biomasse: Estimations pour 1984

(Correspond à la Figure 2-8, Version Anglaise)

	Tonnes	TEP
Total Bois	25 811	9 550
Total Charbon de Bois	2 137	1 410
Equivalent Bois du Charbon de Bois	19 233	7 050
Consommation Tot le de Bois	45 044	16 600

Source: Tableau 2-11. Utilisation Résidentielle de Combustibles: Utilisation prévue pour 1984.

L'expérience collective de Djibouti avec les technologies modernes concernant les énergies éolienne et solaire sont peut-être limitées, mais celles-ci ont été utilisées récemment. Au cours des 20 dernières années, l'énergie éolienne a été utilisée pour le pompage d'eau et ces dernières années des procédés thermiques et photovoltaïques à petite échelle ont fait leur apparition dans le pays. Une vue générale de ces installations figure dans Annexe H.

CHAPITRE III. UTILISATION FINALE

CUISSON DES ALIMENTS A DOMICILE

Une enquête a été entreprise dans le cadre de la Phase II de cette evaluation énergétique afin d'évaluer l'utilisation de l'énergie dans les domiciles et d'examiner les attitudes envers l'énergie et la conservation de l'énergie. (Les détails du déroulement de cette enquête figurent dans Annexe K.)

Les résultats de l'enquête indiquent clairement que le bois n'est utilisé pour la cuisson des aliments que dans certaines régions limitées du pays, où il est relativement facile à obtenir et où son prix est compétitif par rapport à celui du kérosène. Le bois est aussi le combustible utilisé par les populations vivant essentiellement en dehors du circuit économique utilisant des espèces. Ces centres de population sont Tadjourah (où peut-être 80 pour cent des familles se servent du bois), Randa (50 à 75 pour cent des familles) et Obock (environ 25 pour cent). On peut aussi estimer que la presque totalité de la population nomade et une vaste majorité de la population rurale se situant en dehors des centres urbains se servent du bois pour la cuisson des aliments. Aucune famille ayant fait l'objet d'une enquête à Djibouti-Ville n'utilisait de bois pour la cuisson des aliments et tout laisse à penser que le bois n'est pas très utilisé à Dikhil, Ali-Sabieh ou Balbala. Le kérosène est le combustible dominant dans ces régions.

Dans n'importe quelle région, nous avons constaté que le choix du combustible est étroitement lié à son prix. Il ne semble pas qu'il y ait eu d'autre facteur de motivation important dans le choix d'un combustible au lieu d'un autre. Tout semble indiquer que dans les cas où les prix n'entraient pas en ligne de compte, le choix s'est porté sur la rapidité de la cuisson avec le GPL. Il faut cependant reconnaître que la dépense requise pour l'achat de la cuisinière proprement dite est un facteur important dans le choix du combustible à acheter par une famille; la cuisson au bois n'impose aucune dépense pour l'âtre alors qu'une cuisinière au kérosène peut coûter environ 2 000 FD (11 dollars US) et une cuisinière au butane près de 50 000 FD (282 dollars US).

Une estimation approximative de l'utilisation mensuelle en combustible pour la cuisson des aliments a été préparée à partir des résultats de l'enquête. Les familles qui se servent du bois pour la cuisine consomment une à deux mesures par jour; chaque mesure pèse près de quatre à cinq kilogrammes (kg). La consommation mensuelle est donc d'environ 200 kg de bois pour chaque famille utilisant ce combustible. Les familles utilisant le kérosène en consomment approximativement un litre par jour, soit environ 35 litres par mois. Les familles faisant la cuisine au butane utilisent en moyenne entre 1 et 2 bouteilles de 12,5 kilogrammes par mois; nous estimons que la consommation mensuelle moyenne est de 15 kilogrammes.

Au cours des paragraphes précédents, nous avons discuté de l'utilisation des combustibles pour la cuisson quotidienne des aliments; cependant, il nous faut aussi envisager l'utilisation de ces combustibles dans le cadre de cérémonies et autres occasions spéciales. Dans ce cas, il est difficile d'établir des estimations qui se tiennent. La plupart des familles interrogées dans le cadre de l'enquête ont déclaré que quel que soit le combustible utilisé ordinairement pour faire la cuisine, dans le cas des célébrations (mariages, circoncision, souvenir, etc.) et des festins qui y sont associés, c'est le bois qui constitue le combustible le plus approprié car seul celui-ci fournit une flamme suffisamment importante pour chauffer les grands récipients nécessaires pour de telles cérémonies. Selon les réponses données, il faut environ 7 mesures de bois (soit environ 35 kg) pour une cérémonie moyenne avec une cinquantaine de participants. Il est difficile d'établir la fréquence de telles cérémonies et de l'importance du nombre des participants. (Si l'on se base sur les données rassemblées, il semble qu'il y ait une cérémonie de ce genre par an en moyenne, mais il ne s'agit là que d'une estimation). Quoi qu'il en soit, nous pouvons dire qu'il existe une certaine demande de bois de feu pour cet usage.

Bien qu'aucune des familles ayant fait l'objet de cette enquête n'ait utilisé le charbon de bois comme source énergétique principale pour la cuisson des aliments, celui-ci est aussi employé par la plupart de ces familles. L'usage le plus courant du charbon de bois est en tant que base destinée à faire brûler de l'encens. Parmi les utilisations secondaires on peut citer le contrôle des moustiques, le chauffage de certains liquides tels que le café et, durant les mois les plus frais, pour le chauffage des maisons. Les petites quantités de charbon de bois utilisées quotidiennement augmentent donc durant les mois les plus frais. A partir des observations faites durant l'enquête, nous estimons la consommation de charbon de bois par famille à une moyenne de 5 à 10 kg par mois. L'utilisation annuelle par famille (pour celles qui se servent d'un combustible donné) est résumée dans le Tableau 2-8 (version anglaise, Figure 2-9).

Afin d'estimer la consommation de combustible, il a été nécessaire de diviser la population par régions, par zones rurales et urbaines et par éléments socio-économiques pour Djibouti-Ville. A partir des données de populations tirées du Rapport sur le Développement Urbain de la Banque mondiale (5) et du Rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé sur les Approvisionnements en Eau (6), il a été possible d'en déterminer la distribution dans le

---

(5) Banque Mondiale, "Projet de Développement Urbain à Djibouti", juin 1982.

(6) "Rapport sur le Ravitaillement en Eau", cité par P. Rakotobarison, "Politique Energétique Nationale", (Rapport du Programme des Nations Unies pour le Développement), 1982.

TABLEAU 2-8

Consommation Annuelle de Carburant par Foyer

(Correspond à la Figure 2-9, Version Anglaise)

Type de Combustible	Estimation Annuelle par Foyer	TEP
Bois de Feu (cérémonies seulement)	35 kg	0,0129
Bois de Feu (cuisine et cérémonies)	2 435 kg	0,9009
Kérosène	420 litres	0,3444
GPL	180 kg	0,2133
Charbon de Bois	80 kg	0,0528

Source: Données provenant de l'enquête auprès de divers foyers (d'ISERST/VITA), mai 1984.

pays et à Djibouti-Ville. Le Tableau 2-9 (version anglaise, Figure 2-10) indique la répartition régionale de la population. Elle est basée sur des données contenues dans les deux rapports sus-mentionnés, et part de l'hypothèse que 60 pour cent de la population du pays vit à Djibouti-Ville et sur une population globale de 330 000 personnes, moins 10 000 réfugiés de Dikhil et 10 000 d'Ali-Sabieh. Nous supposons que ces réfugiés ont été rapatriés en Ethiopie.

Nous fondant sur les résultats de notre enquête, nous estimons que chaque famille compte une moyenne de 8,8 personnes. A partir de ce chiffre, nous avons converti le total de la population en nombre de familles. A partir des résultats de notre enquête, nous avons établi une estimation du pourcentage des familles qui, dans chaque zone géographique, utilise certains combustibles donnés.

L'utilisation annuelle a ensuite été calculée en multipliant l'utilisation annuelle moyenne par famille par le total du nombre de familles utilisant chaque combustible. L'utilisation prévue en combustibles pour la cuisson des aliments en 1984 figure au Tableau 2-10 (version anglaise, Figure 2-11).

Si nous prenons le total de la consommation de bois de feu par famille (utilisant le bois de feu), estimé à 2 400 kg, et nous divisons ce chiffre par le nombre moyen de personnes par famille,

TABLEAU 2-9

Estimations de la Population: 1984

(Correspond à la Figure 2-10, Version Anglaise)

	Population Totale	Nombre de Foyers
Djibouti-Ville (total)	(197 300)	(22 420)
Quartiers 1-7	128 000	14 545
Enguela/Arhiba	27 700	3 148
Plateau	19 800	2 250
Balbala	21 800	2 477
Arta	1 700	193
Population Rurale et Nomade (District de Djibouti)	11 600	1 318
Cercles:		
Ali Sabieh		
Population Citadine	12 100	1 375
Population Rurale et Nomade	7 900	898
Dikhil		
Population Citadine	8 200	932
Population Rurale et Nomade	16 800	1 909
Obock		
Population Citadine	9 900	1 125
Population Rurale et Nomade	5 900	671
Tadjourah		
Population Citadine	15 800	1 795
Population Rurale et Nomade	22 100	2 511
TOTAL:	309 300	35 148

Sources: Banque Mondiale, "Projet de Développement Urbain à Djibouti," juin 1982 (données pour le District de Djibouti); Rapport sur l'Approvisionnements en Eau," Organisation Mondiale de la Santé, cité par P. Rakotobarison, "Politique Energetique Nationale" (Rapport de Programme des Nations Unies pour le Développement), 1982 (données pour Cercles)

TABLEAU 2-10

Utilisation Résidentielle de Combustible: Utilisation prevue pour 1984

(Correspond à la Figure 2-11, Version Anglaise)

Lieu	Nombre de Familles	Pourcentage de Familles préparant les repas grâce à l'emploi de:				Consommation Totale de Combustible			
		Bois	Kérosène	Butagaz	Charbon de Bois	Bois (10^3kg)	Kérosène (10^3 litres)	Butagaz (10^3kg)	Charbon de Bois 10^3kg
Djibouti-Ville:	(22 420)								
Quartiers 1-7, Enguela et Arhiba	17 693	0	85	15	100	619	7 059	159,2	1 415
Plateau	2 250	0	50	50	50	79	567	162,0	90
Balbala	2 477	15	85	0	100	1 276	832	0	198
Cercles	5 421	35	65	0	100	6 044	1 252	0	434
Rural et Nomade	7 307	100	0	0	0	17 793	0	0	0
TOTAL	35 148	—	—	—	—	25 811	9 710	321,2	2 137

Notes:

Emploi Global = (nombre de Familles) [(Pourcentage de Familles Utilisant le Bois) (Emploi Annuel Moyen de Combustible/Famille + 35)]

Emploi Total = (nombre de Familles) [(Pourcentage de Familles Utilisant ce Combustible) (Emploi Annuel Moyen de Combustible/Famille pour ce Combustible)]

Emploi Annuel Moyen de Combustible/Famille pour le:

Bois = 2400 kg
Kérosène = 420 litres
Butagaz = 180 kg
Charbon de Bois = 90 kg

TABLEAU 2-11

Consommation de Bois de Feu par Habitant

(Correspond à la Figure 2-12, Version Anglaise)

Région	Consommation de Bois de Feu (Tonnes/habitant/An)		
	Quantité	Moyenne	Echantillonage
Somalie (a)			
Sud	0,4-0,6	0,5)	Enquête Locale
Agriculteurs	1,12 (b)	1,12)	
Refugiés	1,12 (b)	1,12)	Moyenne
Nomades	0,35	0,35)	Nationale
Togo (c)			
1970	0,46	0,46)	Moyenne
1980	0,34	0,34)	Nationale
Inde du Nord (d)			
Zones Désertiques	0,1-0,27	)	
Collines Elevées	0,36-0,64	0,37)	Enquêtes Locales
Plaines	0,29-0,52	)	
Inde (e)			
Quatre Villages	0,18-1,0	0,42	36 Foyers

(a) A. Doernberg, A. Shaikh et P. Hayes, "Approvisionnements et Balances de la Demande en Energie pour la Somalie" (Rapport de la Banque Mondiale, octobre 1982).

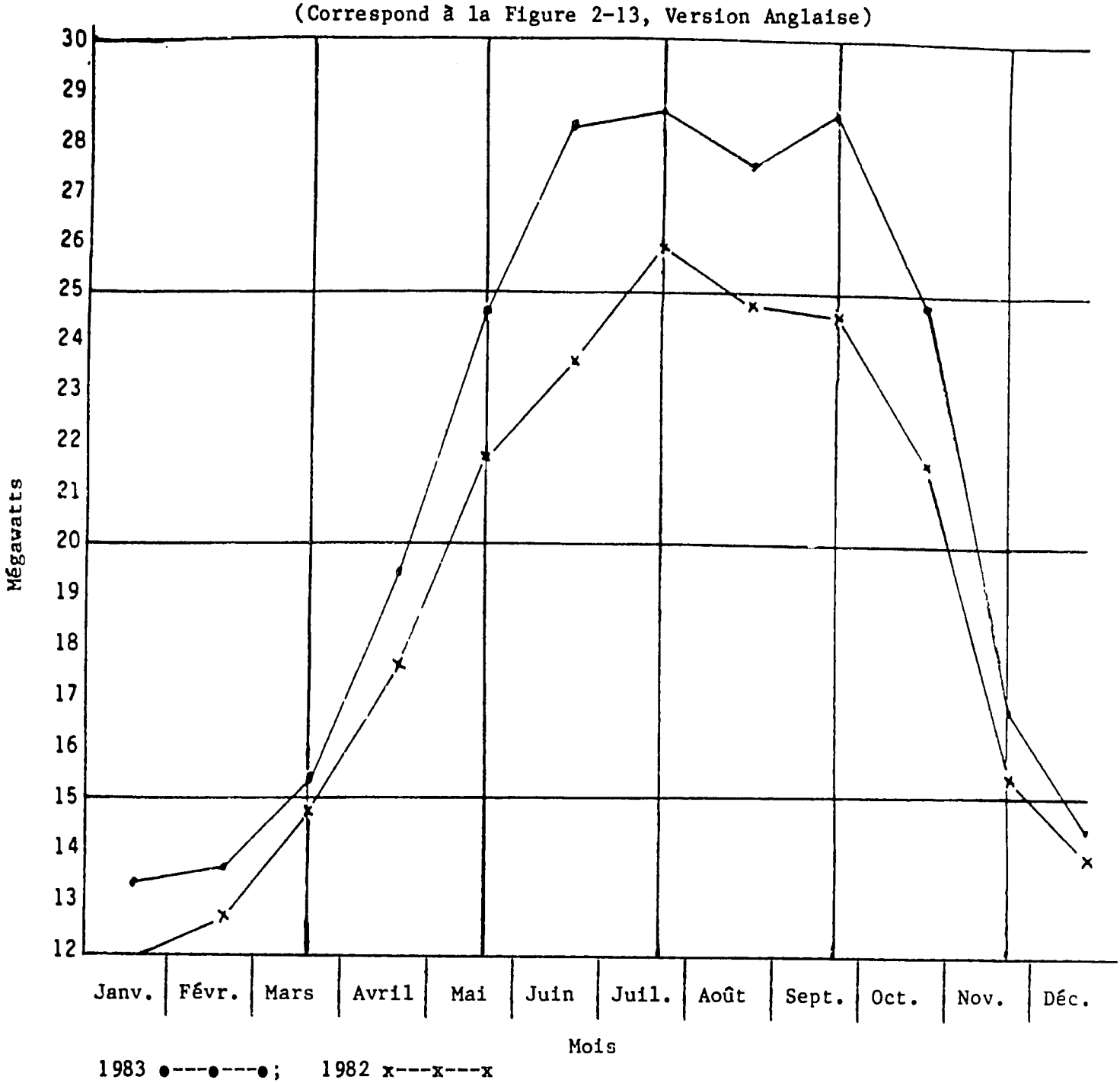
(b) Ces chiffres sont probablement élevés en raison du chauffage au bois de feu.

(c) F. Gnininvi, "Rapport National de Togo." Compte-Rendu sur la Conférence des Nations Unies sur les Sources d'Energie Nouvelles et Renouvelables (Nairobi, Kenya: Août 1981).

(d) "Rapport du Conseil National de la Recherche Appliquée sur la Consommation Energétique dans l'Inde du Nord".

(e) K. Smith, A. Aggarwal, et R. Dave, "Pollution de l'Air et Combustibles de Biomasse Rurale dans les Pays en Développement: Etude d'un Village-Pilote en Inde et ses Conséquences pour la Recherche et la Politique énergétique," Environnement Atmosphérique (février 1983).

(Correspond à la Figure 2-13, Version Anglaise)



1983 •---•---•; 1982 x---x---x

Figure 2-2. Demande de Pointe: Valeurs Mensuelles (1982 et 1983)

Source: EdD.

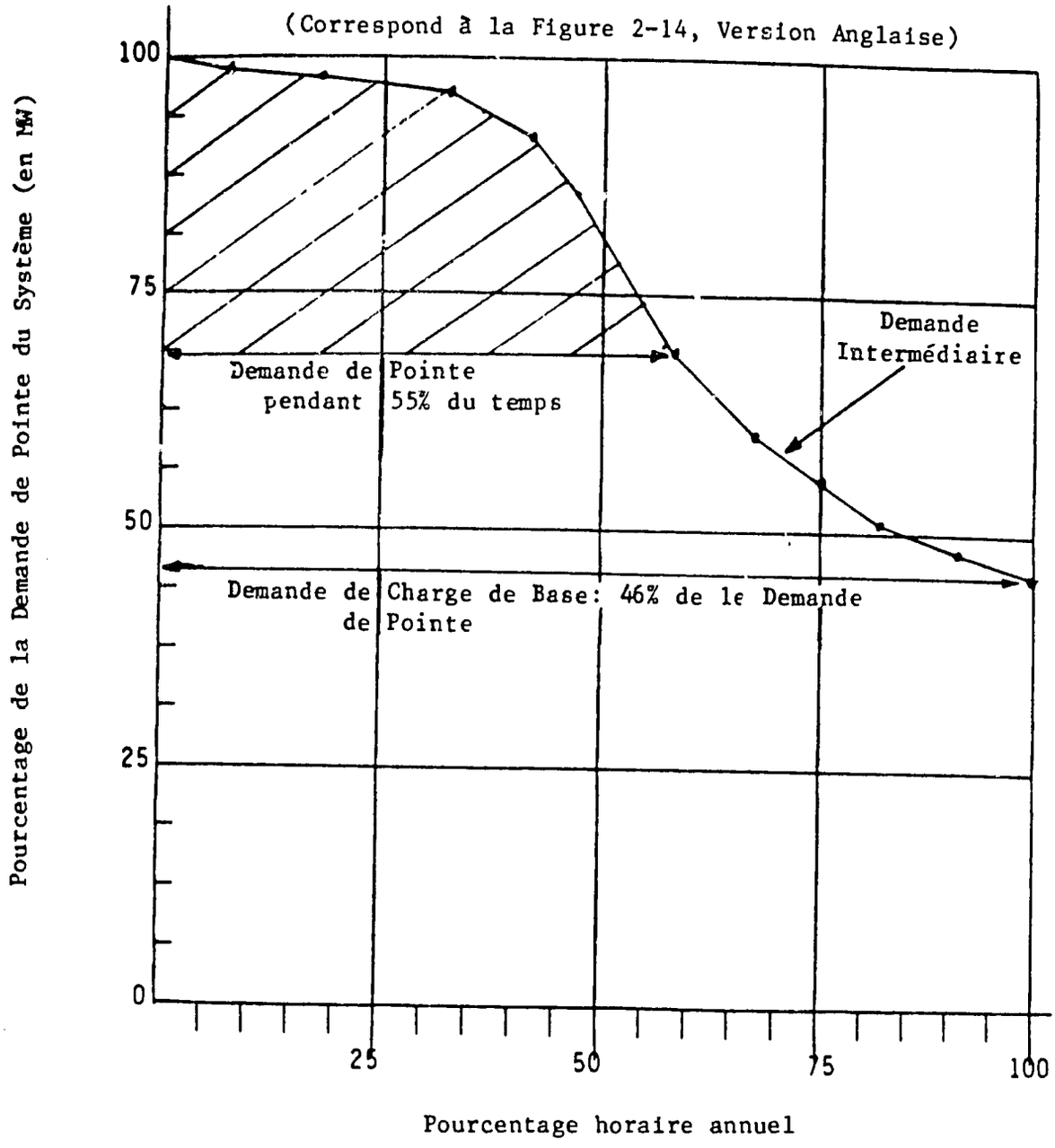


FIGURE 2-3. Durée de Charge pour la demande en Electricité en 1983

Source: EdD.

soit 8,8, il en résulte une consommation moyenne par habitant de 273 kg, soit 0,273 T par an. Ces chiffres sont en accord avec la consommation de bois de feu par habitant dans les autres pays en développement, chiffres qui sont donnés pour comparaison au Tableau 2-11 (version anglaise, Figure 2-12).

ELECTRICITE

Pour le système de Djibouti-Ville, la demande suit définitivement une courbe saisonnière comme on peut le voir sur la Figure 2-2 (version anglaise, Figure 2-13). Comme une large part de l'utilisation finale de l'électricité revient à la climatisation, la demande atteint son niveau maximum durant la saison chaude (mai à septembre) avec une pointe en juillet. La Figure 2-2 illustre la demande de pointe pour chaque mois de 1982 et 1983. Les différences en demandes saisonnières, faibles en janvier et maximales en juillet, et la croissance générale de la demande de 1982 à 1983 sont toutes deux clairement apparentes. La Figure 2-3 (version anglaise, Figure 2-14) est une courbe de durée de charge (CDC) pour le profil de la demande saisonnière 1983 de la Figure 2-2. Le graphique tient compte de deux variables: le pourcentage du total d'heures par an (8 760 heures) et le pourcentage annuel de demande de pointe (28,4 MW en 1983). La courbe qui en résulte indique à la fois la demande en charge de base sous forme d'un pourcentage de la demande de pointe, ainsi que la période de demande de pointe sous forme d'un pourcentage du total des heures par an. Il est intéressant de noter que pendant au moins 30 pour cent du temps, soit 2 628 heures durant les mois d'été, la demande de pointe reste dans les limites de 98 pour cent de la demande de pointe annuelle.

Une répartition de l'utilisation de l'électricité par secteurs pour la période 1976-1981, fournie par l'EdD, est donnée en Tableau 2-12 (version anglaise, Figure 2-15). Il faut noter que leur catégorie "Eclairage Gouvernement et Rues" porte surtout sur l'électricité utilisée dans les bureaux du gouvernement et que la catégorie "Autres Consommateurs Importants" comprend l'armée française. Lorsqu'on prend ces faits en compte, il devient évident que le secteur du bâtiment est le principal consommateur d'électricité à Djibouti. Cette consommation a surtout lieu dans les bâtiments de résidence et figure dans les statistiques de l'EdD sous le titre Tarifs II. L'EdD ajoute chaque année un grand nombre de clients au réseau, la plupart d'entre eux étant dans cette catégorie tarifaire.

Une grande partie de la population de Djibouti n'est toujours pas désservie par le réseau électrique. Bon nombre de ces familles n'ont tout simplement pas les moyens financiers pour payer ce service; d'autres constituent une demande qui attend d'être satisfaite. La croissance de la consommation en électricité à usage domestique a fortement contribué au taux de croissance général de la demande en électricité.

TABLEAU 2-12

Répartition de la Consommation Electrique (GWh) pour la Période 1978-1981

(Correspond à la Figure 2-15, Version Anglaise)

Année	Résidentielle	Commerciale	Industrielle	Eclairage Public	Autres Clients Importants dont l'Armée Française	Total (GWh)
1978	25,003	3,949	3,754	13,252	29,982	75,940
1979	29,828	4,207	4,479	15,812	34,464	88,790
1980	31,648	5,155	4,856	16,037	34,042	91,738
1981	33,594	6,425	5,299	16,581	34,834	96,733

Source: Rapport EdD, mai 1984.

Dans le cadre de la classe tarifaire pour les résidences, les consommateurs sont répartis en fonction du niveau de puissance pour lequel ils ont souscrit. Cette répartition est donnée par le Tableau 2-13 (version anglaise, Figure 2-16). Selon ces statistiques, les abonnés pour 9 kVA ou moins constituent près de 98 pour cent de tous les clients de la classe tarifaire et ils consomment plus de 87 pour cent de la totalité des kWh utilisés par cette catégorie. Le Tableau 2-14 (version anglaise, Figure 2-17) illustre la progression normale de la consommation d'électricité à usage domestique avec augmentation de la demande. Les abonnés se trouvant dans la catégorie de moins d'un kVA ne possèdent probablement pas autre chose qu'une ou deux ampoules électriques et peut-être un ventilateur. Lorsque le revenu augmente, la demande en électricité en fait autant. L'abonné achète un réfrigérateur et ensuite un climatiseur. Eclairage, réfrigération domestique et climatisation constituent l'utilisation finale principale de l'électricité à usage domestique.

Consommation Electrique dans les Bâtiments Commerciaux et Gouvernementaux

Nous définissons le secteur des bâtiments commerciaux comme étant celui des bâtiments qui ne sont pas utilisés en tant que domiciles, c'est-à-dire tous les magasins, les hôtels, les restaurants

TABLEAU 2-13

Utilisation Résidentielle de l'Electricité (Tarif II)

(Correspond à la Figure 2-16, Version Anglaise)

Nombre de kVA par Abonnement	Nombre d'Abonnés	Consommation en kWh	Consommation moyenne par Abonné (en kWh)
1	8 798	4 237 645	482
3	1 539	1 499 630	974
6	1 377	1 738 609	1 263
9	1 133	1 682 690	1 485
Total Partiel (de 1 à 9)	12 847	9 158 574	---
12	155	367 961	2 374
15	52	136 001	2 615
18	198	726 148	3 667
21	0	0	0
24	4	21 609	5 402
27	0	0	0
30	2	9 215	4 608
33	0	0	0
36	10	89 013	8 901
Total Partiel (de 12 à 36)	421	1 349 947	---
TOTAL	13 268	10 508 521	

Source: Réduire la Consommation d'Energie dans les Bâtiments: Les Possibilités de Conservation á Djibouti, S. Jarmul, (Arlington, Virginie: VITA), juillet 1984.

N.B.: Les chiffres sur la consommation représentent une période de facturation (deux mois) au cours de l'été.

TABLEAU 2-14

Utilisation Résidentielle de l'électricité

(Correspond à la Figure 2-17, Version Anglaise)

Nombre de kVA disponibles	Type d'Utilisation
Moins de 1(a)	Eclairage
1	Eclairage
1	Eclairage et ventilateur de plafond
2	Eclairage, ventilateur de plafond et réfrigérateur
Plus de 2	Eclairage, ventilateur de plafond, réfrigérateur, et climatiseur

Source: Rapport de Jarmul.

(a) Bien que le branchement minimum soit de 1 kVA, souvent plusieurs utilisateurs se le partagent.

et les bureaux, y compris ceux du gouvernement. Ces bâtiments commerciaux, avec les bâtiments résidentiels, sont les plus gros consommateurs d'électricité du pays.

La demande en électricité dans les bâtiments commerciaux est essentiellement destinée à deux usages: éclairage et climatisation. Outre l'importance et l'amplitude de ces demandes, le fait que l'utilisation est concentrée durant les heures normales de travail ne fait qu'accentuer l'impact qu'ont les bâtiments commerciaux sur les besoins globaux en capacité de production électrique.

Le Tableau 2-15 (version anglaise, Figure 2-18) donne la répartition de l'utilisation de l'électricité pour 1982 qui indique plus nettement la domination du secteur des bâtiments dans les tendances générales de la demande en électricité aux fins de consommation finale.

TABLEAU 2-15

Répartition de la Consommation Electrique en 1982 pour le Marché Intérieur de l'EdD

(Correspond à la Figure 2-18, Version Anglaise)

Répartition du Marché Intérieur de Djibouti	Electricité Distribuée (MWh)	Consommation Intérieure à Djibouti (%)
Secteur du Bâtiment [a]	(82 000)	(80,5)
Climatisation	53 300	52,3
Réfrigération	12 300	12,1
Eclairage	12 300	12,1
Autres Appareils	4 100	4,0
Industrie	(3 500)	(3,5)
Coubeche	1 700	1,7
Compagnies Pétrolières	600	0,6
Port de Djibouti	700	0,7
Eau de Tadjourah	200	0,2
Autres Industries	300	0,3
Eclairage Public	2 100	2,0
Pompage de l'Eau	3 400	3,2
Armée Française	11 000	10,8
TOTAL	102 000	100,0

Source: Données EdD.

(a) Comprend les immeubles résidentiels, commerciaux et administratifs.

INDUSTRIE

Le secteur industriel de Djibouti est extrêmement réduit, reflétant le fait que l'économie est très orientée vers le domaine des services. L'industrie de Djibouti consiste essentiellement en une grande usine de mise en bouteilles de Coca Cola et une usine de fabrication de blocs de glace à Djibouti-Ville, une usine de mise en bouteilles d'eau de source à Tadjourah et de petites industries artisanales telles que les boulangeries. Nous pouvons en outre y inclure la consommation interne des compagnies pétrolières et du port de Djibouti ainsi que les activités de l'industrie du bâtiment.

TABLEAU 2-16

Consommation de Diesel par l'Industrie (Mètres Cubes)

(Correspond à la Figure 2-19, Version Anglaise)

Types d'Industrie	1982	1983
Usine Coca-Cola	800	800
Boulangeries	350	350
Construction	300	300
Divers	200	250
TOTAL	1 650 M^3 (59,2 TJ) (1 353 TEP)	1 700 M^3 (60,9 TJ) (1 394 TEP)

Source: Chiffres fournis par la Compagnie Pétrolière.

La nature même de ces industries entraine une consommation d'énergie surtout électrique, en particulier pour les usines de mise en bouteilles et le port. L'industrie du bâtiment et les boulangeries se servent de mazout; et tous utilisent aussi des lubrifiants.

L'EdD estime que les clients industriels représentent environ 4 à 6 pour cent des ventes totales d'électricité. Les estimations de consommation de mazout par l'industrie en 1982 et 1983 sont données par le Tableau 2-16 (version anglaise, Figure 2-19).

TRANSPORTS

L'analyse du secteur général des transports à Djibouti révèle une domination de la nature internationale du mouvement des biens et personnes, une activité a laquelle Djibouti doit une bonne partie de sa raison d'être. Le port, la ligne de chemin de fer vers l'Ethiopie, et l'aéroport international sont les pierres angulaires de ce secteur d'activité. Nous les examinerons les uns après les autres avant d'aborder la nature plus locale du réseau routier.

Activités Portuaires

La croissance du port de Djibouti est due à deux facteurs principaux: le transit de produits en provenance de et allant vers l'Ethiopie, et le ravitaillement des navires empruntant la voie maritime Canal de Suez - Mer Rouge - Océan Indien. Les importations et les exportations éthiopiennes sont transportées par le chemin de fer allant de Djibouti à Addis Abéba via Dire Dawa. Malheureusement pour Djibouti, ces deux activités importantes dans le domaine des transports ont connu des revers au cours de la dernière décennie. La fermeture du Canal de Suez (de même que l'utilisation croissante des super-tankers) a réduit le traffic dans la Mer Rouge et par voie de conséquence le nombre des navires venant se ravitailler. Pendant ce temps, l'activité militaire dans l'Ogaden a forcé la fermeture de la ligne de chemin de fer à plusieurs reprises.

Plus récemment, une campagne active lancée par le port de Djibouti afin de regagner une part plus importante de l'activité portuaire régionale a connu un certain succès. Grâce à un effort de modernisation, un vaste entrepôt réfrigéré a été installé dans le port et la construction d'un terminal pour conteneurs est en cours. La réouverture du Canal de Suez a aussi attiré davantage de navires dans la Mer Rouge. Et il est quelque peu ironique de constater que les problèmes politiques en Ethiopie ont entrainé un accroissement des activités du port de Djibouti, l'Ethiopie se sentant obligée d'expédier les produits de sa propre raffinerie d'Assab par navires-citerne sur Djibouti et de là vers l'Ethiopie par train, car la route d'Assab est considérée comme n'étant pas sûre.

Les problèmes politiques des pays voisins ont aussi amené le port de Djibouti, en association avec l'aéroport de Djibouti, à mettre au point un pont aérien/maritime à destination des pays enclavés d'Afrique de l'Est. Chacun de ceux-ci dépend, pour ses importations et ses exportations, de longues routes terrestres passant à travers les nations voisines. De 1977 à 1979 ce pont aérien/maritime a assuré l'exportation du café provenant du Burundi et de l'Ouganda. L'accroissement du trafic est nettement visible dans les statistiques concernant le fret aérien ayant transité par l'aéroport. Des plans ont maintenant été dressés en vue d'essayer d'accroître ce type de service à destination d'autres pays; des pourparlers ont eu lieu récemment avec le gouvernement du Ruanda.

Le fret déchargé dans le port se répartit en deux grandes catégories: marchandises (denrées alimentaires, produits manufacturés, matériaux de construction, etc.) et produits pétroliers. A part une réexportation réduite à destination des deux Yemen et de la Somalie, la plus grande partie des marchandises est destinée soit à l'Ethiopie, soit à la consommation locale. D'un autre côté, les produits pétroliers se répartissent en plusieurs catégories. Une petite quantité de ces produits est réexportée vers les deux Yemen et la Somalie. Une part plus importante est expédiée via

Djibouti à destination de l'Ethiopie. La plus grande part est réexportée sous forme de ravitaillement: mazout pour navires et carburant d'aviation pour les avions. Par rapport aux chiffres de l'importation globale, ceux de la consommation locale sont minuscules.

Le fret chargé dans le port comprend les produits pétroliers de ravitaillement et de réexportation déjà mentionnés, l'eau chargée sur les navires et les catégories des marchandises qui comprend un peu de tout. La majeure partie des marchandises chargées est destinée à l'exportation vers l'Ethiopie; les principaux produits locaux destinés à l'exportation (outre l'eau chargée sur les navires) sont des animaux vivants expédiés vers les pays de la péninsule arabique.

Le Tableau 2-17 (version anglaise, Figure 2-20) indique l'activité portuaire depuis 1971. Au cours des cinq ou six dernières années, cette activité a été à peu près constante; les chiffres pour 1983 sont faussés par une réexportation particulièrement élevée de produits pétroliers. Il semble probable que l'accroissement à venir de l'activité portuaire sera graduel.

Etant donnée la nature internationale des activités maritimes, les importantes quantités de carburant de ravitaillement chargées à Djibouti ne peuvent pas toutes être considérées comme faisant partie de la consommation locale. Pour calculer la composante "domestique" des ventes de ravitaillement globales, nous avons établi la corrélation entre les réserves domestiques et le volume des importations. Ces calculs, établis pour la période allant de 1979 à 1982, figurent au Tableau 2-18 (version anglaise, Figure 2-21).

Voie Ferrée

La voie de chemin de fer relie le port et la ville de Djibouti à Dire Dawa et Addis Abéba en Ethiopie en fin de ligne. La distance totale de la voie ferrée entre Djibouti et Addis-Abéba est de 700 kilomètres (km), dont environ 110 sont situés sur territoire de la République de Djibouti. Une société binationale, le "Chemin de Fer Djibouto-Ethiopien" est propriétaire de la ligne, chaque pays ayant une part égale dans la société.

A l'heure actuelle, Dire Dawa est le noeud de deux subdivisions séparées, mais coordonnées, de cette voie. Deux trains par jour relient Djibouti à Dire Dawa et retour; de Dire Dawa à Addis-Abéba, en raison d'un volume plus important du trafic local, il y a quatre trains par jour. Le carburant nécessaire pour faire le trajet est chargé à Djibouti, Dire Dawa et Addis-Abéba. Seul le diesel est utilisé.

Lorsqu'elle fut achevée en 1917, cette ligne était une merveille de génie ferroviaire. Malheureusement, une grande partie du ballast date de l'époque de la construction et a grandement besoin d'être réparée. Les problèmes dûs à la détérioration normale sont

TABLEAU 2-17

Activité portuaire **(10^3 Tonnes)**

(Correspond à la Figure 2-20, Version Anglaise)

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Importations :													
Marchandise							247,9	269,9	249,8	281,2	307,8	298,7	287,9
Produits pétroliers							609,9	424,4	508,7	513,6	470,1	507,0	635,2
TOTAL:	895	782	759	728	732	1 067	857,8	694,3	758,5	794,8	777,9	806,0	923,1
Exportations:													
Marchandise							167,0	125,0	120,3	114,4	151,9	97,3	115,4
Ravitaillement							412,6	301,9	343,4	337,2	247,1	279,1	140,7
Réexportations de produits pétroliers							17,4	37,8	17,5	--	11,8	61,9	325,5
Eau							259,0	146,9	117,0	130,7	151,9	131,9	110,1
TOTAL:	697	693	593	581	694	1 055	856,0	611,6	598,2	582,3	562,7	570,0	691,7
Total de trafic pour les importations et les exportations	1 592	1 475	1 352	1 309	1 426	2 122	1 713,8	1 305,9	1 356,7	1 377,1	1 340,6	1 376,0	1 614,8

Sources: extrait de Retrospective Statistique Abrégée (1971-1982), numéro spécial, Direction Nationale de la Statistique, p. 5 (données d'1971-1976); extrait de Annuaire Statistique de Djibouti, Résultats de 1982, numéro spécial, Direction Nationale de la Statistique, p. 96 (données d'1977-1979); extrait de Bulletin Trimestriel de Statistique (4ème trimestre, 1983) no. 96, numéro spécial, Direction Nationale de la Statistique, p. 9 (données d'1983).

TABLEAU 2-18

Composante Intérieure des Carburants de Marine (10^6 FD)

(Correspond à la Figure 2-21, Version Anglaise)

(10^6 FD)	1979	1980	1981	1982	1983
1. Importations Totales	28 400	33 800	36 700	38 500	néant
2. Réexportations	11 200	15 200	16 000	17 700	
3. Part Intérieure des Importations (1 - 2)	17 200	18 600	20 700	20 800	
4. Exportations	2 000	3 100	3 100	3 100	
Valeur Totale des Biens Destinés à la Consommation Intérieure de Djibouti (3 + 4)	19 200	21 700	23 800	23 900	
Part de la Consommation Intérieure Destinée aux Transports Maritimes (a)	16 320	18 450	20 230	20 320	
Coût de Transport de ces Marchandises (b)	2 200	2 770	3 030	3 050	
Coût en Combustible du Mouvement Intérieur de ces Marchandises (c)	440	830	910	920	
Prix par Litre (FD)					
Mazout	20	40	40	40	
Diesel de Réserve	24	50	50	50	
Combustible Consommé (m^3)					
Mazout (d)	16 920	15 800	17 320	17 520	17 520(e)
Diesel (d)	4 230	3 950	4 330	4 380	4 380(e)

* Voir page suivante pour les notes.

TABLEAU 2-18 (suite)

Source: République de Djibouti, Direction Nationale de la Statistique, Annuaire Statistique, 1982, p. 144 (Total des importations, exportations et réexportations, chiffres pour 1979-1982).

N.B.: FD 177 = US $1,00.

(a) Basé sur la valeur à l'arrivée des biens importés par voie aérienne, environ 90 pour cent de la valeur de la consommation domestique des biens transportés revient au transport maritime ou autre; nous estimons que la part du transport maritime est de 85 pour cent.

(b) Estimé à environ 15 pour cent de la valeur CAF des importations (13,5 pour cent en 1979).

(c) La composante combustible est estimée à environ 30 pour cent du coût du transport (20 pour cent en 1979).

(d) Il est estimé que les carburants de ravitaillement sont à 20 pour cent du diesel et à 80 pour cent du mazout.

(e) La consommation de combustible pour 1983 est supposée égale à celle de 1982, traduisant la supposition d'une population stable au cours de ces deux années.

TABLEAU 2-19

Transport Ferroviaire: Départ de Djibouti

(Correspond à la Figure 2-22, Version Anglaise)

	1981-1982(a)	1982-1983(a)	Augmentation (%)
Passager - kms (10^6)	306	360	17,6
(Fret) Tonnes - kms (10^6)	107	122	14,0
Mazout utilisé (b)			
Tonnes	617,6	750,7	
(M^3)	735,2	893,7	21,6
(TJ)	26,36	32,04	
(TEP)	602,9	732,8	

Source: République de Djibouti, Directeur des Services Commerciaux, Chemin de Fer Djibouto-Ethiopien à Djibouti, mai 1984.

(a) L'année fiscale du chemin de fer va du 1er juillet au 30 juin.

(b) Tonnes de diesel converties en M^3, TJ et TEP, pour permettre une comparaison.

très aggravés par la guérilla en Ethiopie qui a parfois entrainé la fermeture totale de la ligne pour plusieurs mois, la période la plus longue ayant été celle de juin 1977 à juin 1978. Alors que les mesures de conservation d'énergie sont peut-être un objectif valable pour la compagnie de chemin de fer, il faut admettre qu'elle a eu à faire face à des problèmes plus urgents.

L'analyse des statistiques concernant le chemin de fer est compliquée par la nature binationale de la ligne. Les chiffres disponibles à Djibouti donnent néanmoins une idée du kilométrage passagers et du tonnage de fret en provenance de Djibouti, de même que les quantités de carburant chargé (voir Tableau 2-19 (version anglaise, Figure 2-22)).

Pour les années fiscales 1981-1982 et 1982-1983, on peut constater que malgré une forte augmentation du kilométrage passagers et du tonnage transporté, la consommation en carburant s'est accrue à un taux encore plus élevé. Bien qu'il ne soit pas approprié de

TABLEAU 2-20

Transport Ferroviaire: Quantités de Marchandises Transportées (10^3 Tonnes)

(Correspond à la Figure 2-23, Version Anglaise)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Importations vers l'Ethiopie	62,1	118,8	107,4	78,2	100,1	91,5
Exportations de l'Ethiopie	9,3	67,7	86,6	62,1	54,1	71,3
Volume Total Passant par Djibouti	71,4	186,5	194,0	140,3	154,2	162,8

Sources: République de Djibouti, Direction Nationale de la Statistique, Annuaire Statistique, 1982, p. 90, (chiffres pour 1978-1981); Nationale de la Statistique, p. 90 (données d'1978-1981); République de Djibouti, Direction Nationale de la Statistique, Bulletin Trimestriel(1983), p. 8 (chiffres pour 1982-1983).

tirer quelque conclusion que ce soit, en se basant sur des chiffres provenant d'un échantillonage réparti sur deux ans, cet accroissement de la consommation de combustible, indiqué par les chiffres pour 1983, devrait être surveillé à l'avenir.

L'accroissement du trafic à destination et en provenance de l'Ethiopie est indiqué par les données figurant au Tableau 2-20 (version anglaise, Figure 2-23). Après la réouverture de la ligne en 1978, le trafic s'est rapidement accru pour s'infléchir en 1981. Depuis 1981 il y a eu une augmentation régulière de ce trafic et les responsables du chemin de fer ont confiance dans le fait que cette tendance se poursuivra à l'avenir.

Aéroport

L'aéroport international de Djibouti est l'un des meilleurs de la région. Pour les pilotes, l'approche au niveau de la mer sans obstacles montagneux facilite les atterrissages, et il en va de même pour la bonne visibilité durant toute l'année. Pour les compagnies aériennes, le fait que la piste est suffisamment large pour recevoir des 747 facilite l'organisation des vols et la convertibilité sans problème du franc djiboutien font de Djibouti un endroit idéal pour avoir des activités rémunératrices et acheter du carburant. Les pistes qui sont utilisées par les compagnies

aériennes commerciales servent aussi à l'armée de l'air française stationnée à Djibouti; le fait que les chasseurs français du type Mirage ont besoin d'une piste bien dégagée constitue un avantage pour la direction de l'aéroport, car l'armée française prend à sa charge toutes les opérations d'entretien des pistes.

Cette présence militaire à l'aéroport requiert une grande quantité de carburéacteur. Ce carburant est stocké séparément du carburant utilisé par les transporteurs commerciaux. Seuls les vols militaires du COTAM (le transporteur militaire français) entrent en ligne de compte dans la quantité de carburant utilisée pour les vols commerciaux. Bien que l'armée française ne paie pas de taxe (telle que la taxe d'atterrissage) pour ses vols, elle fournit des services dans le domaine des télécommunications et une aide en cas d'urgence, en plus de l'entretien des pistes.

Comme moyen d'augmentation des revenus, la direction de l'aéroport essaye activement d'accroître le nombre des vols utilisant Djibouti. A l'heure actuelle, un certain nombre de transporteurs se servent de Djibouti pour y faire des escales techniques, changer d'équipage et le ravitaillement en carburant. Ces escales techniques viennent s'ajouter à celles qui sont effectuées par les compagnies aériennes utilisant régulièrement l'aéroport. Il pourrait cependant y avoir un conflit entre le désir des responsables de l'aéroport de voir augmenter le nombre des compagnies aériennes s'arrêtant à Djibouti et la nécessité pour Air Djibouti de garder les revenus provenant de ses vols.

Djibouti est directement relié à l'Europe par Air France et Air Djibouti. Les vols d'Air France qui poursuivent leur route vers des destinations situées dans l'Océan Indien entrent en ligne de compte pour une grande part du nombre des passagers en transit. Les autres compagnies aériennes desservant Djibouti sont toutes des transporteurs régionaux reliant Djibouti à leurs pays respectifs. Les chiffres concernant le trafic et qui sont donnés dans le Tableau 2-21 (version anglaise, Figure 2-24) indiquent un niveau d'activité à peu près constant à l'aéroport au cours des dernières années, bien que les chiffres élevés pour le fret aérien en 1979 reflètent l'existence d'un pont aérien/maritime à cette époque.

L'utilisation des installations de l'aéroport est hors de proportions avec la taille du pays proprement dit, de même que les quantités de carburéacteur chargé. Cet état de choses est le résultat direct de la stratégie de Djibouti qui consiste à fournir des services par lesquels il peut accroître son rôle de centre régional de transport. Toute tentative de définition de la consommation "locale" de carburéacteur sera nécessairement fertile en suppositions. Ce que nous avons fait figure dans les Tableaux 2-21 et 2-22 (version anglaise, Figures 2-24 et 2-25). En calculant la longueur moyenne d'un voyage (utilisant une moyenne pondérale basée sur le trafic), le rendement en carburant pour le transport aérien de passagers aussi bien que de fret, nous avons obtenu une quantité hypothétique de carburant pour avions à réaction pouvant être considérée comme étant de consommation

TABLEAU 2-21

Trafic et Consommation de Combustible - Transports Aériens

(Correspond à la Figure 2-24, Version Anglaise)

	1979	1980	1981	1982	1983
Passagers:					
Total (Arrivées et Départs)	116 960	122 380	124 330	133 890	106 164
Escales Moyennes	58 480	61 190	62 165	66 945	53 082
Unités de Trafic (Intérieur - Passagers) (a)	58	61	62	67	53
Fret-Courrier (en Tonnes):					
Fret Reçu	17 742,0	6 075,7	7 435,3	7 096,3	8 556,2
Courrier Reçu	223,0	204,2	221,6	203,3	276,4
Fret Expédié	1 446,0	1 682,4	1 717,4	1 757,9	(b)
Courrier Expédié	72,0	66,9	82,9	78,2	(b)
Total:	19 483,0	8 029,2	9 457,2	9 135,7	8 832,6
Unités de Trafic (Intérieur-Fret)	194	80	95	91	88
Unités de Trafic: Total alloué au Marché Intérieur (passagers et fret)	252	141	157	158	141
Essence d'Aviation A-1 allouée Consommation Intérieure					
Passagers	17 969	18 898	19 208	20 757	16 420
Fret	16 200	6 681	7 933	7 599	7 349
Total (M^3):	34 169	25 579	27 141	28 356	23 769

Sources: République de Djibouti, Direction Nationale de la Statistique, Annuaire Statistique, 1982, p. 97 (chiffres pour 1979-1982); République de Djibouti, Bureau du Directeur, Aéroport de Djibouti, mai 1984 (chiffres pour 1983).

(a) Les totaux des unités de trafic diffèrent de ceux que comporte l'Annuaire Statistique; dans ce cas-ci, nous avons compté les escales de passagers, plutôt que les arrivées et les départs de passagers. Par conséquent, les unités de trafic pour les passagers contenues dans l'Annuaire Statistique sont le double de ces chiffres.

(b) Les chiffres de 1983 relatifs au fret et au courrier représentent des totaux (arrivée et départ).

TABLEAU 2-22

Transport Aérien: Consommation Intérieure de Combustible et Coût Encouru

(Correspond à la Figure 2-25, Version Anglaise)

	1982	1983
Total A-1 utilisé sur le marché (a)	79 538	79 036
Essence d'Aviation (A-1)		
Utilisation commerciale (b)	52 041	59 274
Utilisation militaire (c)	27 497	19 762
Utilisation commerciale alloué marché intérieur (d)	28 356	23 769
Total de Avgas utilisé sur le marché	522	391
Avgas:		
Utilisation commerciale (a)(b)(c)	65,4	90,6
Utilisation militaire (c)	456,6	300,4
Prix du combustible à quai (FD/litre)(f):		
Essence d'Aviation (A-1)	71	71
Avgas	129	129
Coût de la consommation intérieure d'essence pour avions (10^6 FD):		
Essence d'Aviation (A-1)	2 013,3	1 687,6
Avgas	8,4	11,7
TOTAL	2 021,7	1 699,3

* Voir page suivante pour les notes.

TABLEAU 2-22 (suite)

N.B.: FD 177 = US $1,00.

(a) Total du Jet A-1 et d'Avgas utilisés sur le marché provient de la balance des hydrocarbures préparé sur la base des archives de la compagnie pétrolière (voir Annexe C).

(b) Le total des quantités de Jet A-1 et d'Avgas à usage commercial utilisées a été fourni par le Bureau du Directeur de l'Aéroport (mai 1984).

(c) L'utilisation militaire du combustible est calculée comme étant la différence entre l'utilisation totale et l'utilisation commerciale du combustible.

(d) L'utilisation locale a été calculée selon les méthodes décrites dans Annexe P.

(e) La totalité de l'Avgas commercial utilisé est considérée comme intérieure.

(f) Seuls les prix courants (juin 84) appliqués au combustible à quai sont disponibles pour les combustibles.

Prix de vente de l'Avgas: 2,80 dollars US/Gallon (129 FD/Litre)
Prix de vente du Jet A-1: 1,40 Dollars US/Gallon (65 FD/Litre)

En avril 1983, le prix de vente du Jet A-1 était de: 1,54 dollars US/Gallon (71 FD/Litre).

On suppose que le prix de 1982 était similaire à ceux de 1983 et 1984.

TABLEAU 2-23

Aéroport: Nombre d'Atterrissages d'Avions Privés

(Correspond à la Figure 2-26, Version Anglaise)

1977	1978	1970	1980	1981	1982
335	225	158	237	183	188

Source: République de Djibouti, Direction Nationale de la Statistique, Annuaire Statistique 1982, p. 97.

locale. La consommation totale de carburéacteur pour le pays sera donc égale à la somme de cette consommation locale, du reste du carburant vendu aux compagnies aériennes commerciales et du carburant utilisé par l'armée. Nous considérons que le coût en carburéacteur pour le pays est celui de la partie désignée sous l'appellation "local" (voir Annexe P).

Le nombre des vols de petits avions privés a diminué au cours de la dernière décennie, ce qui reflète l'augmentation régulière du prix du carburéacteur (Avgas) utilisé pour l'alimentation des avions à moteurs à pistons (voir Tableau 2-23 (version anglaise, Figure 2-26)). Bien que les vols quotidiens d'Air Djibouti à travers le golfe de Tadjourah soient effectués avec un appareil Twin Otter, l'aéroport nous a assuré que du carburéacteur est utilisé pour ces avions et non de l'Avgas. La consommation totale d'Avgas semble s'être stabilisée à un niveau minimum.

Transports Routiers

Le transport routier est le seul mode de transport pouvant être considéré comme étant local à Djibouti. A part un petit nombre de camions qui franchissent les frontières avec l'Ethiopie et la Somalie, le traffic routier est essentiellement confiné au territoire national. Une part très importante de ce trafic routier se trouve concentrée dans Djibouti-Ville. Chaque district urbain (Dikhil, Ali-Sabieh, Tadjourah et Obock) possède un parc local de véhicules pouvant être estimé en un petit multiple de 10; la circulation entre ces centres est presque entièrement restreinte à la route goudronnée reliant Dikhil, Ali-Sabieh et Djibouti-Ville. On peut dire sans trop se tromper que la consommation énergétique ayant trait au transport routier peut être considérée comme un phénomène essentiellement urbain dans les limites de Djibouti-Ville.

Alors que l'on peut admettre que la majorité des véhicules à moteur est concentrée dans Djibouti-Ville, il est plus difficile d'arriver à obtenir une estimation générale du nombre de ces véhicules. Le Tableau 2-24 (version anglaise, Figure 2-27) donne la liste des importations totales de véhicules par an (c'est-à-dire les véhicules qui viennent s'ajouter au parc). La plupart de ceux-ci sont neufs, certains sont de seconde main et importés par leur propriétaire. Certains véhicules neufs sont réexportés, surtout vers la Somalie; une estimation de ces réexportations figure au Tableau 2-25 (version anglaise, Figure 2-28). Il existe aussi des données concernant les voitures dont les propriétaires paient la vignette chaque année; ces chiffres figurent au Tableau 2-26 (version anglaise, Figure 2-29). Une large proportion de propriétaires ne régle cependant pas la vignette annuelle. Ceci est évident, si l'on compare les données: alors qu'il a été importé plus de 1 200 véhicules par an depuis 1978, le nombre des vignettes payées est resté à un peu plus de 5 000 par an. Même si l'on soustrait le nombre des véhicules réexportés du total des importations, le volume de ces importations reste suffisamment élevé pour dépasser le taux normal de mise à la casse des vieux véhicules. Il est clair que le nombre des véhicules s'est accru, encore que ce fait ne soit pas reflété dans les données concernant les vignettes. Il faut une autre estimation de la totalité du parc de véhicules. La seule estimation disponible à ce sujet est le rapport préparé pour la Conférence des Donateurs de novembre 1983. Cette estimation semble raisonnable; nous la présentons au Tableau 2-27 (version anglaise, Figure 2-30).

Le parc automobile peut être divisé en catégories ayant des caractéristiques similaire en consommation de carburant. Les véhicules légers sont les voitures particulières et les camionnettes. Les véhicules des transports publics entrent dans deux grandes sous-catégories: les taxis qui sont en général de petites conduites intérieures japonaises et dont il en existe environ 600; et un parc important de minibus de 20 à 25 places qui font régulièrement les lignes reliant divers quartiers de la ville. Les véhicules tout terrain sont populaires auprès de nombreux expatriés qui s'en servent pour se rendre, de temps à autre, dans l'arrière pays et, autrement, pour aller de leur domicile à leur travail. Les poids lourds sont surtout utilisés pour le commerce et par l'armée.

Les chiffres ne font pas de différence entre les véhicules à essence et ceux à diesel. Nous avons dû faire une estimation de ces proportions. On peut, sans trop se tromper, partir de l'hypothèse que, en règle générale, tous les autocars et les poids lourds sont alimentés en diesel. Il en va de même pour un fort pourcentage des véhicules tout terrain; nous avons estimé que ce pourcentage est de 80 pour cent. Nous avons aussi estimé que 75 pour cent des véhicules legers sont alimentés en essence, de même que cinq taxis sur six. Il faut souligner que ces évaluations sont, au mieux, approximatives.

TABLEAU 2-24

Véhicules Automobiles: Importations
(Correspond à la Figure 2-27, Version Anglaise)

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Nombre Importé (par an):						
Véhicules à Usage Privé	436	863	951	896	1 031	1 056
Véhicules Utilitaires et Véhicules à 4 roues motrices	105	208	189	286	273	393
Poids Lourds et Véhicules Spéciaux	63	195	304	77	49	193
Total Partiel	604	1 266	1 444	1 259	1 353	1 642
Motocyclettes	89	76	74	162	182	172
TOTAL	693	1 342	1 518	1 421	1 535	1 814

	1982	1983
Nombre Importé (par an):		
Véhicules à Usage Privé	1 056	1 062
Autobus et Véhicules Spéciaux	434	153
Camions et Camionettes à Plateau	151	462
Total Partiel	1 642	1 677
Motocyclettes	172	348
TOTAL	1 814	2 025

Sources: République de Djibouti, Direction Nationale de la Statistique, Annuaire Statistique 1982, p. 92 (chiffres pour 1977-1982); République de Djibouti, Direction Nationale de la Statistique, Bulletin Trimestriel (1983) p. 11 (chiffres pour 1982-1983).

TABLEAU 2-25

Réexportations de Nouvelles Voitures

(Correspond à la Figure 2-28, Version Anglaise)

	1981	1982	1983
Réexportations Totales Estimées	250	440	225

Source: Fondé sur les données fournies par Marill Toyota, Djibouti (juin 1984), ils estiment que leurs ventes à l'exportation représentent 80 pour cent de la totalité des réexportations de voitures.

TABLEAU 2-26

Vignettes pour Véhicules Automobiles

(Correspond à la Figure 2-29, Version Anglaise)

Nombre de Véhicules Immatriculés (par an):	1979	1980	1981	1982
1 à 4 cv	351	370	353	387
5 à 9 cv	3 357	3 610	3 732	3 814
10 à 20 cv	1 240	1 315	1 335	1 439
20 cv et plus	192	185	176	190
TOTAL	5 140	5 480	5 596	5 830

Source: République de Djibouti, Direction Nationale de la Statistique, Annuaire Statistique, Résultats de 1982.

TABLEAU 2-27

Véhicules Automobiles: Estimation de la Totalité du Parc Automobile en 1982

(Correspond à la Figure 2-30, Version Anglaise)

Parc Automobile Total	1982
Véhicules Légers	8 000
Transports publics (Autobus et Taxis)	1 300
Tout-terrain	1 500
Camions (6 à 15 tonnes)	700
TOTAL:	11 500

Source: République de Djibouti, "Compte-Rendu de la Conférence des Donateurs pour Djibouti", Vol. 1, novembre 1983, p. 52.

Comme il n'existe pas de données concernant les rendements du parc de véhicules, nous avons poursuivi le raisonnement à partir de nos estimations, en nous fondant sur un kilométrage hypothétique par véhicule et une estimation de rendement en consommation de carburant pour chaque type de véhicule. A partir de ces hypothèses, nous avons calculé qu'en 1982 l'ensemble de ces véhicules a consommé, pour les transports routiers, une moyenne annuelle de 11,6 millions de litres d'essence et 13,6 millions de litres de diesel (voir Tableau 2-28 (version anglaise, Figure 2-31). Ces chiffres sont proches de ceux de l'utilisation en carburant pour véhicules, et qui sont donnés dans la balance énergétique nationale, laquelle figure à la fin de cette section, ce qui prête à penser que les estimations ci-dessus sont raisonnables. Nous pouvons donc en conclure qu'il existe un potentiel de conservation en carburant dans le secteur des transports, car les rendements figurant au Tableau 2-28 peuvent être améliorés.

TABLEAU 2-28

Transport routier: Estimations du Rendement (1982)

(Correspond à la Figure 2-31, Version Anglaise)

	Véhicules Légers	Taxis	Minibus	Tout-Terrain	Camions
Total du Nombre de Véhicules	8 000	600	700	1 500	700
Kilométrage Annuel Approximatif (Kms)	15 000	30 000	30 000	15 000	20 000
Nombre Approximatif de Véhicules:					
Diesel	2 000	100	700	1 200	700
Essence	6 000	500	-	300	-
Rendement Estimé du Combustible (litres/100 Kms):					
Diesel	8	8	15	20	30
Essence	10	10	-	25	-
Utilisation Annuelle de Combustible résultant de ces estimations (10^6 liters):					
Diesel	2,4	0,24	3,15	3,6	4,2
Essence	9	1,5	-	1,13	-

TOTAL DIESEL: $13,59 \times 10^6$ litres = $13,59 \times 10^3$ M^3 = $11,14 \times 10^3$ TEP

TOTAL ESSENCE: $11,63 \times 10^6$ litres = $11,63 \times 10^3$ M^3 = $8,37 \times 10^3$ TEP

N.B.: Le Total du parc automobile provient du "Rapport Récapitulatif" du Rapport de la Conference des Donnataires.

Les estimations du kilométrage annuel, la répartition des diesel par rapport à l'essence, et les calculs de rendement de combustible constituent des approximations effectuées par les auteurs, et devraient être considérées comme très approximatives.

POMPAGE DE L'EAU/AGRICULTURE

Utilisation Actuelle de l'Energie pour l'Approvisionnement en Eau

La méthode d'approvisionnement en eau nécessaire à la consommation humaine, à celle du bétail et à l'agriculture est extrêmement différente selon les régions du pays. A Djibouti-Ville, l'eau arrive directement dans la plupart des maisons et même dans les quartiers. Dans les zones rurales, l'eau est le plus souvent puisée manuellement dans des puits peu profonds creusés à la main. Et en de nombreux endroits, l'eau est amenée aux consommateurs par camions à partir de puits profonds, et elle est stockée dans des réservoirs et des bidons. Il est clair que l'énergie requise pour l'approvisionnement en eau dépend de la façon dont celle-ci est obtenue.

L'Office National des Eaux de Djibouti (ONED) est responsable de toutes les opérations de pompage et de distribution de l'eau dans les régions où celle-ci est vendue. Cela comprend Djibouti-Ville et les centres d'Ali-Sabieh, Dikhil, Tadjourah et Obock, ainsi que Arta-Oueah. Djibouti-Ville est le plus gros consommateur d'eau. L'énergie totale consacrée au pompage de l'eau, pour Djibouti-Ville en 1983, a légèrement dépassé 3 millions de kWh (1,2 mégajoules (MJ) par mètre cube d'eau fourni). Toute cette énergie est produite par Electricité de Djibouti (EdD). Cette quantité représente à peine moins de 50 pour cent de l'énergie totale consacrée au pompage de l'eau dans le pays. Une discussion de l'approvisionnement en eau de Djibouti-Ville et des centres urbains figure en Annexe I. La consommation énergétique requise pour cet approvisionnement est résumée dans le Tableau 2-29 (version anglaise, Figure 2-32).

Toutes les autres opérations de pompage de l'eau destinée à la consommation humaine dans le pays relèvent de la responsabilité conjointe des autorités locales et du Génie Rural. Le Génie Rural fournit les puits, les pompes et effectue les réparations lorsque celles-ci dépassent les compétences des techniciens locaux. En 1983, il y avait une trentaine de puits installés et maintenus par le Génie Rural à un coût annuel d'environ 3,5 millions de FD (20 000 dollars) par puits, et à un coût par mètre cube pompé se montant à environ 177 FD (1 dollar) (dont 10 à 15 pour cent couvrent le coût énergétique: voir Analyse 4 dans l'Annexe I). Si l'on part de l'hypothèse d'une consommation spécifique en carburant qui soit égale à la moyenne de celle de Dikhil, de Tadjourah et d'Obock, et que 85 pour cent des frais périodiques, à l'exclusion de la sécurité, sont représentés par le carburant, un puits moyen a, alors, besoin d'environ 14 litres de carburant par jour pour fournir environ 50 mètres cubes d'eau par jour (voir Analyse 1 en Annexe I). Des déplacements sont effectués, en moyenne deux à trois fois par an et par site, pour réparer les pompes et les moteurs, ce qui constitue une dépense importante pour le Génie Rural. Pour ces puits, la consommation quotidienne est de 26 litres par habitant, ce qui prête à penser que l'eau est probablement utilisée pour le bétail aussi bien que pour la consommation humaine.

TABLEAU 2-29

1983 Consommation d'Energie pour le Pompage de l'Eau

(Correspond à la Figure 2-32, Version Anglaise)

	Forme d'énergie Utilisée			
	kWh	Diesel (litres)	Terajoules	TEP
Consommation humaine				
Ville de Djibouti (a)	3 094 720		11,14	254,8
Arta-Oueah (b)	555 000		2,00	45,7
Ali-Sabieh (c)		36 500	3,44	78,7
Dikhil	119 500		0,43	9,7
Tadjourah	233 068		0,84	19,2
Obock		36 500	0,34	7,8
Autres Puits Ruraux (d)		148 190	1,40	32,0
Utilisation dans l'Agriculture				
P.K. 20 (e)			1,68	38,4
Secteur Privé et Jardins d'Essai (f)		120 000	1,13	25,8
Abreuvage du Bétail (g)	- - -	- - -	- - -	- - -
Eau Transportée par Camions (h)		300 000	2,83	64,7
TOTAL			25,2	576,8

* Voir page suivante pour les notes.

TABLEAU 2-29 (suite)

(a) Puissance supposée: 3,6 x 10^6 joules par kWh.

(b) Estimation effectuée sur la base de données rassemblées au cours d'une période de 11 mois (cf. Tableau I-2, Annexe I).

(c) Volume supposé: 159 litres = cinq (5) pieds cubes; et cinq (5) pieds cubes de diesel contiennent 1,5 x 10^9 joules d'énergie utile.

(d) 29 puits ruraux utilisés par le Génie Rural sont mentionnés. Voir Analyse 1, Annexe I pour le détail des calculs.

(e) Voir Analyse 2, Annexe I.

(f) On estime à 200 le nombre de petites pompes à gas et au diesel qui utilisent 50 litres de combustible par mois. L'estimation est basée sur l'existence de 10 pompes à Dikhil, Ali-Sabieh, et Obock, et d'environ 100 dans le centre agricole de As-Eyla. Le reste des 200 pompes se trouve en majorité à Ambouli et à Randa.

(g) L'abreuvage de bétail se fait en grande partie grâce aux sources d'eau de surface qui n'exigent pas un pompage pétrochimique. Dans certaines régions à l'extérieur de Djibouti, l'eau fournie par pompage automatique pourrait être, dans certains cas, considérée comme utilisée par la population.

(h) Voir Analyse 3 dans l'Annexe I; le chiffre fourni ne couvre pas le coût de l'énergie nécessaire au pompage de l'eau de puits. Cette énergie est incluse ailleurs.

Les conditions hydrologiques ne sont pas bonnes dans de nombreuses régions ayant besoin de puits, mais après plusieurs années d'expérience, le taux de succès pour les nouveaux puits est en augmentation et est actuellement de 70 pour cent. L'UNICEF et le Génie Rural s'intéressent aussi à un programme de puits peu profonds. Un programme financé par la GTZ (Assistance Technique Allemande) fournit un certain nombre de pompes manuelles destinées à des puits peu profonds dans le sud du pays. Une extension de ce programme est envisagée, avec l'inclusion de pompes éoliennes et solaires. Des fonds sont actuellement recherchés pour le financement d'une cinquantaine de puits peu profonds. Il ne semble pas que le programme UNICEF/Génie Rural atteindra son objectif qui est de démarrer en 1984.

Les sources d'eau de surface ne requiérant pas de pompage et sans les coûts en carburant qui lui sont associés, sont aussi utilisés pour le ravitaillement en eau des humains et du bétail. On ne connait pas l'importance de la consommation de ces sources. Le Génie Rural, avec l'aide technique et financière de l'UNICEF, est engagé dans un programme de forage de nouveaux puits dans les zones rurales. Plusieurs appareils de forage sont actuellement sur le terrain.

Certaines zones rurales sont aussi ravitaillées en eau par camions qui l'amènent aux consommateurs. Dans la commune d'Obock, par exemple, deux camions parcourent un total de 250 km par jour pour livrer de l'eau dans des réservoirs et des bidons situés en zone rurale. Il existe une vingtaine de ces points de livraison à Obock. Chaque camion effectue environ quatre voyages par jour, transportant 8 mètres cubes par voyage, ce qui fait que les deux camions livrent environ 64 mètres cubes par jour. Si l'on compte 11,1 millions de FD (63 000 dollars) par camion (celui-ci ayant une durée de vie de trois ans), les frais de chauffeur et de carburant, pour obtenir le prix de revient de l'eau par an, on arrive au résultat de 931 FD (5,26 dollars) par mètre cube (voir Analyse 3 en Annexe I). Cela représente environ cinq fois le prix de revient du pompage sur place en zone rurale et résulte, en grande partie, de la répartition annuelle de l'amortissement du camion. Cependant, les coûts énergétiques sont eux aussi très élevés, environ 310 FD (1,75 dollar) par mètre cube. (Les coûts énergétiques par mètre cube sont d'environ 23 FD (0,13 dollars) pour les puits en zone rurale et de 18 FD (0,10 dollar) pour Djibouti-Ville). En raison de la forte teneur en minéraux et de la forte salinité de l'eau dans de nombreuses régions, il est probable qu'il faudra continuer à transporter certaines quantités d'eau par camions dans l'avenir prévisible. Cependant, aux endroits où l'on peut trouver de l'eau douce, il est probable que les technologies de pompage solaire ou éolien seront des choix énergétiques valables, remplaçant non seulement l'énergie dépensée pour pomper l'eau, mais aussi celle qui est requise pour sa livraison.

Les estimations portant sur le bétail à Djibouti varient de 400 000 à plus de 1 000 000 de moutons, chèvres, dromadaires et bovins (7). Aucun effort n'a été fait pour déterminer quelle proportion d'eau fournie par des moyens pétrochimiques (diesel mécanique ou diesel électrique) sert aux besoins en eau de ces animaux. On pense qu'une grande partie de ces besoins sont satisfaits par des sources d'eau de surface ne requérant pas de pompage. Une partie de l'eau pompée dans les zones rurales est cependant probablement utilisée par les animaux, ce qui fausse donc les chiffres portant sur la consommation par habitant dans les zones rurales. Comme les sources d'eau de surface sont aussi utilisées par les populations nomades, il est difficile de dire à quel point les chiffres, relatifs à la consommation par habitant, sont faussés. Il existe probablement une demande en eau non satisfaite, tant pour les humains que pour les animaux, dans les zones rurales et, bien sûr, en cas de sécheresse les animaux sont probablement les premiers à en souffrir.

Bien que le secteur agricole de Djibouti soit réduit, un pourcentage important (environ 11 pourcent) de l'énergie utilisée pour le pompage de l'eau est consacré à l'agriculture. Dans les régions aussi sèches que Djibouti, les projets agricoles requièrent une irrigation particulièrement intensive. Le projet agricole intitulé PK20 en particulier demande beaucoup d'énergie parce que l'eau doit être pompée d'une profondeur d'environ 100 mètres. 50 hectares environ sont en culture, exigeant entre 25 et 30 mètres cubes d'eau par hectare et par jour. Le coût énergétique annuel pour le pompage de cette eau à une telle profondeur est de 38,4 TEP (1,68 TJ), soit environ 7 pour cent de l'énergie dépensée dans tout le pays pour le pompage de l'eau (voir Analyse 2 en Annexe I). Il existe aussi des lopins de terre privés, faisant en moyenne 1/2 hectare, éparpillés dans diverses régions de Djibouti. Les concentrations les plus importantes sont situées à As-Eyla, Randa et Ambouli, les autres étant éparpillés ailleurs. Une bonne partie de l'eau utilisée pour ces jardins est fournie par les "chadouf" traditionnels (8), mais on estime aussi qu'environ 200 petites pompes à moteur sont utilisées, chacune d'entre elles consommant près de 50 litres de carburant par mois. L'énergie éolienne est utilisée dans un certain nombre de jardins près de

---

(7) N. Pieterse et L. Van Veldhuizen, "Eoliennes pour Djibouti" (Amersfoort, Pays-Bas: Comité Direction pour l'Energie Eolienne dans les Pays en Développement), Septembre 1981.

(8) Un "chadouf" est un appareil qui sert à tirer de l'eau et consiste en un long balancier de bois pivotant autour d'un axe horizontal. Une corde et un seau sont attachés à l'une des extrêmités, alors qu'un contre-poids est fixé à l'autre. Le contre-poids peut être déplacé de haut en bas avec un effort physique minimum et l'eau est tirée du puits à chaque cycle.

Yoboki et dans un jardin de Douda. Il existe en outre deux jardins d'essai qui sont un peu plus grands, le premier à Mouloud et le second à Attar. La pompe solaire en service à Attar n'est pas utilisée en premier lieu pour le pompage de l'eau, mais plutôt pour fournir une certaine pression dans les conduites d'irrigation desservant le jardin.

Le Tableau 2-29 résume la consommation énergétique destinée au pompage de l'eau à Djibouti. Le total de 576 TEP/an (25,2 TJ/an) représente moins d'un pour cent de la consommation énergétique totale du pays.

Cette quantité n'est pas très importante, si l'on considère la consommation énergétique totale à Djibouti. Etant donnée l'importance du pompage de l'eau pour le pays, il n'est pas déraisonnable de penser que, dans l'avenir, la consommation énergétique augmentera dans ce secteur. Toute économie réalisée n'aura qu'un impact négligeable sur la consommation globale d'énergie. Cependant, il est évident que certaines choses pourraient être entreprises pour limiter le coût de l'eau livrée par unité dans les zones rurales, de même que les coûts énergétiques par unité. Une telle diminution pourrait être importante pour tout organisme gouvernemental finançant le ravitaillement en eau.

CHAPITRE IV. RENDEMENT ENERGETIQUE A LA CONSOMMATION

Dans chaque secteur de l'économie et pour chaque activité, il existe une certaine quantité d'énergie consommée par unité de chaleur et de travail produite. Le rendement (9) d'un appareil consommateur d'énergie est défini comme étant:

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Travail utile ou production de chaleur utile}}{\text{Energie absorbée}}$$

Un concept-clé, qui nécessite une explication, est associé à cette formule. La formule ne donne aucune indication sur la façon dont on peut améliorer le rendement et dans quelles proportions. Par exemple, si une génératrice produisant de l'électricité à partir de combustibles fossiles a un taux de rendement de 25 pour cent, impliquant que 75 pour cent de l'énergie dépensée se transforme en chaleur perdue, on pourrait espérer améliorer la génératrice et amener le rendement général de la conversion à 100 pour cent. Il faut cependant se souvenir que le rendement théorique maximum d'une telle génératrice n'est que de 60 pour cent. Le rendement maximum de la génératrice ne peut donc, même dans des conditions optimales, être augmenté que de façon à récupérer les 35 pour cent restant pour arriver au maximum de 60 pour cent, bien que certaines des "pertes" puissent théoriquement être utilisées comme source d'énergie pour quelque chose d'autre. En gardant cette restriction à l'esprit, il devrait être clair qu'il n'est pas possible de récupérer certaines des pertes brutes estimées par la Première Loi du Rendement (ces pertes figurent à la Figure 2-4 (version anglaise, Figure 2-35). Il n'en demeure pas moins que des améliorations significatives peuvent être apportées et que l'on peut réaliser des économies importantes.

Les auteurs ont procédé à certaines estimations approximatives du rendement énergétique à la consommation pour chaque secteur. Ces rendements sont reflétés par la division entre "Pertes" et "Chaleur et Travail Utiles" à droite de la Figure 2-4. L'amélioration de ces rendements, traités dans la Section 5, est un élément-clé des scénarios concernant l'approvisionnement à venir.

TRANSPORTS

En 1975, le rendement des transports urbains pour les voitures particulières a été d'environ 9 pour cent (10). Comme le rende-

---

(9) Il s'agit de la "Première Loi" du rendement. Voir Annexe J pour explication et une plus ample discussion du rendement.

(10) W. Carnahan, et al. "Utilisation Efficace de l'Energie: Partie Ia. Perspectives Physiques", Minutes de la Conférence de l'Institut Américain de Physique, n° 25 (New York, AIP, 1975).

ment des voitures particulières a augmenté depuis 1975, les auteurs estiment le rendement général à 14 pour cent (11). Nous utilisons les mêmes chiffres pour les minibus et les camions. Pour le trafic maritime et aérien, les auteurs estiment que les rendements sont respectivement de 10 et 20 pour cent. Ces estimations simplifiées sont basées sur le fait que les navires ont une résistance supérieure à la trainée et que celle-ci est moindre pour les automobiles (12) et encore plus réduite pour les avions. A partir de ces hypothèses, le rendement moyen pour les transports à Djibouti, calculé par la consommation en carburant, est de 16 pour cent.

INDUSTRIE

Les auteurs utilisent un rendement de 40 pour cent pour l'industrie de Djibouti. Ce chiffre est basé sur le rendement industriel des Etats-Unis en 1975 (13).

BATIMENTS

Ce secteur comprend la consommation énergétique résidentielle, commerciale et gouvernementale. Pour obtenir une estimation approximative, la consommation énergétique de ce secteur a été répartie par types de carburants, chaque utilisation finale ayant son propre rendement, et la moyenne (pondérée par l'utilisation du carburant) a été déterminée pour le secteur (voir Annexe J). Il en résulte un rendement final de 46 pour cent (14).

---

(11) Ceci est égal au rendement du cycle moteur sur autoroute, obtenue en 1975.

(12) La résistance au roulement est un facteur important du rendement automobile. Carnahan et al.

(13) P. Ehrlich, A. Ehrlich et J. Holdren, Ecoscience: Population, Ressources et Environnement (San Francisco, W. H. Freeman et Compagnie, 1977).

(14) Il faudrait remarquer que ce rendement représente le rendement total des appareils électro-ménagers (par exemple, les réfrigérateurs, climatiseurs et éclairage) et non pas l'efficacité d'utilisation de leurs services. Par exemple, les climatiseurs refroidissent l'air avec une rendement raisonnable, mais si cet air frais peut s'échapper des pièces refroidies, le rendement général de la climatisation est très faible.

CHAPITRE V. BALANCES ENERGETIQUES NATIONALES (15): 1982 et 1983

La balance énergétique nationale est le système de décompte précis par lequel la production locale et l'importation de carburant égalent la consommation locale, les exportations, les changements de stocks, et les pertes. Elle constitue un cadre de présentation des courants énergétiques nationaux pour une année donnée. On peut s'y référer comme à une "carte" reliant les sources énergétiques aux utilisations intermédiaires et finales.

La balance énergétique présente des données concernant l'utilisation de l'énergie, dans un format rendant plus facile la reconnaissance de l'importance relative des divers secteurs utilisateurs et des diverses formes d'énergie, ainsi que l'ampleur générale de l'utilisation de l'énergie dans la totalité du pays. Toute analyse ultérieure se sert de la balance énergétique nationale comme point de départ. La préparation d'une balance nationale exige des connaissances concernant les types d'énergies utilisées, leur source et leurs applications -- données essentielles à la planification et l'application d'une politique énergétique.

Les balances énergétiques nationales de Djibouti pour les années 1982 et 1983 figurent aux Tableaux 2-30 et 2-31 (version anglaise, Figures 2-33 et 2-34). Afin de comprendre l'importance relative des données particulières figurant dans cette balance, toutes les valeurs ont été converties en unités énergétiques communes (basées sur le contenu énergétique de chaque carburant) (16). Etant donnée l'importance primordiale des importations de pétrole dans cette balance, nous avons choisi les tonnes d'équivalent pétrole (TEP) comme unité énergétique commune. Les balances ont aussi été préparées dans une autre unité énergétique couramment utilisée, les Terajoules (TJ); ces balances figurent en Annexe B.

La première ligne des balances énergétiques nationales comporte la quantité totale de chaque produit mis sur le marché. Cette information a été obtenue des compagnies pétrolières et reflète la quantité réellement mise sur le marché (après avoir pris en compte les changements annuels intervenus dans les stocks, les pertes, les transferts et le mélange des produits); le calcul de cette information figure en annexe C.

Les utilisations de l'énergie inscrites au tableau sont basées sur des informations provenant d'une gamme étendue de sources.

---

(15) La balance énergétique nationale est copiée sur celle qui a été réalisée pour la Somalie. Doernberg, Shaikh et Hayes, 1982.

(16) Voir l'Annexe A pour la définition des unités et les facteurs de conservation énergétique.

TABLEAU 2-30

Balance Energétique Nationale 1982 **Unités: TEP**

(Correspond à la Figure 2-33, Version Anglaise)

	Essence Normale	"Super"	Diesel	Mazout	Essence d'aviation Kerosène A-1(a)	Avgas	GPL	Lubrifiants	Electricité	Bois de feu	Charbon de bois	TOTAL
QUANTITE TOTALE MISE SUR LE MARCHE (b)	10 978	7 076	137 032	254 724	70 805	880	327	1 844	10 776(c)	16 500	1 425	512 367
TRANSIT, REEXPORTATION, ETC.	7 250	123	67 551	18 886	265	473		18				94 566
RAVITAILLEMENT (d):												
Total	20		54 177	207 493				240				261 930
International	--	--	50 587	192 088				224				242 899
AVIATION(d):												
Total					64 903	373						65 276
International					41 766	327						42 093
TRANSFORMATION:												
Fours à Charbon de bois (e)										7 055		7 055
Production Electrique (f)			3 641	27 862				734	2 086(g)			34 323
UTILISATION DOMESTIQUE:												
Résidentiel					7 460(h)		201(h)		2 955	9 445	1 411	21 472
Commerce et Gouvernement					153(h)		37(h)		3 490		14(i)	3 694
Industrie			1 354					94(j)	487			1 935
Transports:												
Par Route(k)	1 781	6 728	8 432					499(j)				17 440
Par Fer			659					37				696
Par Mer(local)	20		3 590	15 405				16				19 031
Par Air(local)					23 137	46						23 183
Pompage de l'eau (l)			101						338			439
Militaire	2 001	174	1 121		27		89	96	1 299			4 807
Autre (m)			(-94)	537				126	121			690
TOTAL:	3 802	6 902	15 163	15 942	30 777	46	327	868	8 690	9 445	1 425	93 387
TOTAL DE L'ENERGIE	11 052	7 025	136 942	254 778	72 808	846	327	1 844	10 776	16 500	1 425	514 323
DIFFERENCES STATISTIQUES	74	51	90	54	2 003	34	--	--	--	--	--	

Les notes relatives aux tableaux 2-31 et 2-32 se trouvent à la suite du tableau 2-32.

TABLEAU 2-31

Balance Energétique Nationale 1983 **Unités: TEP**

(Correspond à la Figure 2-34, Version Anglaise)

	Essence Normale	"Super"	Diesel	Mazout	Essence d'aviation Kerosène A-1(a)	Avgas	GPL	Lubrifiants	Electricité	Bois de feu	Charbon de bois	TOTAL
QUANTITE TOTALE MISE SUR LE MARCHE (b)	10 522	7 248	378 938	140 015	80 187	361	324	1 576	12 156(c)	16 500	1 425	649 252
TRANSIT, REEXPORTATION, ETC.	7 364	169	322 968	20 462	4 016	69						355 048
RAVITAILLEMENT (d):												
Total	32	18	39 181	100 063				199				139 493
International	--	--	35 590	84 658				183				120 431
AVIATION(d):												
Total					64 493	279						64 772
International					45 097	215						45 312
TRANSFORMATION:												
Fours à Charbon de bois (e)										7 055		7 055
Production Electrique (f)			2 806	32 416				686	2 310(g)			38 218
UTILISATION DOMESTIQUE:												
Résidentiel					7 529(h)		199(h)		3 348	9 445	1 412	21 932
Commerce et Gouvernement					153(h)		34(h)		3 943		14(i)	4 144
Industrie			1 393					64(j)	551			2 008
Transports:												
Par Route (k)	1 445	6 660	10 717					428(j)				19 250
Par Fer			768					50				818
Par Mer(local)	32	18	3 591	15 405				16				19 062
Par Air(local)					19 396	64						19 460
Pompage de l'eau (l)			101						387			488
Militaire	1 939	217	1 333		64		91	149	1 480			5 273
Autre (m)			119	556					137			812
TOTAL:	3 416	6 895	18 022	15 961	27 142	64	324	707	9 846	9 445	1 425	93 247
TOTAL DE L'ENERGIE	10 780	7 064	379 386	153 497	76 225	348	324	1 576	12 156	16 500	1 425	659 311
DIFFERENCES STATISTIQUES	258	184	448	13 482	3 932	13	--	--	--	--	--	

Les notes relatives aux tableaux 2-31 et 2-32 se trouvent à la suite du tableau 2-32.

Notes pour les TABLEAUX 2-30 et 2-31: Balance Energétique Nationale

---

(a) Le Carburéacteur A-1 est essentiellement du kérosène (et comprend certains additifs). Aucun type de kérosène pur n'est importé; ainsi, le carburéacteur est vendu comme kérosène à des fins d'utilisation résidentielle.

(b) Quantité dérivée des données fournies par la compagnie pétrolière; cf. texte et Annexe C.

(c) Cette quantité d'électricité représente le total avant les pertes de production, de transmission, et de distribution.

(d) Les calculs de la division des combustibles de soutirage et d'aviation toteaux en composantes internationales et intérieures sont expliqués dans le texte.

(e) Nous supposons un rendement de conversion de contenu d'énergie de 20 pour cent pour la production du charbon de bois, c'est-à-dire que le charbon de bois produit 20 pour cent du contenu d'énergie original de bois utilisé dans la production. (Du fait des différents contenus énergétiques de bois et de charbon de bois, ce rendement se traduit en un facteur de conversion par poids de neuf unités de bois pour chaque unité de charbon de bois).

(f) Les nombres représentent les valeurs réelles utilisées par l'EdD dans la production d'électricité. Les différences entre ces valeurs, et celles fournies par les compagnies pétrolières, sont supposées représenter les changements de stock de l'EdD, et sont indiquées ci-dessous, sous l'intitulé "Utilisation Finale Intérieure: Autre".

(g) Cette valeur représente les pertes totales au cours de la production, la distribution, et la transmission d'électricité, autrement dit, la différence entre la production brute et les ventes nettes.

(h) On estime l'utilisation du kérosène par les restaurants à 2 pour cent du total intérieur (non-aviation et non-intérieur), calculée sur la base des données rassemblées au cours de l'évaluation. Le GPL est également divisé entre la catégorie de l'utilisation résidentielle et celle des restaurants, à raison de 85 et 15 pour cent.

(i) On estime l'utilisation du charbon de bois dans les restaurants à un pour cent du total de la valeur donnée pour l'utilisation résidentielle totale.

(j) La division des lubrifiants entre les secteurs industriel et celui des transports routiers est dans le même rapport que celle du combustible diesel utilisé dans ces secteurs.

(k) Comprend tous les combustibles utilisés dans les transports routiers, sauf ceux utilisés par les militaires.

Notes pour les TABLEAUX 2-30 et 2-31: Balance Energétique Nationale

---

(l) Comprend seulement l'énergie réellement utilisée pour le pompage de l'eau, et non pas l'énergie utilisée au transport de l'eau par camions.

(m) Entrées pour le diesel, le mazout, et les lubrifiants sont expliquées dans la note "f" ci-dessus; les valeurs figurant dans la colonne "électricité" représentent l'éclairage des rues.

Ces utilisations sont réparties sur diverses catégories du tableau: transit et réexporation, ravitaillement, aviation, transformation et utilisation finale domestique. Le total de toutes ces catégories, que nous appelons "Energie Totale Justifiée" devrait, en principe, être égal à la première catégorie "Quantité Totale Mise sur le Marché"; en fait, il existe entre ces deux chiffres des différences statistiques (notées au bas du tableau). Les données concernant l'importation de GPL et de lubrifiants n'étaient pas disponibles; nous supposons donc que l'"Energie Totale Justifiée" est égale à la "Quantité Totale Mise sur le Marché" pour ces deux produits (toute erreur introduite serait sans grande importance, du fait que des quantités relativement faibles de ces produits ont été utilisées). Les données concernant l'électricité proviennent de l'EdD et sont donc cohérentes. Les données concernant le bois de feu et le charbon de bois sont toutes basées sur les résultats d'une enquête effectuée dans le cadre de ce projet. Les données indépendantes sur les sources de ces carburants sont inexistantes; nous supposons donc que l'approvisionnement est égal à l'utilisation finale.

Toute représentation exacte du débit énergétique à Djibouti doit tenir compte de l'aspect international de ce mouvement. Une large part (54 pour cent en 1983) de la totalité des produits pétroliers déchargés dans le port de Djibouti est en transit vers l'Ethiopie, ou en réexportation vers la Somalie ou d'autres pays voisins; cette quantité figure sous le titre "Transit, Réexportation, etc.". La nature internationale du port et de l'aéroport de Djibouti a pour résultat d'importantes ventes de carburant de ravitaillement et de carburant d'aviation. Nous calculons une "composante intérieure" des carburants destinés aux transports. Nous prenons ensuite comme "composante internationale" la différence qui existe entre le total des ventes et l'utilisation intérieure. La composante internationale était de 25 pour cent en 1983.

Les processus de transformation à grande échelle concernent surtout la production de charbon de bois à partir de bois de feu et la production d'électricité par génératrices diesel. Les carburants utilisés pour ces processus figurent sous le titre "transformation".

Le reste du tableau représente la consommation finale intérieure (c'est-à-dire pour Djibouti même). Il faudrait remarquer que pour les carburants de marine et d'aviation, la partie "Transport" qui figure dans la catégorie "Utilisation Finale Domestique" est comprise dans les totaux indiqués précédemment sous les intitulés "Ravitaillement" et "Aviation". La répartition entre "intérieure" et "international" est expliquée dans le texte. La partie "Transport" intérieure comprend aussi les carburants consommés par les secteurs industriel et commercial à des fins de transport. Ainsi, la "Consommation Industrielle" est l'énergie consommée par les machines industrielles (grues, mélangeurs, fours, etc.). La consommation gouvernementale est répartie sur chaque secteur. L'énergie consommée dans les bâtiments administratifs figure avec la "consommation commerciale". Il faut noter que, comme il y a

moins de 400 ha de terres cultivées à Djibouti, les dépenses énergétiques pour l'agriculture sont négligeables. Nous n'avons donc pas inclus de ligne pour l'agriculture. "Militaire" comprend l'énergie utilisée par l'armée française, aussi bien que par l'armée nationale de Djibouti (encore que les carburants d'aviation et de ravitaillement soient compris dans la partie "International" de ces carburants). "Autres" dans le cas du diesel et du mazout représente la différence entre les chiffres de consommation qui nous ont été donnés par l'EdD et les chiffres des ventes à l'EdD, qui nous ont été donnés par les compagnies pétrolières; nous assumons que ces quantités représentent les changements survenus dans les stocks. "Autres" dans le cas de l'électricité représente l'éclairage public.

La Figure 2-4 est une représentation graphique des données figurant dans la balance énergétique nationale pour 1983. Le schéma donne toutes les fluctuations énergétiques à Djibouti par catégories intitulées "Importations et Production" à gauche, "Consommation Brute et Transformation" au centre et "Consommation Finale" à droite. Les importations pétrolières ont totalisé 629 230 TEP. Un pourcentage inconnu de charbon de bois a probablement été importé; nous avons fait figurer toute la production de charbon de bois dans la colonne nationale en raison de ce manque de données sur les importations. La production de bois de feu est donc donnée comme étant 16 500 TEP, entièrement nationale, dont une partie est utilisée directement et une autre convertie en charbon de bois. La grande majorité des importations pétrolières (520 781 TEP) a été réexportée (83 pour cent).

Une partie de l'énergie est convertie en électricité et une autre est consommée directement par les différents secteurs de l'économie. Le schéma les répartit en "Industrie", "Transports" et "Résidentiel, Commercial et Gouvernemental". Les rendements d'utilisation finale ont été estimés à 40 pour cent pour l'industrie, 16 pour cent pour les transports et 46 pour cent pour la troisième catégorie, qui a surtout trait à l'énergie utilisée dans les bâtiments. Il faudrait souligner que ces rendements sont ceux qui proviennent de la Première Loi des Rendements (voir le chapitre traitant de "Rendements de Consommation Finale"). La division qui en résulte, en "chaleur et travail utiles" et "pertes" ne doit donc être utilisée que comme un moyen de visualisation de l'ampleur de ces deux quantités; les "pertes" ne sont pas toutes récupérables, quelles que soient les mesures prises. Quoi qu'il en soit, des quantités appréciables peuvent être récupérées.

Le lecteur doit aussi noter que, bien que les transports constituent une part importante de la "consommation finale", plus des deux tiers de cette consommation a été utilisée par les secteurs des transports aérien, ferroviaire et maritime qui échappent, en bonne part, au contrôle de Djibouti. Les économies d'énergie dans le domaine des transports seront réalisables surtout dans le secteur du transport routier.

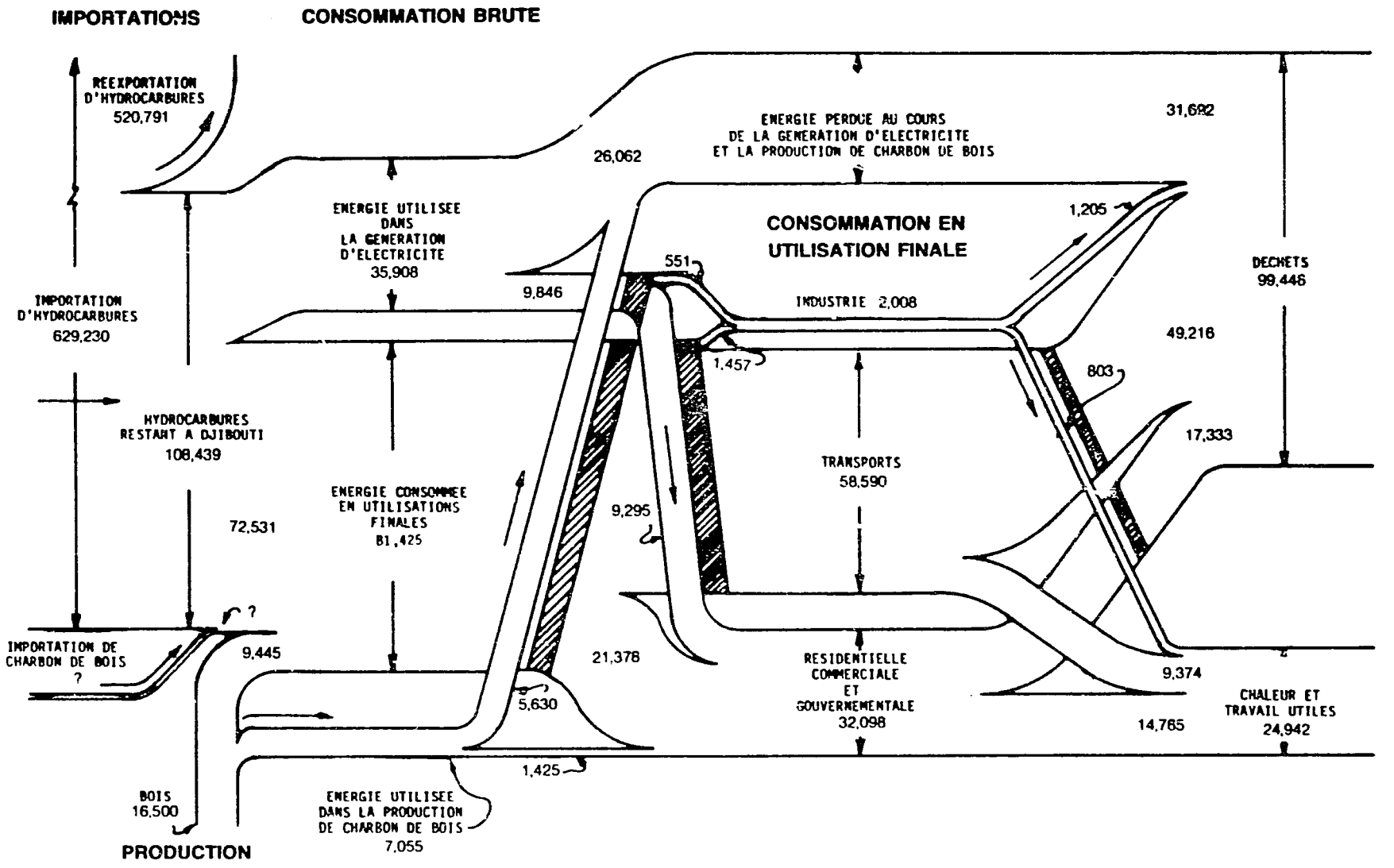


Figure 2-4. Débit d'Energie dans l'Economie Djiboutienne
(Tous les chiffres sont en TEP)

(Correspond à la Figure 2-35, Version Anglaise)

SECTION 3

POLITIQUES, PRIX ET INSTITUTIONS ENERGETIQUES

CHAPITRE I: INTRODUCTION
CHAPITRE II: POLITIQUES
CHAPITRE III: LA POLITIQUE ENERGETIQUE NATIONALE ACTUELLE DE DJIBOUTI
CHAPITRE IV: COUT DE L'ENERGIE ET STRUCTURES DES PRIX
CHAPITRE V: POSSIBILITES GOUVERNEMENTALES

CHAPITRE I. INTRODUCTION

Comme l'énergie est un élément crucial pour tout processus, de la fabrication industrielle et la construction à la cuisson des aliments et à la climatisation, les politiques énergétiques affectent tous les aspects de l'économie, de la balance des paiements et la composition du PIB à la qualité de la vie des individus.

Les objectifs d'une politique énergétique nationale bien pensée sont de:

1. Porter au maximum le bien-être social et culturel;

2. Encourager la répartition équitable des sources d'énergie;

3. Accroître le rendement économique;

4. Porter au maximum l'accès aux ressources énergétiques; et

5. Réduire la vulnérabilité aux interruptions externes ou internes en approvisionnement.

En général, l'objectif de toute politique énergétique nationale est de réduire les coûts (tant sociaux qu'économiques) de la fourniture des services et de la satisfaction des besoins de base.

Une politique énergétique nationale se compose de politiques énergétiques individuelles qui comprennent: 1) subsides; 2) taxes et tarifs; 3) quotas; 4) réglementation des prix, sites, performances et attribution de licences; 5) information et dissémination; 6) recherche; 7) propriété; 8) structure des prix; et 9) l'établissement d'institutions chargées de prendre les décisions concernant l'énergie. Une stratégie énergétique est un ensemble de politiques énergétiques intégrées qui dirigent le pays vers la réalisation de son développement national.

Dans cette section, nous présentons une série d'options en politiques énergétiques et leurs effets généraux, suivies d'une discussion des politiques, prix et institutions relatifs à l'énergie qui existent actuellement à Djibouti.

CHAPITRE II. POLITIQUES

INSTITUTIONS ENERGETIQUES ET PRISES DE DECISIONS

La conception et l'application d'une stratégie énergétique (autre que le laissez-faire) requiert les activités institutionnelles suivantes:

1. La collecte et l'analyse des données énergétiques par un personnel formé à cette tâche

2. La coordination des personnels s'occupant du secteur énergétique (institutions s'occupant d'énergie, importateurs d'énergie, distributeurs et utilisateurs finaux)

3. La coordination des besoins et des objectifs du secteur énergétique avec les objectifs d'un plan de développement national

4. L'énoncé de politiques énergétiques

5. La gestion et la surveillance de ces politiques.

Ces activités sont normalement coordonnées par une agence nationale de l'énergie et menées à bonne fin par diverses institutions spécialisées en énergie. L'objectif principal d'une telle agence est de rassembler toutes les informations disponibles et de les incorporer dans un processus de prise de décisions qui tienne compte des besoins et objectifs nationaux, régionaux et ceux des individus.

POLITIQUES DES PRIX

Les objectifs principaux d'une politique des prix de l'énergie devraient consister à encourager les utilisateurs à éliminer tout gaspillage énergétique et à effectuer des choix énergétiques basés sur les coûts sociaux et économiques véritables de l'utilisation de l'énergie. Les politiques des prix peuvent, en outre, servir un but égalitaire aussi bien qu'encourager la croissance de certains secteurs de l'économie, mais on considère généralement qu'il est économiquement plus rentable de traiter de ces questions avec d'autres mesures.

Les outils de toute politique des prix sont les taxes et les subsides. Les taxes servent deux objectifs importants: elles découragent la consommation des combustibles qui en font l'objet, et elles apportent des revenus au gouvernement. D'un autre côté, les subsides peuvent servir à encourager l'utilisation de combustibles particuliers ou à faciliter l'accès de certains groupes à faible revenu ou de commerces et d'industries à une source énergétique donnée. Les subsides requièrent que le gouvernement abandonne ou dépense certains revenus. Toute discussion approfondie

des taxes et subsides dépasse la portée de ce document; cependant, ceci n'empêche pas l'étude de certaines options dans ce chapitre.

Plusieurs options de politiques des prix sont abordées ci-après. Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive, mais elle illustre les types de choix qui peuvent être envisagés.

Tarification au Prix Coûtant

Si l'on ne tient pas compte des facteurs extérieurs (qui sont analysés ci-après), une façon de déterminer les prix consiste à prendre le coût réel de l'importation (ou de la production) et de la redistribution de l'énergie. Ce prix peut aussi inclure un paiement couvrant les frais de recherche, de développement et administratifs -- qui font aussi partie des coûts réels de la fourniture d'énergie.

Tarification Relative

Le prix d'un combustible peut être fixé à un niveau plus élevé que celui d'un autre afin d'encourager une plus grande utilisation du combustible moins cher, surtout si les combustibles peuvent être interchangeables. Le changement d'utilisation de combustible se fait en faveur du combustible le moins cher. A Djibouti, un tel changement est en cours entre l'essence et le diesel, en raison du rapport de leurs prix. Bien que leurs coûts réels soient presque identiques, le prix de l'essence est fixé à un niveau presque deux fois supérieur à celui du diesel. L'intention est de fournir un carburant bon marché destiné aux transports publics et aux activités commerciales, mais il en résulte une tendance plus générale vers l'importation des véhicules diesel. Etant donné les prix plus élevés à l'achat des véhicules diesel et la plus grande consommation de diesel qui en résulte, car il est meilleur marché, il n'est pas évident que ce changement soit nécessairement un bien pour le pays.

Structures des Tarifs d'Electricite

La tarification de l'électricité suit les mêmes principes que celle des autres combustibles, mais comme le coût de la production de l'électricité varie en fonction de la période de la journée, des saisons et des besoins de chaque consommateur, tout ensemble de prix équitables de l'électricité doit être tout aussi complexe.

Pour obtenir une tarification qui reflète le coût réel de la production électrique, il faut utiliser une tarification à la marge. Le coût de production de tout kilowatt-heure supplémentaire consommé est plus élevé durant les périodes pendant lesquelles l'électricité est consommée parce que la capacité de production de période de pointe doit être prête à prendre le relai pour de telles périodes. Pour incorporer aux prix le coût de la production en période de pointe, on peut utiliser soit la méthode de tarification en fonction de la période de la journée (faire payer

davantage pendant les périodes de pointe de la demande) ou les taux de tranches inversés. Un taux de tranche inversé consiste à faire payer un prix plus élevé par kWh au fur et à mesure que le client consomme davantage d'électricité. Ces deux techniques de tarification contribuent à réduire la demande en période de pointe, ce qui est d'importance capitale, car cette demande de pointe détermine la capacité de production que la compagnie électrique doit acheter et maintenir. Etant donné que la charge équivaut aux demandes satisfaites, réduire la demande de pointe est une forme de gestion de la charge.

Plusieurs structures des prix et techniques de gestion de la charge électrique utilisées en divers endroits du monde sont présentées ci-après:

Tarifs uniformes. La forme de tarification la plus simple et la plus facilement compréhensible par le consommateur est le tarif uniforme par kilowatt/heure. Comme le tarif uniforme ne tient pas compte de la nature multiple des coûts, il n'est pas considéré comme étant la meilleure façon de faire payer l'électricité. Il pourrait être rationnel de faire payer un tarif unique aux membres d'une catégorie donnée de consommateurs dont les facteurs de charge individuels ne sont pas très différente les une des autres, à condition que cette catégorie ne constitue qu'une proportion négligeable de la demande, ou qu'elle soit couverte par l'imposition d'une surtaxe.

Tarifs spéciaux pour service minimum pour soutenir la vie. Ce barême est destiné à récompenser ou à apporter un subside aux clients qui ne consomment que très peu d'électricité, en leur en fournissant suffisamment pour qu'ils puissent satisfaire leurs besoins essentiels à un prix abordable. Ce barême a aussi pour objectif de décourager la surconsommation, en imposant des tarifs plus élevés pour toute énergie consommée, et qui dépasse ce dont on peut avoir raisonnablement besoin pour satisfaire les premières nécessités de la vie. Cette structure est essentiellement celle d'un tarif dégressif inversé dont la première tranche souscrite bénéficie d'un subside. Une fois que la première tranche a été utilisée, les prix de toute électricité supplémentaire consommée augmentent.

Tarifs à deux parts (tarifs Hopkinson). Ce type de barême tient compte du facteur de charge de chaque consommateur. Ce barême consiste à facturer au consommateur chaque mois (ou chaque trimestre, ou chaque année) une somme donnée par kilowatt de demande maximale, plus un taux fixe par kilowatt/heure. Le premier élément de ce barême est conçu pour le réglement de la composante "capacité de demande" due à la consommation de pointe du client (en sus des charges fixes), et le second élément assure le réglement de la consommation totale variable dans les limites fixées par la demande maximale.

Le barême Hopkinson convient aux consommateurs moyens et importants. Les coûts d'appareils de mesure de demande maximale sont

justifiés pour les gros consommateurs. Ce barême est conçu de façon à inciter les consommateurs à améliorer leur facteur de charge.

Tarifs tout compris. Les tarifs tout compris ont été spécialement conçus pour encourager la conservation de l'énergie par les familles et les établissements commerciaux. Il s'agit d'un tarif en deux parties comportant un faible prix variable au kilowatt/heure, mais dont, pour éviter l'installation de matériel cher afin de mesurer la demande maximum (comme c'est le cas pour le tarif à deux parts), l'élément fixe est déterminé en fonction d'un paramètre indirect, lequel, pense-t-on, a quelque chose en commun avec la demande maximum du consommateur. De tels paramètres indirects comprennent:

- Valeur énergétique de l'abonnement (kVA)
- Dimension de la maison
- Valeur de la maison (évaluation fiscale)
- Revenus de l'abonné
- Type d'entreprise commerciale

Tarifs hors-pointe (tarifs dépendant de l'heure d'utilisation). Etant donnée l'importance de l'élément temps de charge, il peut être bon qu'une compagnie électrique offre des tarifs attrayants aux consommateurs qui utilisent l'électricité en dehors des heures de pointes du système, de façon à encourager l'amélioration du facteur de charge du système et une meilleure utilisation de la centrale, ainsi que des systèmes de transport et de distribution de l'électricité. Un tarif Hopkinson encouragera essentiellement le consommateur à améliorer son facteur de charge, mais si la demande maximale du consommateur ne coïncide pas avec la charge de pointe du système, cette amélioration individuelle ne se traduira pas nécessairement par un meilleur facteur de charge du système; au contraire, il pourrait peut-être l'aggraver.

A Djibouti les tarifs dégressifs et tout compris actuellement pratiqués par l'EdD encouragent les consommateurs à accroître leur consommation énergétique, mais ne font aucune différence quant à l'heure à laquelle cette consommation accrue se produit.

Variations été-hiver (Tarifs saisonniers). Des mesures ont été prises par de nombreuses compagnies d'électricité pour l'application d'un barême tenant compte du moment de l'utilisation de l'électricité par la mise en place de tarifs différentiels été-hiver dans certains cas. Ceci s'est généralement produit dans les régions à forte période de pointe en été parce que la charge énorme constituée par la climatisation entraînait une baisse des facteurs de charge et l'augmentation subséquente des coûts. L'EdD envisage actuellement d'appliquer des prix saisonniers afin de réduire la demande de pointe durant les mois d'été.

Si des tarifs dépendant du moment de l'utilisation étaient adoptés, il n'y aurait pas besoin du différentiel été-hiver car il serait remplacé par un système d'établissement plus spécifique

des coûts. A Djibouti, la consommation électrique n'est pas mesurée en fonction de l'heure de la journée, et ne serait probablement pas justifiable financièrement pour tous les clients. La différence des prix été-hiver est une méthode utile de remplacement pour l'établissement d'un barême tenant compte du moment de l'utilisation et peut être directement relié à tout système d'établissement des coûts qui sera mis au point.

Tarifs interruptifs. Une autre technique de gestion de charge consiste à utiliser des "tarifs interruptifs". Avec ce barême, le consommateur a droit à une réduction s'il accepte que son électricité soit coupée les jours de forte demande. La compagnie d'électricité économise plus (en évitant d'avoir à installer une capacité supplémentaire) qu'elle ne perd, en accordant une réduction à certains consommateurs. Les tarifs interruptifs permettent d'avoir une capacité de réserve en attente et améliorent donc la fiabilité du système.

Service pour Demande Souscrite. Le Service pour Demande Souscrite (SDS) est un mécanisme de contrôle de la demande qui permet au consommateur de choisir le niveau minimum de service qui satisfera ses besoins pendant les périodes de pointe critiques du système. Par cet outil de gestion de charge, on fixe un plafond à la demande en électricité par le consommateur. En retour, celui-ci reçoit une compensation qui figure sur sa facture mensuelle, en fonction du niveau de service choisi. L'appareil servant à limiter la demande est contrôlé soit par radio, soit manuellement, et n'est activé que pendant les périodes de pointe du système. Lorsqu'il est activé, cet appareil émet tout d'abord un signal avertissant que l'électricité va être coupée et interrompt tout le courant arrivant à la maison, si le niveau de demande agréée a été dépassé. Le consommateur peut remettre l'appareil à zéro, après avoir réduit la charge totale à un niveau inférieur à celui qui a été souscrit. Des estimations de prix des systèmes SDS figurent en Annexe O.

Limiteurs de courant (similaires aux systèmes SDS). On utilise parfois un appareil connu sous le nom de limiteur de courant, non pas pour mesurer, mais pour limiter la demande maximum d'un consommateur. Ces appareils permettent à une certaine quantité de courant de passer sans interférence. Si le courant dépasse une certaine limite fixée à l'avance, son arrivée est interrompue, d'abord, en faisant clignoter les lampes, puis, par interruption de l'alimentation.

Pénalités et remises pour le facteur de puissance. Les coûts fixes et variables de l'alimentation en électricité dépendent tous deux du facteur de puissance (FP) à laquelle elle est fournie. Un facteur de puissance bas consomme davantage de courant électrique et entraîne donc des pertes et des coûts plus élevés pour le système.

Toute pénalité basée sur un faible facteur de puissance (ou tout bonus établi pour un FP élevé) peut inciter de façon adéquate les gros consommateurs commerciaux ou industriels à investir dans les

condensateurs statiques et autres moyens appropriés permettant de corriger leur facteur de puissance.

REGLEMENTATION A L'IMPORTATION DES APPAREILS ELECTRO-MENAGERS ET DE L'EQUIPEMENT

Des quotas, critères de rendement et taxes basés sur la puissance, peuvent être appliqués aux appareils électro-ménagers, à l'équipement et aux matériaux importés, de façon que seuls ceux qui ont un rendement énergétique suffisant soient importés. Les principaux appareils auxquels s'applique une telle politique sont les climatiseurs, les réfrigérateurs et les automobiles. Le matériel tel que les pompes et les machines industrielles peut lui aussi être réglementé de la même façon. On peut aussi promouvoir l'utilisation de matériaux de construction tels qu'isolant, calfeutrage et fenêtres à double vitrage par la réglementation des importations.

Il existe plusieurs types de réglementations destinées à encourager l'importation d'appareils et de matériaux ayant un rendement énergétique satisfaisant:

1. Critères basés sur la puissance ou sur un rendement énergétique minimum;

2. Taxes sur le matériel de plus grande puissance, comme les voitures à plus grosse cylindrée; et

3. Subsides ou avantages fiscaux pour l'achat d'équipement ou de matériaux à rendement énergétique satisfaisant.

La conception des critères, taxes ou subsides de ce type requiert une analyse économique des coûts ajoutés (supérieurs au coût d'équipement non rentable) par opposition aux économies, mais en tenant compte de tout coût ou bénéfice social s'y trouvant associé.

CRITERES DE PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS

En général, les bâtiments sont toujours construits pour être moins rentables du point de vue énergétique qu'ils ne pourraient l'être. Cette tendance est due essentiellement au fait que les constructeurs veulent réduire les coûts de construction et refusent de dépenser de l'argent pour installer des articles tels que isolant ou fenêtres à double vitrage qui ne sont pas immédiatement perceptibles par l'acheteur. De plus, les acheteurs veulent réduire au minimum les dépenses qu'ils doivent faire pour construire un bâtiment. Ni le constructeur ni l'acheteur ne considèrent l'engagement à long terme en consommation énergétique, que représente la construction d'un bâtiment non rentable du point de vue énergétique. Bien que cela revienne moins cher à l'acheteur de payer davantage en frais de construction et moins en factures

d'électricité, l'acheteur moyen ne verra que le prix initial, achetant le bâtiment d'habitation le moins cher qui satisfasse ses besoins.

Comme un nouveau bâtiment représente un engagement de 30 à 50 ans en consommation d'énergie, il est important qu'un gouvernement considère l'effet collectif de la consommation énergétique des bâtiments sur les importations d'énergie à long terme et sur la balance des paiements prévue.

En règle générale, les critères de performance énergétique des bâtiments requièrent que le constructeur installe certaines mesures de conservation d'énergie qui soient rentables (par exemple, isolation, pare-soleil, double vitrage, vitrière scellée, etc.). Les mesures requises devraient être évaluées sur la base du coût pour la durée de vie, comparant les économies qui peuvent être réalisées durant la vie du bâtiment par rapport aux investissements supplémentaires de départ. Les considérations sociales et macro-économiques devraient être incluses dans les coûts et les économies. Le fait important, selon lequel il est plus facile et meilleur marché de construire un nouveau bâtiment qui soit rentable au plan énergétique que de faire des travaux de modernisation après la construction d'un bâtiment, doit être soigneusement étudié.

CRITERES A APPLIQUER AUX APPAREILS ELECTRO-MENAGERS

Comme pour les bâtiments, les appareils électro-ménagers ayant un rendement énergétique supérieur coûtent plus cher à l'achat. Cependant, il est aussi possible d'arguer du fait que de tels appareils sont importants pour le bien national. Des critères minimum de rendement permissibles peuvent être fixés pour les appareils électro-ménagers, améliorant ainsi le rendement général du stock national de ces appareils.

ETIQUETTES

Pour expliquer aux acheteurs le rendement énergétique de véhicules automobiles, d'appareils électro-ménagers, ou même de bâtiments particuliers, il est possible de se servir d'étiquettes d'information. L'idée est que, si l'on donne aux acheteurs une indication de rendement énergétique par laquelle ils peuvent comparer les appareils électro-ménagers, les automobiles ou même les maisons, ils tiendront compte de la consommation énergétique lors de l'achat. De plus, un public mieux informé (grâce aux étiquettes) fera théoriquement pression sur les fabricants et les détaillants pour que ceux-ci mettent sur le marché ou vendent des produits ayant un meilleur rendement énergétique. Un exemple d'étiquetage qui a été couronné de succès est, aux Etats-Unis, celui du taux de consommation des nouveaux véhicules, déterminé par le gouvernement.

RECHERCHE ET INFORMATION

La collecte et l'analyse des données, ainsi que la recherche fondamentale et le développement jouent un rôle important dans toute politique ou tout plan énergétique national. Sans analyse et sans recherche, on ne peut pas prendre de décision informée.

L'information de l'acheteur sur le rendement énergétique constitue aussi une partie importante de toute politique énergétique, car il ne peut prendre de décision informée que s'il sait quelles caractéristiques il doit rechercher, lors de l'achat de tout appareil électro-ménager, ou machine consommant de l'énergie, ou d'une maison ou tout autre bâtiment. Comme il revient moins cher d'utiliser l'énergie à bon escient que de la gaspiller, on peut penser que l'acheteur fera un achat rentable au plan énergétique.

Les informations concernant le rendement énergétique peuvent être disséminées par le biais de divers canaux dont:

1. Les media (journaux, radio, télévision);
2. Les écoles;
3. Des organisations;
4. Les milieux d'affaires;
5. Le gouvernement; et
6. La compagnie d'électricité (jointe aux factures d'électricité).

Ces moyens peuvent être utilisés afin d'encourager un usage plus rentable de l'énergie et arriver ainsi à avoir une économie énergétiquement rentable.

Il faudrait aussi disséminer les informations concernant les coûts "réels" de l'utilisation d'énergie. Les coûts que ni les consommateurs ni les industriels ne voient sont appelés extérieurs (discutés ci-dessous). Ces coûts extérieurs proviennent des dommages causés à l'environnement, des troubles sociaux ou des coûts macroéconomiques qui ne figurent pas dans les factures énergétiques, mais sont plutôt payés par la qualité de l'environnement, la qualité de la vie et le bien-être économique national. Si les consommateurs ne voient pas ces coûts (qu'il s'agisse de facteurs extérieurs ou de coûts monétaires proprement dits), ils vont probablement consommer davantage que s'ils doivent les payer directement.

Lorsque le coût monétaire de l'énergie n'est pas réglé par le consommateur, il s'ensuit une surconsommation. A Djibouti par exemple, l'énergie fournie aux domiciles et aux bureaux d'un certain nombre d'employés du gouvernement et d'expatriés est utilisée à tort et à travers parce que ces consommateurs ne payent pas leur propres factures d'électricité. Si ces factures étaient payées directement par chaque bureau et par chaque consommateur, cette consommation baisserait probablement de façon considérable.

CHOIX DES INDUSTRIES ET COMPOSITION DE L'ECONOMIE

Le rendement énergétique d'une économie est calculé en énergie (E) par unité de PNB produite: E/PNB. Ce rapport dépend de la composition de l'économie (c'est-à-dire les importances relatives des secteurs industriel, agricole et des services), l'éventail des industries dans le secteur industriel et le rendement de l'énergie utilisée dans tous les secteurs. Le choix des industries, de même que le choix des secteurs de l'économie sur lesquels l'accent est mis, devrait donc être soigneusement étudié lors de la conception d'une stratégie énergétique nationale. E/PNB doit être réduit au minimum, en choisissant des industries qui sont les moins gourmandes en énergie, et en encourageant la croissance des secteurs ayant une forte productivité par unité d'énergie consommée.

FACTEURS EXTERIEURS

Afin de s'assurer que les prix énergétiques reflètent les coûts véritables de l'énergie consommée par l'économie et la population, il faut qu'ils comprennent les coûts réels de l'importation et de la production de l'énergie ainsi que les coûts "extérieurs". Les coûts extérieurs sont ceux qui sont imprévus et comprennent les dégâts causés à l'environnement, les effets sociaux et autre effets généraux sur l'économie du choix d'une forme particulière d'énergie ou de technologie énergétique. On pourrait prendre en exemple le "coût" de l'insécurité due à la dépendance du pétrole importé, ceux de la santé et de l'environnement, du fait de faire brûler du bois, ou le coût politique et social de ne pas fournir aux familles à faible revenu du combustible qu'ils peuvent payer pour faire cuire leurs aliments.

Bien que ces "coûts" soient très importants, ils sont difficile à quantifier. L'importance de ces facteurs dans les prix énergétiques est une décision qui doit être prise au niveau social et politique et ne peut pas l'être par des économistes ou des techniciens. Ces facteurs doivent être soigneusement pesés lors de la formulation de toute politique énergétique. Le fait qu'il est difficile d'en évaluer les coûts ne doit pas justifier qu'on ne les prenne pas en considération.

CHAPITRE III. LA POLITIQUE ENERGETIQUE NATIONALE ACTUELLE DE DJIBOUTI

La politique énergétique nationale actuelle de Djibouti est énoncée dans le rapport de la conférence des donateurs de 1983.

> ...La politique énergétique peut être résumée en deux politiques complémentaires:
>
> - le remplacement du pétrole par le développement de sources d'énergie nouvelles et renouvelables répondant aux objectifs de la loi d'orientation économique et sociale, qui sont de lutter contre la dépendance énergétique et la pauvreté dans les zones urbaines et rurales.
>
> - l'utilisation rationnelle de l'énergie répond à ces objectifs.
>
> Les efforts porteront principalement sur:
>
> - l'accroissement de l'exploration et de la production d'énergie géothermique;
>
> - le développement de sources d'énergie renouvelables;
>
> - l'accroissement des installations destinées à la production et au transport du courant électrique;
>
> - la découverte d'une source sûre et bon marché d'hydrocarbures allant de pair avec des primes à la conservation d'énergie (17)

La politique énergétique de Djibouti repose, pour une bonne part, sur un ensemble de structures de prix pour l'électricité et les hydrocarbures, permettant de fournir aux familles à faibles revenus de l'électricité et des combustibles de cuisine bon marché et qui favorise un transport utile ainsi que le développement industriel. Elle se manifeste aussi par des activités de recherche dans le domaine énergétique, de la part de l'institut national de recherche (l'ISERST) et des agences gouvernementales qui ont été créées pour formuler et appliquer les politiques énergétiques. La plus grande partie de la recherche s'est effectuée dans le domaine du développement de l'énergie géothermique et une certaine partie (aux termes du projet actuel) dans celui de la conservation de l'énergie ainsi que des ressources renouvelables.

---

(17) République de Djibouti, "Conférence des Donateurs pour Djibouti: Rapport Récapitulatif", Vol. 1, novembre 1983.

En résumé, la politique énergétique actuelle s'exprime par la recherche qui est en cours, les prix énergétiques et les structures de prix ainsi que les institutions responsables de la gestion énergétique. La recherche énergétique est abordée dans diverses parties de ce rapport et ne sera, donc, pas résumée ici. Une discussion des prix de l'énergie et des institutions djiboutiennes s'occupant d'énergie figure aux Chapitres IV et V.

CHAPITRE IV. COUT DE L'ENERGIE ET STRUCTURES DES PRIX

Il est important d'étudier soigneusement les structures des prix à Djibouti, en particulier ceux qui sont fixés par le gouvernement, parce qu'ils constituent un élément-clé de la politique énergétique de Djibouti.

Les prix élevés des produits pétroliers à Djibouti sont presque exclusivement dûs aux taxes et "ajustements" internes qui fournissent une part considérable des revenus du gouvernement. La seule exception est le GPL qui est déjà 2,5 fois le "prix marqué" à son arrivée dans le port de Djibouti.

STRUCTURE DES PRIX DES PRODUITS PETROLIERS

Combustibles Soumis au Contrôle des Prix

Le gouvernement de Djibouti, par l'intermédiaire de son Etablissement Public des Hydrocarbures (EPH), fixe les prix de vente de cinq combustibles, en se basant sur les prix de livraison au port et d'autres facteurs divers. Le Tableau 3-1 indique la plus récente structure de prix (janvier 1984) pour quatre de ces combustibles (essences super et ordinaire, kérosène et diesel). Les éléments figurant dans la catégorie "charges" (pertes, salaires, transport, etc.) ne reflètent pas avec précision les coûts de ces éléments. Cette structure a néanmoins été acceptable jusqu'à présent pour les trois importateurs de produits pétroliers.

Les autres éléments de la structure des prix demandant explication sont le "Tic", taxe fixe de 28% sur les prix des combustibles CAF (18); la "surtaxe" qui est une taxe supplémentaire fixée de façon arbitraire; et l'"ajustement" qui est aussi fixé de façon arbitraire. Ces deux derniers ont été utilisés dans le passé en tant qu'outils de politique, pour taxer plus fortement les carburants utilisés pour les véhicules privés, tout en fournissant des subsides pour le kérosène (principalement utilisé pour la cuisson des aliments) et le diesel qui, bien qu'utilisé dans tous les secteurs de l'économie, est plus important pour l'industrie, le transport des marchandises, la production électrique et le pompage de l'eau.

Le prix du cinquième combustible, le GPL, qui est vendu en "bouteilles", est lui aussi fixé par le gouvernement. Cependant, comme seules des quantités relativement faibles de GPL sont importées, et par une seule compagnie (et en quantité suffisante pour satisfaire la demande pendant 6 à 12 mois), son prix de vente au détail est fixé au moment de l'importation sur la base du prix réel de l'importation. Autrement, la structure des prix

---

(18) Le CAF comprend le coût, l'assurance et le fret.

TABLEAU 3-1

Prix Réglementés de Combustibles (en Vigueur à Compter du 4 janvier 1984)
(en FD/litre)

	super	normal	kérosène	diesel	GPL(e)
1. Prix à Quai à Djibouti					
Prix de Base (CAF)	41,80	39,80	41,80	39,50	63
Redevances Portuaires	0,32	0,31	0,35	0,12	
	42,12	40,11	42,15	39,62	
2. Taxes					
Tic (28%)	11,70	11,14	11,70	11,06	18
Surtaxe	24,50	24,50	2,00	3,00	
	36,20	35,64	13,70	14,06	
3. Frais d'Entreposage et de Livraison					
Pertes (a)	0,13	0,12	0,06	0,06	
Salaires	4,31	2,83	1,34	1,23	
Interêt sur l'emmagasinage(b)	0,84	0,80	0,84	0,78	
Administration (c)	2,28	2,19	2,24	2,12	
Dépréciation et entretien	2,48	1,65	0,77	0,77	
Transport de la zone d'entrepôt	1,76	1,76	0,44	1,76	
	11,80	9,35	5,69	6,72	
4. Marge de l'Importateur (d)	6,32	5,32	5,05	2,46	
5. Coût de distribution	0,90	0,90	--	0,80	
6. Prix de Gros	97,34	91,32	66,59	63,66	
7. Ajustement	32,26	+23,58	-16,42	+ 0,59	
8. Prix de Gros après Ajustement	129,60	114,90	50,17	64,25	
9. Marge du Détaillant	5,40	5,10	3,10	3,75	
10. Prix à la Station de Service	135,00	120,00	--	60,00	
11. Prix du Sous-Traitant	—	—	53,27	--	
12. Marge du Sous-Traitant	—	—	4,73	—	
13. Prix Maximum de Détail					
FD/litre	135,00	120,00	58,00	68,00	142
dollars US/litre	0,76	0,68	0,33	0,38	,80

* Pour les notes, voir page suivante.

TABLEAU 3-1 (suite)

Source: EPH (Etablissement Public des Hydrocarbures).

N.B.: 177 FD = 1 dollar U.S.

(a) Les pertes sont fixées à 0,7 pour cent du prix à la pompe.

(b) 2 pour cent du prix à quai.

(c) 5 pour cent du prix à quai.

(d) Super: 11 pour cent du prix à quai, plus les frais d'entreposage et de livraison.

Normal: 10 pour cent du prix à quai, plus les frais d'entreposage et de livraison.

Kérosène: 10 pour cent du prix à quai, plus les frais d'entreposage et de livraison.

Diesel: 5 pour cent du prix à quai, plus les frais d'entreposage et de livraison.

(e) Estimation basée sur des informations fournies par la compagnie Shell Oil.

TABLEAU 3-2

Prix des Carburants Réglementés pour l'Intérieur

	Prix des Carburants en FD/litre au 1er février 1983			
	Djibouti Ville	Arta/ Oueah	Ali-Sabieh/ Dikhil	Obock/ Tadjourah
Super	135	137,2	140,6	143,6
Normal	120	122,2	125,6	128,6
Diesel	63	65,2	68,6	71,6
Kérosène	58	60,2	63,6	66,6

Source: République de Djibouti, EPH, Décret Gouvernemental n° 83-0169/MCTT/EPH, février 1983.

N.B.: FD 177 = $1,00 US.

est semblable à celle des carburants mais avec une "taxe" et un "ajustement" moins importants.

Au cours des dernières années, les prix ont été plus proches des coûts réels, c'est-à-dire que les subsides ont baissé afin de compenser les pertes des années passées, durant lesquelles les subsides ont dépassé les revenus provenant de la taxe imposée sur les produits pétroliers. Dans le cas de la plus récente augmentation, ce n'est pas le public qui paye un "ajustement" supérieur (sauf partiellement dans le cas de l'augmentation du prix du diesel), mais plutôt les importateurs de produits pétroliers, dont les marges bénéficiaires ont connu des réductions supérieures à celles des coûts de leurs produits. Les tendances passées des prix des combustibles soumis au contrôle des prix, ainsi que la liste du coût par TEP de chaque combustible, figurent en Annexe D.

Prix "Intérieurs" des Produits Pétroliers

Dans ce cas, le terme "intérieur" se réfère aux régions administratives autres que celle de Djibouti. Les prix de chacun des quatre principaux produits sont fixés pour chaque région, sur la base des coûts du transport et d'autres facteurs. Les prix de 1983 qui figurent dans le Tableau 3-2 donnent une indication de l'augmentation par rapport aux prix pratiqués à Djibouti-Ville.

Respect des Prix Soumis au Contrôle

Il est important de noter que les détaillants respectent en général les prix réglementés, sauf lorsqu'ils pensent qu'ils ne rentrent pas dans leurs frais et/ou qu'ils estiment que la clientèle pourra tolérer des prix plus élevés. A Djibouti-Ville, le kérosène, habituellement vendu à 70 FD (0,40 dollar US) le litre au lieu de 58 FD (0,33 dollar US) le litre, est le seul combustible dont le prix est constamment supérieur à celui de la réglementation.

Combustibles non Soumis au Contrôle des Prix

Pour les autres combustibles, qui comprennent le mazout (utilisé par l'EdD et pour le ravitaillement), le carburéacteur A-1 et l'Avgas, le gouvernement perçoit toujours le "Tic" de 28 pour cent, mais autrement, les importateurs sont libres de vendre ces combustibles aux prix que le marché pourra supporter. Dans la plupart des cas, lorsqu'il s'agit de volumes importants, des contrats sont signés pour la livraison, mais il existe aussi des "prix comptants" pour les carburants de réserve et le carburant d'aviation, qui s'appliquent à ceux qui ont besoin de carburant en petites quantités ou dans des circonstances exceptionnelles. L'EdD signe des contrats annuels pour ses achats de diesel et de mazout.

PRIX DE L'ELECTRICITE

Le prix de l'électricité est structuré de façon à servir certains objectifs sociaux et à encourager certaines formes de consommation, tout en essayant de maintenir des revenus qui puissent couvrir les coûts de production. Nous avons donné les grandes lignes des composantes de la structure des prix de l'EdD au Tableau 3-3. Ils ont cinq grilles tarifaires différentes pour le courant de basse tension et une pour la tension moyenne (19). Chaque tarif est examiné en détail en Annexe M. Chacun possède ses propres charges fixes (ou coûts mensuels fixes) et prix au kilowatt-heure. Certaines grilles tarifaires, destinées à réduire la charge de pointe, comportent une limite maximale de puissance qui, si elle est dépassée, impose une pénalité à l'abonné (20). Les "tarifs régressifs", par lesquels le prix au kilowatt-heure

---

(19) La basse tension est, en général, le voltage électrique destiné aux domiciles, et la moyenne tension est plus généralement utilisée pour les machines et le matériel plus important dont se servent le commerce et l'industrie.

(20) La charge de pointe est celle du moment où la demande en électricité est la plus grande pour les génératrices. Il est bon de réduire la demande de pointe de façon à éviter d'avoir besoin d'une capacité de production supplémentaire.

TABLEAU 3-3

Vue d'Ensemble de la Structure des Prix de l'Electricité

		Prix de l'Electricité (FD/kWh)	
		Couche I	Couche II
Tarif I (Général)		46	--
Tarif II (Résidentiel)			
Abonnement de 1 kW		29	25
Abonnement de plus de 1 kW		37	35
Tarif III (Commercial, Governmental, et Industriel)			
A Baisse unique	(a)	46	42(b)
A Baisse double	(a)	46	42(b)
Tarif IV (Eclairage Public)		36	--
Tarif V (Cercles)			
Arta et Oueah		46	--
Autres		39	--
Tension Moyenne			
Djibouti, Arta et Oueah		32	26
Ali-Sabieh, Dikhil, Obock et Tadjourah		46	39

N.B.: FD 177 = $1,00 US.

(a) Les couches pour "Baisse double" sont plus larges que celles pour "Baisse unique".

(b) Les couches 3 et 4 pour ces tarifs sont 37 FD/kWH et 43 FD/kWH.

diminue au fur à mesure que la consommation augmente, reviennent souvent dans la structure des prix de l'EdD. Une telle structure encourage la consommation et, donc, ne convient pas à Djibouti.

En général, la structure tarifaire à Djibouti est telle que les prix sont moindres pour les petits consommateurs particuliers et les industriels. Ces tarifs les plus bas sont compensés par ceux plus élevés qui sont imposés aux autres catégories de consommateurs.

Les structures des prix de l'EdD s'accompagnent de charges de branchement qui sont différentes pour chaque barême et varient en fonction de la consommation prévue. Ces tarifs figurent en Annexe M. Ces charges fixes font que le prix au kilowatt-heure est plus élevé pour les consommateurs qui utilisent moins d'électricité.

PRIX DES COMBUSTIBLES TRADITIONNELS

Les prix des combustibles traditionnels ont été estimés durant l'enquête effectuée auprès des familles en mai 1984 et sont résumés dans le Tableau 2-6 (version anglaise, Figure 2-7). Bien que ces estimations soient basées sur un petit échantillonnage, elles peuvent être considérées comme étant représentatives des prix.

COUT DE LA CUISSON DES ALIMENTS A DJIBOUTI

Les principaux combustibles utilisés à Djibouti pour la cuisson des aliments sont le kérosène (carburéacteur A-1), le bois et le charbon de bois. Une certaine quantité de GPL et d'électricité est aussi utilisée. Le Tableau 3-4 donne une comparaison des coûts de cuisson avec chacun de ces combustibles. Il ressort de ces chiffres que le coût de la cuisson des aliments au bois de feu est supérieur à celui du kérosène, au moins pour les personnes qui doivent acheter leur bois.

TABLEAU 3-4

Coûts de Cuisson Comparatifs

Combustible	Valeur Energétique (a)	Prix de Marché 1984 (FD)	Coût par Unité d'Energie (FD/MJ)	Efficacité Supposée de la Cuisinière (en %)	Coût par Unité d'Energie transmise au Pot (FD/GJ)
Bois de Feu	16,0 GJ/ tonne	28/kg	1,75	18 (b)	
Charbon de Bois	28,9 GJ/ tonne	100/kg	3,46	27 (b)	
Kérosène	35,7 MJ/ litre	70/litre (c)	1,96	45	
GPL	24,4 MJ/ litre	142/litre	5,83	55	
Electricité	3,6 MJ/ kWh	37/kWh (d)	10,28	70	

N.B.: 177 FD = $1,00 US. Ce tableau est adapté de "Bilans de Demandes d'Approvisionnement en Energie pour la Somalie", Doernberg, Shaikh et Hayes, octobre 1982.

(a) Cf. Annexe A où les facteurs de conversion d'énergie sont discutés.

(b) Une recherche entreprise récemment a démontré que les foyers à trois pierres étaient plus rentables qu'on ne l'avait pensé. Les rendements sont fixées à 18 pour cent, plutôt que 10 pour cent, pour le bois, et 27 pour cent, plutôt que 1[illegible] pour cent, pour le charbon de bois (Doernberg, Shaikh, et Hayes).

(c) Vendu à 70 FD/litre, bien que la réglementation fixe le prix à 58 FD/litre.

(d) Tarif résidentiel pour un volume d'abonnement supérieur à 1 kW, première couche.

CHAPITRE V. POSSIBILITES GOUVERNEMENTALES

GOUVERNEMENT DE DJIBOUTI: ACTIVITES ACTUELLES DANS LE SECTEUR ENERGETIQUE

Les questions relatives aux affaires énergétiques ont été traitées par différentes agences du gouvernement de Djibouti sans organisme central de coordination. L'ISERST (Institut Supérieur d'Etudes et Recherches Scientifiques et Techniques) a la charge de tout ce qui touche à la recherche, et se penche plus particulièrement en ce moment sur la recherche en énergie géothermique et le projet des initiatives énergétiques qui est entrepris sous l'égide de l'USAID. Le Ministère de l'Industrie s'occupe particulièrement de la production et de la distribution d'énergie, par l'intermédiaire de l'EdD (Electricité de Djibouti) et de l'EPH (Etablissement Public des Hydrocarbures). Le Ministère de l'Energie tend à avoir une vue plus globale des problèmes énergétiques et de l'institutionalisation des politiques énergétiques, grâce au Service de l'Energie qui vient d'être créé. Les autres agences gouvernementales s'occupant d'énergie sont les Travaux Publics (TP) qui sont responsables de la construction de bâtiments, le Génie Rural qui fournit de l'eau aux zones rurales et le Service National de Météorologie (SNM) qui est chargé de la collecte des données météorologiques.

ISERST

L'ISERST se livre actuellement à des activités énergétiques dans deux domaines particuliers: énergie géothermique et Projets d'Initiatives Energétiques. Les travaux concernant l'exploration géothermique sont en cours. Le chef de la division des sciences de la terre de l'ISERST, un géologue, fait partie du projet et l'ISERST a récemment nommé un géophysicien et un géologue djiboutiens pour travailler sur la recherche géothermique. En outre, un ingénieur des mines djiboutien participe actuellement à un programme de formation d'une durée d'un an en Nouvelle Zélande, où il étudie le génie des réservoirs. Le reste du personnel djiboutien consiste actuellement en trois techniciens, et trois autres seront engagés dans un avenir proche. Ces techniciens seront spécialisés dans les domaines de la géophysique, la chimie, la géologie et le forage. Le reste du personnel participant au projet géothermique sera constitué d'expatriés.

Le Projet pour les Initiatives Energétiques est financé par l'AID, et VITA en est le contractant. Une personne du pays-hôte a commencé à travailler sur le projet en octobre 1983. Elle a, par la suite, suivi deux programmes de formation à l'étranger, tous deux concernant les technologies des énergies renouvelables. Le projet compte trois techniciens, dont un a suivi des programmes de formation dans le domaine énergétique en Somalie et, plus récemment aux Etats-Unis (Université de Floride, à Gainesville). Les deux autres techniciens ont surtout travaillé dans le domaine

de la collecte des données climatologiques et des technologies solaire et éolienne à petit échelle depuis leur participation au projet. Aux termes de ce projet un total de sept techniciens djiboutiens seront employés. Un plan a été mis au point pour le recrutement des quatre autres techniciens, et on recherche actuellement des candidats qualifiés.

SERVICE DE L'ENERGIE

Le Service de l'Energie a pour rôle de diriger et coordonner toutes les activités ayant trait à l'énergie à Djibouti. Ce rôle englobe en général le contrôle des études des projets énergétiques aussi bien que la coordination des aspects politique et planification du secteur énergétique.

Le Service de l'Energie fait partie du Ministère de l'Industrie et relève, donc, du Ministre de l'Industrie et du Développement Industriel à qui revient la formulation des politiques de développement dans le secteur énergétique, ainsi que la définition de la stratégie énergétique.

Le Service de l'Energie n'a malheureusement pas le personnel dont il a besoin pour remplir le rôle qui lui a été confié. Le chef du service, qui représente en fait à peu près tout le personnel professionnel, a besoin d'aide technique s'il doit atteindre les objectifs qui ont été fixés lors de la mise au point du rôle de ce service.

On s'attend à ce qu'à l'avenir la section "Etudes du Projet" de ce service prenne en charge les études et projets relevant du domaine de l'énergie. L'analyse de projets énergétiques proposés relèvera aussi de son domaine.

La section "Analyse des Données du Secteur Energétique" est chargée de créer une base de données reposant sur les statistiques énergétiques (prix, production, consommation, etc.), de surveiller les activités énergétiques et d'effectuer des recherches sur la comparaison entre diverses sources d'énergie. L'énoncé des besoins en formation dans le secteur énergétique lui revient aussi.

L'ETABLISSEMENT PUBLIC DES HYDROCARBURES (EPH)

Le rôle principal de l'EPH est d'assurer l'approvisionnement du marché national en pétrole et ses dérivés, et ce, au meilleur prix possible.

L'EPH a en outre la responsabilité de fixer et stabiliser les prix des hydrocarbures. Les procédures de stabilisation comprennent:

1. Fixer des prix plafond pour les combustibles, de façon à éviter des augmentations de prix abruptes ou répétées

2. Etablir une échelle ajustée des prix sur le marché pour les combustibles, de façon à réduire les effets des augmentations des prix sur les consommateurs à faible revenu et sur certains secteurs de l'activité économique, tels que le secteur des transports publics

3. Uniformiser les prix des combustibles à travers tout le pays, de façon que les régions intérieures puissent en profiter.

Les ressources de l'EPH destinées aux interventions ont été limitées à deux dons d'aide extérieure se montant à un total de 10 millions de dollars de la part de l'Arabie Saoudite et un autre don de la part du Koweït, en combustibles, d'une valeur de 66 millions de francs djiboutiens (0,4 millions de dollars). Cette aide n'a pas été suffisante pour permettre à l'EPH de financer des subventions. Le gouvernement a donc dû réduire considérablement ses subventions, de façon à éliminer les déficits entrainés par les efforts faits, en vue de la stabilisation des prix.

En raison de la réduction du programme de subventions, l'EPH a pour tâche principale de suivre les cours internationaux du pétrole et de faire des recommandations au gouvernement quant aux prix appropriés à appliquer à Djibouti pour les combustibles. De ce fait, il joue un rôle important dans le suivi et l'application de la politique des prix énergétiques; il peut et devrait assumer cette fonction à l'avenir.

SERVICE NATIONAL DE METEOROLOGIE (SNM)

Lorsque le Projet pour les Initiatives Energétiques a débuté, le personnel du SNM consistait en deux météorologues. On avait espéré que la collecte des données météorologiques, effectuée par le personnel ISERST/VITA pendant les deux premières années du projet pourrait être poursuivie par le SNM. Malheureusement, l'un des deux météorologues a quitté le SNM depuis. Il en résulte que le SNM n'a ni le temps ni le budget pour assumer des responsabilités supplémentaires et qu'il faut considérer que ses possibilités de collecte et d'analyse de données relatives à l'énergie sont très limitées.

GENIE RURAL

La responsabilité du ravitaillement en eau des cinq zones urbaines du pays incombe à l'Office National des Eaux de Djibouti (ONED). C'est le Génie Rural qui est chargé de l'approvisionnement en eau de tout le reste du pays.

Il existe actuellement une trentaine de puits de petit diamètre qui satisfont la consommation humaine et animale dans les zones rurales du pays; la plupart d'entre eux fonctionnent grâce à une pompe à diesel. Le Génie Rural a la responsabilité de creuser les

puits, installer les systèmes de pompage et effectuer toute réparation importante pendant la durée de vie de la pompe. D'un autre côté, l'entretien de routine incombe aux bureaux des commissaires de districts qui, en général, possèdent le personnel technique connaissant le matériel.

Le personnel du Génie Rural se compose de 21 djiboutiens (2 hydrologues, 4 techniciens de la distribution de l'eau, 5 réparateurs de pompes et 10 foreurs de puits) ainsi que de 3 ingénieurs étrangers. A la suite du fréquent non fonctionnement des points d'eau ruraux, ainsi que du coût élevé du maintien en marche des systèmes de pompes, les commissaires de district estiment que la répartition actuelle des responsabilités concernant ces points d'eau peut être améliorée. (Les problèmes ont été aggravés par la récente sécheresse.) Un soutien administratif plus important aiderait cependant à maintenir ces pompes en état de marche.

Il pourrait être difficile, dans les conditions actuelles, de créer un système complet destiné à la surveillance et à l'entretien des pompes à eau solaires et éoliennes, car cela constituerait une charge supplémentaire importante pour le Génie Rural. Une coordination étroite entre le Génie Rural, l'ISERST et le Projet pour les Initiatives Energétiques sera nécessaire avant qu'un programme d'entretien des pompes solaires et éoliennes puisse être instauré. La supervision et l'entretien des systèmes actuels de pompes à diesel devrait être passé en revue, avant l'installation de toute nouvelle pompe solaire ou éolienne.

TRAVAUX PUBLICS (TP)

Les Travaux Publics ont été récemment organisés en deux subdivisions. La première, le Service d'Infrastructure, s'occupe de la construction des routes, des ponts, etc. La seconde, le Service d'Urbanisme et Logement, traite de ce qui a trait aux problèmes urbains et à la construction de bâtiments, ainsi que le Projet de Développement Urbain qui est mis à l'égide de la Banque mondiale.

Le Service d'Urbanisme et du Logement est chargé de la mise au point et de l'application des codes du bâtiment. Le personnel actuel consiste en 26 djiboutiens (6 ingénieurs, 10 techniciens et 10 dessinateurs) et 14 étrangers (4 ingénieurs, 5 architectes et 5 techniciens).

Les TP délivrent les permis de construire et certifient que les matériaux utilisés sont bons pour la construction. Les nouveaux matériaux ne sont cependant pas très recherchés pour être testés, et normalement seuls les matériaux spécialement commandés subissent des essais. Une étude a été faite en 1977 sur l'utilisation de briques en terre contenant de l'herbe séchée ou des palmes (actuellement utilisées à As-Eyla), mais cette étude a été peu concluante.

Les TP ont fortement collaboré à l'examen énergétique de consultation et au séminaire organisés en octobre 1983 par Seymour Jarmul (qui fait partie de l'ISERST/VITA). Un technicien des TP a participé à la totalité des travaux et s'est établi une réputation de membre valable de l'équipe d'examen.

COOPERATIVES AGRICOLES ET ORGANISMES PRIVES DE VOLONTARIAT

Les coopératives agricoles opérant déjà à Djibouti-Ville, à As-Eyla, à Attar et à Mouloud sont intéressées par les systèmes de pompage solaire ou éolien. Un certain nombre d'organismes non gouvernementaux (Secours Catholique, Centre International de Développement et Recherches (CIDR), Mission de la Mer Rouge) et l'organisation française de service Volontaires du Progrès travaillent avec ces coopératives. Avec l'aide d'organisations étrangères, il serait possible d'instaurer un programme fiable de pompage solaire et éolien comprenant les essais, la démonstration et la promotion de tels systèmes. Un bon nombre des groupes susmentionnés ont déjà fait part de l'intérêt qu'ils portent à un tel programme de collaboration.

CONCLUSION

La conception et la coordination de toute strategie énergétique incorporant les politiques énergétiques, devraient provenir d'une institution administrative souple qui puisse répondre aux besoins des diverses couches de la population. Les choix politiques pourront alors être faits en se basant sur une vaste gamme de facteurs comprenant coûts et bénéfices pour les personnes et pour la nation, complexité d'application, économies en énergie et en matériel (tel que les génératrices d'électricité), pertes ou gains en rendement économique, part résiduaire, stabilité, relations sociales et vision du type de société que les djiboutiens voudraient créer.

SECTION 4

PROJECTIONS DE LA DEMANDE A VENIR

CHAPITRE I: DEMANDE A VENIR PAR SECTEUR
CHAPITRE II: DEMANDE A VENIR TOTALE: HYPOTHESE DE BASE

CHAPITRE I. DEMANDE A VENIR PAR SECTEUR

La nécessité d'avoir une politique énergétique rationnelle, bien coordonnée et soigneusement gérée, est d'autant plus importante lorsque l'on se penche sur la demande à venir en énergie. Dans cette section, nous présentons les projections concernant la demande à venir pour chacun des principaux secteurs de consommation qui ont été analysés dans la Section 2. Certaines suppositions (sur la croissance démographique, l'activité économique, le changement de carburant, etc.) sont incorporées à nos projections et expliquées dans le texte. Nous avons incorporé, lorsque nous avons pu le faire, les projections de planification des organismes s'intéressant plus particulièrement à une utilisation finale (par exemple, EdD, Chemin de Fer Djibouto-Ethiopien, Aéroport de Djibouti). La demande totale à venir est alors calculée pour chaque type de carburant en additionnant les demandes projectées pour chaque secteur. Ces demandes totales sont présentées dans le Chapitre II de la présente section.

CUISSON DES ALIMENTS A DOMICILE

Afin d'établir la demande à venir en carburants destinés aux besoins familiaux, nous avons étendu la procédure utilisée pour estimer la consommation actuelle (1984) donnée dans le Tableau 2-10 (version anglaise, Figure 2-11). Nous partons de l'hypothèse d'un accroissement démographique naturel et uniforme de trois pour cent par an. Pour obtenir une répartition régionale de cet accroissement démographique, nous estimons que la valeur absolue actuelle des populations nomades et rurales restera constante; et nous estimons qu'un tiers de la croissance naturelle attribuée à cette sous-catégorie se déplacera vers les centres urbains locaux, et les deux autres tiers vers Djibouti-Ville. Cette redistribution projetée pour la population aura pour résultat un taux de croissance plus élevé pour les centres urbains (environ 3,5 pour cent) que le taux de croissance général de trois pour cent projeté pour le pays pris comme un tout.

Nos projections concernant la demande à venir pour chaque type de carburant, sont basées sur certaines hypothèses à propos des tendances en changement de carburant et dans leur utilisation. Les multiples utilisations du charbon de bois et les quantités relativement faibles utilisées par famille, de même que la facilité de son transport (ce qui implique qu'il peut être importé d'un autre lieu, en cas de besoin), prêtent à penser que le taux d'utilisation de charbon de bois par famille ne baissera pas; nous projetons que cette utilisation par famille restera constante à travers tout le pays. La croissance du nombre total de familles crée une demande à venir en charbon de bois qui, pour l'an 2000, est de 73 pour cent supérieure à celle de 1984. La grande incertitude est de savoir si une telle demande à venir en charbon de bois pourra être satisfaite ou non, et surtout de savoir si elle peut l'être avec les ressources locales.

La pression exercée sur l'approvisionnement en bois de feu et dont nous avons déjà parlé dans le chapitre: "Utilisation Finale: Cuisson des Aliments à Domicile", de la Section 2, devrait se poursuivre et même s'intensifier. Nous estimons donc que seules les populations nomades et rurales, relativement éloignées de l'économie d'espèces, continueront à se servir du bois à des niveaux similaires à ceux d'aujourd'hui. L'usage du bois pour les cérémonies devrait, lui aussi, rester à peu près constant par famille, en raison de la nature particulière de ces évènements. Ailleurs, nous projetons une baisse du pourcentage des familles se servant du bois pour la cuisson quotidienne des aliments. Cette baisse aidera à compenser l'accroissement total de la population, et fera donc échec à la tendance générale qu'a la consommation de bois à augmenter de façon proportionnelle à l'accroissement démographique. Il n'en reste pas moins que la croissance en utilisation de bois pour usage cérémoniel entraînera une nouvelle demande suffisante pour qu'à l'an 2000 celle-ci soit légèrement plus élevée qu'actuellement (7 pour cent de plus en l'an 2000 qu'en 1984).

La demande combinée en bois de feu directement utilisé et en bois de feu converti en charbon de bois crée une quantité projetée qui sera très difficile, sinon impossible, à satisfaire avec les ressources actuelles, à moins que des mesures ne soient prises immédiatement, en vue d'améliorer ces ressources. Pour les besoins de cette évaluation, nous sommes partis de l'hypothèse, si fragile soit-elle, que la demande pour ces deux carburants sera satisfaite aux niveaux projetés. S'il n'est pas possible d'obtenir une production de bois de feu à ces niveaux, il en résultera une demande accrue en produits pétroliers de substitution.

Les baisses projetées en consommation de bois de feu pour la cuisson des aliments à domicile seront compensées par un usage accru de produits pétroliers de substitution, tels que le kérosène et le GPL (Butagaz). Nous basant sur ce qui s'est passé dans d'autres pays en développement, nous prévoyons que l'augmentation des revenus se traduira par une consommation accrue du GPL dans les familles les plus aisées. Le kérosène continuera d'être utilisé par les familles aux revenus moyens et faibles, et constituera le carburant de prédilection des familles qui devront abandonner le bois de feu pour la cuisson de leurs aliments. Les pourcentages que nous adoptons pour la pénétration de ces deux hydrocarbures sont basés sur la distribution relative des revenus des familles dans la capitale et dans les chefs-lieux des districts.

Les projections globales que nous donnons pour tous les carburants à usage résidentiel (à l'exception de l'électricité) pour 1985, 1990, 1995 et 2000 figurent dans les Tableaux 4-1, 4-2, 4-3 et 4-4. Ces projections sont ensuite résumées dans le Tableau 4-5.

TABLEAU 4-1

Utilisation Domestique des Combustibles: Projections pour 1985

Emplacement	Nombre de Familles	Pourcentage de Familles préparant la Cuisine avec:				Consommation Totale de Combustible			
		Bois	Kérosène	Butagaz	Charbon de Bois	Bois (par 10^3kg)	Kérosène (par 10^3 litres)	Butagaz (par 10^3kg)	Charbon de Bois (par 10^3kg)
Djibouti-Ville:	(23 238)								
Quartiers 1-7, Enguela et Arhiba	18 339	0	95	5	100	641	7 317	165	1 467
Plateau	2 332	0	60	40	50	82	588	168	93
Balbala	2 567	20	80	0	100	1 322	863	0	187
Cercles	5 657	45	55	0	100	6 308	1 307	0	453
Rural et Nomade	7 307	100	0	0	0	17 793	0	0	0
TOTAL	36 202	--	--	--	--	26 146	10 075	333	2 200

TABLEAU 4-2

Utilisation Domestique des Combustibles: Projections pour 1990

Emplacement	Nombre de Familles	Pourcentage de Familles préparant la Cuisine avec:				Consommation Totale de Combustible			
		Bois	Kérosène	Butagaz	Charbon de Bois	Bois (par 10^3kg)	Kérosène (par 10^3 litres)	Butagaz (par 10^3kg)	Charbon de Bois (par 10^3kg)
Djibouti-Ville:	(27 488)								
Quartiers 1-7, Enguela et Arhiba	21 739	0	90	10	100	761	8 217	391	1 739
Plateau	2 706	0	55	45	50	95	625	219	108
Balbala	3 043	20	80	0	100	1 567	1 022	0	243
Cercles	6 861	40	60	0	100	6 587	1 729	0	549
Rural et Nomade	7 307	100	0	0	0	17 793	0	0	0
TOTAL	41 656	--	--	--	--	26 803	11 593	610	2 639

TABLEAU 4-3

Utilisation Domestique des Combustibles: Projections pour 1995

Emplacement	Nombre de Familles	Pourcentage de Familles préparant la Cuisine avec:				Consommation Totale de Combustible			
		Bois	Kérosène	Butagaz	Charbon de Bois	Bois (par 10^3kg)	Kérosène (par 10^3 litres)	Butagaz (par 10^3kg)	Charbon de Bois (par 10^3kg)
Djibouti-Ville:	(32 907)								
Quartiers 1-7, Enguela et Arhiba	25 969	0	85	15	100	909	9 271	701	2 078
Plateau	3 302	0	50	50	50	116	693	297	132
Balbala	3 636	15	85	0	100	1 436	1 298	0	291
Cercles	8 440	35	65	0	100	7 385	2 304	0	675
Rural et Nomade	7 307	100	0	0	0	17 793	0	0	0
TOTAL	48 654	--	--	--	--	27 639	13 566	998	3 176

TABLEAU 4-4

Utilisation Domestique des Combustibles: Projections pour 2000

Emplacement	Nombre de Familles	Pourcentage de Familles préparant la Cuisine avec:				Consommation Totale de Combustible			
		Bois	Kérosène	Butagaz	Charbon de Bois	Bois (par 10^3kg)	Kérosène (par 10^3 litres)	Butagaz (par 10^3kg)	Charbon de Bois (par 10^3kg)
Djibouti-Ville:	(38 267)								
Quartiers 1-7, Enguela et Arhiba	30 199	0	80	20	100	1 057	10 147	1 087	2 416
Plateau	3 840	0	45	55	50	134	726	380	154
Balbala	4 228	10	90	0	100	1 163	1 598	0	338
Cercles	9 840	30	70	0	100	7 429	2 893	0	787
Rural et Nomade	7 307	100	0	0	0	17 793	0	0	0
TOTAL	55 414	--	--	--	--	27 576	15 364	1 467	3 695

TABLEAU 4-5

Combustibles à Usage Résidentiel: Résumé de la Demande Projetée

	1985	1990	1995	2000
Charbon de bois				
Tonnes	2 200,0	2 639,0	3 176,0	3 695,0
TJ	63,5	76,2	91,7	106,7
TEP	1 452,0	1 742,0	2 096,0	2 439,0
Bois Consommé lors de la Production de Charbon de Bois				
Tonnes	19 800,0	23 751,0	28 584,0	33 255,0
TJ	316,8	380,0	457,3	532,1
TEP	7 326,0	8 788,0	10 576,0	12 304,0
Bois: Utilisation Directe				
Tonnes	26 146,0	26 803,0	27 639,0	27 576,0
TJ	418,3	428,8	442,2	441,2
TEP	9 674,0	9 917,0	10 226,0	10 203,0
Bois: Total (Utilisation Directe et Equivalent Charbon de Bois)				
Tonnes	45 946,0	50 554,0	56 223,0	60 831,0
TJ	735,1	808,8	899,5	973,3
TEP	17 000,0	18 705,0	20 802,0	22 507,0
Kérosène				
M^3	10 075,0	11 593,0	13 566,0	15 364,0
TJ	359,5	413,6	484,0	548,2
TEP	8 262,0	9 506,0	11 124,0	12 598,0
GPL				
Tonnes	333,0	610,0	998,0	1 467,0
TJ	15,0	27,6	45,1	66,3
TEP	395,0	723,0	1 183,0	1 739,0

N.B.: La différence entre les chiffres du contenu énergétique du charbon de bois et ceux du "bois consommé pour la production de charbon de bois" provient de la perte énergétique du processus de conversion.

ELECTRICITE

Les prévisions de demande du secteur électrique de Djibouti sont une composante importante de toute projection concernant la demande énergétique totale du pays. De telles prévisions influenceront la planification de toute capacité additionnelle et seront à leur tour influencées par d'éventuels changements des niveaux de consommation et de tendances à la consommation pouvant résulter de l'application de nouvelles structures tarifaires, de nouvelles technologies ainsi que des programmes de conservation et de gestion des charges.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour produire une prévision de la demande à venir. On peut, par exemple, se servir de données historiques pour obtenir une estimation des tendances futures, soit en poursuivant une tendance existante, soit en s'en éloignant de façon réfléchie. D'un autre côté, une prévision peut provenir des estimations concernant diverses catégories de consommateurs; ces estimations seraient basées sur les tendances ou sur les objectifs à long terme fixés par le gouvernement (par exemple, plans de développement industriel, développement agricole, ou nouvelles constructions de logements). Une autre technique consiste à utiliser les directives économiques nationales (par exemple, croissance du Produit National Brut ou taux de croissance d'un plan national de développement) pour prévoir la demande énergétique. Cependant, cette dernière méthode requiert une certaine connaissance du lien qui existe entre la croissance énergétique et les indicateurs choisis. L'hypothèse selon laquelle un tel lien existe a été fortement mise en question ces dernières années (21).

L'EdD met au point ses prévisions de marché en se basant sur l'analyse des tendances historiques, en y incorporant l'impact des principaux projets sur l'avenir à moyen terme. Les prévisions présentées dans le présent rapport sont basées sur les prévisions de juin 1984 de l'EdD pour diverses catégories de services. Ces prévisions sont modifiées pour tenir compte d'une demande non satisfaite d'environ 8 MW.

Nous avons déterminé que cette demande non satisfaite existe, sur la base d'une comparaison entre la demande de pointe réelle du système (près de 32 MW en juillet 1984) et la capacité disponible actuellement qui n'est que de 34 MW. Le système fonctionne à

---

(21) Schipper, et al, "Conservation Energétique dans le Secteur Moderne du Kenya: Progrès, Possibilités et Problèmes" (Article de Discussion, Série "Energie dans les Pays en Développement"), Washington, D.C.: Ressources pour l'Avenir, Mai 1982.

l'heure actuelle sans marge de réserve. Des entretiens que nous avons eus avec les responsables de l'EdD nous ont amenés à estimer qu'environ 4 MW en demande non satisfaite sont dûs aux pannes récurrentes, et 4 autres MW aux clients en attente de branchement (comme c'est le cas pour le projet de logement de Balbala). L'addition de ces deux sommes nous donne le total de 8 MW.

Grâce à l'installation de deux nouvelles unités de production de 15 MW qui doivent entrer en service fin 1984 ou début 1985, la demande non satisfaite pourrait l'être dans les deux ou trois prochaines années. Des prévisions modifiées, basées sur ces données, ont été mises au point pour le système de Djibouti-Ville où la demande non satisfaite le sera d'ici à 1986, alors que le taux de croissance de la demande estimé dans les prévisions de l'EdD reste inchangé. Ces prévisions figurent dans le Tableau 4-6.

Afin de préparer les prévisions en utilisation énergétique pour les années à venir, nous avons dû partir de certaines hypothèses concernant le facteur de charge du système (22). Le facteur de charge du système de l'EdD a varié, dans le passé, entre 52 et 55 pour cent. Nos estimations supposent que le facteur de charge du système restera à 55 pour cent jusqu'à la fin de 1989, qu'il augmentera ensuite pour atteindre 56 pour cent en 1990, et 58 pour cent d'ici à 1995 et 2000, et ce, à la suite d'une meilleure utilisation des installations de production électrique, meilleure gestion des charges et de l'application de certains programmes de conservation. Nous avons estimé que les pertes en transmission, distribution et production resteront à leur niveau actuel de 18 à 20 pour cent.

Les ventes énergétiques nettes pour les différents secteurs de charge sont basées sur une projection d'une répartition moyenne passée obtenue à partir de données fournies par l'EdD. Les pourcentages des ventes nettes par secteurs ont été calculés comme suit:

Résidentiel	34,0%
Commerce et gouvernement	21,2%
Autres clients importants	37,8%
Industrie	5,6%
Eclairage public	1,4%
	100,0%

(Il faut noter qu'outre l'électricité utilisée pour le pompage de l'eau, la plus grande partie de l'utilisation, dans les catégories "Commerce et gouvernement" et "Autres clients importants", peut être considérée comme servant dans les "Bâtiments".) Les

---

(22) Le facteur de charge est défini comme étant le rapport entre la production totale réelle d'énergie à un moment donné et le total de l'énergie pouvant être produite, si, au cours de la même période, tout le matériel de production fonctionnait à une demande de pointe.

TABLEAU 4-6

Electricité: Prévisions de la Demande de Pointe du Système (MW)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Prévisions EdD	36,1	39,7	43,3	47,2	51,3	55,3	73,8	98,0
Charge Totale Branchée Non-Desservie	4,0	4,0	--	--	--	--	--	--
Prévisions Modifiées pour la Demande	40,1	48,1	52,4	57,1	62,0	66,8	89,1	118,3

projections des ventes totales à venir dans le domaine énergétique ont été préparées à partir de ces pourcentages. Ces prévisions en utilisation énergétique à venir par secteur (en GWh) figurent dans le Tableau 4-7.

La question de savoir comment l'EdD augmentera sa capacité de production afin de pouvoir satisfaire cette demande à venir prévue est examinée dans une autre étude; dans cette évaluation, nous nous sommes occupés des exigences énergétiques qui proviendront d'une telle demande. Pour convertir la production totale prévue pour les années à venir en unité énergétique commune que nous avons choisie, les tonnes d'équivalent pétrole (TEP), nous partons d'un rendement général de conversion de 36 pour cent, pour la production électrique (23). Ce rendement reflète une légère amélioration par rapport au rendement actuel du système qui est d'environ 33 pour cent. Pour faciliter les choses, nous avons pris pour hypothèse que les TEP qui en résultent, proviennent toutes de mazout. (Nous sommes conscients de ce qu'en fait un petit pourcentage de ce total sera du carburant diesel.) Ces projections sont résumées dans le Tableau 4-8.

---

(23) Le rendement de conversion est défini comme étant le rapport entre l'énergie contenue dans l'électricité produite et l'énergie contenue dans les combustibles utilisés pour cette production.

TABLEAU 4-7

Prévisions de Production et de Vente (GWh)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Production Totale	193,2	231,7	252,5	275,1	298,7	327,7	452,7	601,0
Pertes du Système	34,7	41,7	45,4	49,5	53,8	59,0	81,5	108,2
Ventes Nettes	158,4	190,0	207,0	225,6	244,9	268,7	371,2	492,8
Utilisation Finale: Bâtiments Résidentiel	53,86	64,60	70,38	76,70	83,26	91,36	126,21	167,55
Commercial et Administratif	33,6	40,28	43,88	47,83	51,92	56,96	78,69	104,47
Autres Clients Importants	59,87	71,82	78,25	85,28	92,57	101,57	140,31	186,28
Utilisation Finale: Industrie	8,87	10,64	11,60	12,63	13,71	15,05	20,78	27,59
Utilisation Finale: Eclairage Publique	2,21	2,66	2,90	3,16	3,43	3,76	5,20	6,90

TABLEAU 4-8

Electricité: Projections de la Demande Totale à Venir

	1985	1990	1995	2000
Production Electrique				
GWh	193,2	327,7	452,7	601,0
TJ	695,2	1 179,5	1 630,0	2 163,8
Equivalent Pétrole Nécessaire à la Production Electrique				
TJ	1 932,0	3 277,0	4 528,0	6 010,0
TEP (10^3)	44,2	74,9	103,6	137,4

N.B.: Nous envisageons un rendement général de conversion de 36 pour cent pour la production avec le système à venir; ce rendement reflète une amélioration d'environ 33 pour cent par rapport au rendement actuel.

INDUSTRIE

La demande énergétique à venir dans le secteur industriel a deux composantes principales: 1) la demande à venir pour l'industrie existante, et 2) la demande résultant des projets de développement à venir. La partie de chaque composante qui traite de la demande en électricité figure dans la section précédente; ce qui suit est une discussion de la demande à venir pour l'industrie en ce qui concerne les autres combustibles.

A l'heure actuelle, la demande en combustible de la part du secteur industriel est assez faible. Nous estimons que la consommation pour 1983 a été de 1 700 mètres cubes de diesel (60,9 TJ, soit 1 394 TEP). Cette demande devrait croître au même taux que la population, soit 3 pour cent par an; les estimations concernant la demande à venir jusqu'à l'an 2000, due à l'industrie en place, figurent dans le Tableau 4-9.

Alors que l'activité industrielle à Djibouti est minime, il en est prévu bien davantage. Nous incluons dans la catégorie industrie toute une gamme de projets de développement dont la plupart impliquent une phase de construction relativement importante. Les projets de développement ont des impacts divers sur la consommation pétrolière, aussi bien que sur l'économie. Alors que les données d'application concernant la plupart de ces projets proposés ne sont pas disponibles actuellement, il est possible de faire des estimations approximatives à la lumière de l'importance des investissements envisagés, de même qu'au type de développement prévu (par exemple, industriel, travaux publics, agricole, etc.). Le Tableau 4-10, basé sur le programme d'investissement du gouvernement, révisé en juin 1984 à la suite de la Conférence des Donateurs de 1983, donne un résumé des projets de développement de divers secteurs, qui seront pour la plupart financés par les donateurs. On s'attend à ce que l'investissement réel dans ces projets atteigne une moyenne d'environ 15 milliards de FD (84,7 millions de dollars US) par an, soit de 15 à 20 pour cent du produit intérieur brut (PIB) du pays. Si l'on considère les contraintes imposées par les transports, les ressources minimes en matériel de construction pouvant fonctionner et la pénurie de main-d'oeuvre qualifiée ou non, et les délais qui se sont intervenus dans l'application de récents projets de développement, on peut prévoir que les délais de développement impliqués par le Tableau 4-10 seront prolongés ou même différés de quelques années. Mais jusqu'à ce que ces délais soient rendus publics, la planification doit se faire sur la base des meilleures informations disponibles.

Pour chaque projet financé, il faut considérer trois aspects particulièrement importants pour cette analyse: 1) les importations et exigences énergétiques de toute construction; 2) les effets sur les importations et sur l'énergie de toute installation, une fois que celle-ci entre en service, et 3) les effets globaux des projets de développement prévus sur les prévisions économiques de

TABLEAU 4-9

Industrie: Projections de la Demande à Venir pour l'Industrie Actuelle

	1985	1990	1995	2000
Diesel				
M^3	1 804	2 091	2 424	2 811
TJ	64,7	75,0	86,9	100,8
TEP	1 479	1 715	1 988	2 305

N.B.: En partant de l'hypothèse d'un taux de croissance pour l'industrie de 3 pour cent, équivalent à celui de la population.

TABLEAU 4-10

Programme d'Investissement dans les Projets de Développement

Secteur	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Approvisionnement en Eau	200	287	678	499	72	20
Agriculture	310	360	350	281	320	200
Bovins/Pêche	330	335	1 540	1 695	530	80
Energie	3 150	3 240	3 060	2 130	550	-
Industrie	1 000	570	285	3 120	2 195	2 390
Tourisme	1 000	1 000	60	287	135	-
Transport	2 490	4 070	4 365	6 585	6 540	2 000
Télécommunications	450	880	1 760	1 670	320	315
Développement Urbain	3 160	2 065	2 465	2 463	1 400	2 900
Formation	370	160	1 165	2 502	3 691	4 378
Santé Publique	950	300	210	170	620	690
TOTAL	13 410	13 267	15 938	21 402	17 093	12 973

N.B.: 177 FD = $1,00 US.

base. Les effets énergétiques sur le programme général de développement de Djibouti seront étudiés dans cette section; l'impact sur l'économie du pays le sera dans la Section 5.

Phase de Construction

C'est surtout dans les transports et dans les importations que l'impact énergétique se fera sentir lors de la phase de construction. Le transport des ouvriers et des matériaux de construction, ainsi que le fonctionnement des machines entrainent une consommation de diesel. Comme une importante quantité de matériaux doit provenir de l'extérieur de Djibouti, le carburant de ravitaillement est consommé par son transport. Pour le calcul des coûts annuels en combustibles, nous avons inclus le coût de l'utilisation directe des combustibles pour la construction, le coût en combustibles de l'importation des matériaux de construction et le coût en combustible des produits d'importation achetés avec les salaires plus élevés provenant de ces projets (voir Annexe E pour les détails de ces calculs).

Phase Opérationnelle

Si l'on part de l'hypothèse que la construction démarre en 1984, la production d'une des industries les plus petites pourrait débuter dès 1985. Les importations de combustibles (aussi bien pour l'électricité que pour le processus industriel) augmenteront encore plus, de même que les importations de pièces de rechange et certaines matières premières. Mais en même temps, il y aura diminution de l'importation des produits finis, au fur et à mesure que ceux-ci seront produits sur place.

Lorsque l'on ne possède pas de détails précis sur les installations industrielles, il est très difficile de quantifier les mouvements des produits que nous venons de mentionner. Des estimations suffisantes pour satisfaire les objectifs de cette évaluation peuvent cependant être faites. L'étude des projets particuliers qui sont prévus révèle qu'environ 20 pour cent des investissements annuels seront consacrés aux projets industriels. Les industries auront pour objectif de réduire les importations. Les économies de combustibles résultant du remplacement de certains produits d'importation par des biens produits localement viendront compenser la demande accrue en combustibles par les industries, de même les coûts en combustibles de l'importation de certains produits. Ces importations augmenteront en fonction des revenus provenant des emplois créés.

La phase de construction devrait avoir lieu entre 1984 et 1989, si l'on se fie au programme de financement établi pour 1983 à 1988. Pour notre analyse, nous ne tenons compte de l'impact de la construction sur la consommation de combustibles que jusqu'à la fin de 1989. On peut, en fait, s'attendre à ce que d'autres constructions aient lieu, mais étant donné le manque d'informations concernant ces activités après 1989, nous avons choisi de n'inclure que les impacts de projects connues. Etant donnée la

nature de nos hypothèses concernant l'investissement (c'est-à-dire qu'une moyenne annuelle de 15 milliards de FD (84,7 millions de dollars US) sera investi durant la phase de construction), notre analyse indique un impact égal sur la consommation de combustible pour chaque année.

Les impacts sont calculés comme étant le résultat direct de l'investissement pour toute année donnée, et sont, donc, indépendants des investissements des autres années.

D'un autre côté, les conséquences des investissements productifs, durant leur phase opérationnelle, sont cumulatives, ces industries continuant à affecter la demande en combustible bien des années après que les investissements qui les ont créées aient été versés. Il s'ensuit que ces impacts sont relativement peu importants au départ et croissent ensuite. Les besoins directs en combustibles pour les projets industriels vont s'accroître de façon accentuée après 1990, époque à laquelle la cimenterie prévue devrait devenir opérationelle.

Le Tableau 4-11 résume le total de la demande en combustibles qui résultera des projets de développement prévus. Ces chiffres sont basés sur les calculs figurant en Annexe E.

Nos projections concernant le total de la demande industrielle future, qu'il s'agisse de celle qui existe actuellement ou des projets de développement, sont résumées au Tableau 4-12.

TRANSPORTS

La croissance future du secteur des transports dépendra du succès avec lequel Djibouti arrivera à se promouvoir en tant que centre régional de transport, de même que de la croissance de la population locale et de l'activité économique. Etant donné le manque de ressources naturelles pouvant stimuler la croissance économique, le gouvernement s'est tourné, à juste raison, vers le développement du pays en tant que centre de service régional, non seulement pour les transports, mais aussi dans les domaines bancaire et des télécommunications. Le port, et plus particulièrement l'aéroport, ont leur place dans ce plan général qui consiste à offrir aux transporteurs des installations modernes et bien équipées.

Activités Portuaires

Le port de Djibouti subi actuellement d'importants travaux de modernisation. Un entrepôt réfrigéré a été ajouté et des installations pour conteneurs sont en cours de construction. On ne sait pas très bien si ces améliorations augmenteront les activités du port de façon sensible, mais elles permettront certainement à Djibouti de concurrencer de façon efficace d'autres ports proches. Il faut aussi reconnaître que l'activité portuaire dépend

TABLEAU 4-11

Développement industriel à venir: Résumé de la demande en combustibles (a) (TEP)

	1985	1990	1995	2000
Impact de la Phase de la Construction (b)				
Diesel	12 807	-	-	-
Mazout	7 220	-	-	-
Impact de la Phase Opérationnelle (c)				
Diesel	381	1 929	7 606	13 279
Mazout	1 142	5 786	22 818	39 835
Demande Totale				
Diesel	13 188	1 929	7 606	13 279
Mazout	8 362	5 786	22 818	39 835

(a) Venant de l'Annexe E.

(b) Programme d'investissement prévu pour 1983 à 1988 inclus; les activités de construction devraient donc être terminées en 1990.

(c) On s'attend à ce que la demande en combustibles augmente considérablement après 1990, lors de l'entrée en service de la cimenterie proposée.

TABLEAU 4-12

Industrie: Projections de la Demande Totale à Venir

(TEP)	1985	1990	1995	2000
Diesel				
Industrie Actuelle	1 479	1 715	1 988	2 305
Développement à Venir	13 188	1 929	7 606	13 279
Total Diesel	14 667	3 644	9 594	15 584
Mazout				
Industrie Actuelle	-	-	-	-
Développement à Venir	8 362	5 786	22 818	39 835
Total Mazout	8 362	5 786	22 818	39 385

en grande partie de la santé de l'économie éthiopienne, ainsi que de la volonté de l'Ethiopie de continuer à se servir de Djibouti comme point d'accès principal à la mer.

Depuis la réouverture de la voie de chemin de fer en 1978, l'activité portuaire a faiblement augmenté en trafic total (importations et exportations), exceptée une légère baisse en 1981 et une augmentation anormalement élevée en 1983. Nous pensons que la campagne de modernisation permettra à Djibouti de conserver ses clients actuels et peut-être même d'attirer une nouvelle clientèle vers le port, mais que le traffic total continuera à croître lentement.

Les ventes totales de carburant de ravitaillement ont beaucoup fluctué dans le passé et peuvent en faire autant à l'avenir. Nous calculons la composante domestique des ventes de ces combustibles à partir des données historiques présentées dans le chapitre intitulé: "Utilisation Finale: Transports" dans la Section 2 (Tableau 2-18 (version anglaise, Figure 2-21). Nous partons de l'hypothèse d'un taux de croissance de 3 pour cent des importations (égal au taux de croissance démographique projeté); cet accroissement donne une croissance concomitante de la composante domestique des combustibles de ravitaillement. La demande qui en résulte est donnée dans le Tableau 4-13, pour la période allant jusqu'à l'an 2000.

Chemin de Fer

Comme nous l'avons déjà mentionné, le chemin de fer a été victime du conflit armé dans l'Ogaden. Il s'est passé plus d'un an depuis la dernière fermeture forcée de la ligne et il y a des raisons d'être optimiste et d'espérer que la paix actuelle va se poursuivre. Outre la cessation des destructions provenant de l'activité militaire, plusieurs facteurs entrent dans la détermination d'une croissance à venir possible du trafic ferroviaire. Le plus important est la volonté continue du gouvernement éthiopien de dépendre d'un autre pays (Djibouti) pour son principal port de mer et les réparations de la voie, de façon qu'un plus grand trafic puisse l'emprunter. Les gouvernements de l'Ethiopie et de Djibouti se sont mis d'accord pour utiliser davantage le chemin de fer. La direction de celui-ci essaye maintenant d'obtenir les importants capitaux d'investissement nécessaires à l'amélioration de la voie et du matériel, de façon à pouvoir fournir un tel service. Les principaux prêteurs hésitent cependant à investir parce qu'ils voudraient être assurés que le calme continuera à régner le long de la voie ferrée. On peut espérer que de telles craintes s'estomperont avec le temps, et que le chemin de fer pourra, sous peu, entamer son programme de modernisation.

La direction de la compagnie ferroviaire nous a fourni ses estimations concernant la croissance du trafic jusqu'à la fin de 1991; elles figurent dans le Tableau 4-14. Comme ces estimations proviennent de la direction d'Addis-Abéba, nous n'avons pas pu vérifier les bases sur lesquelles elles ont été faites pour la

TABLEAU 4-13

Activité Maritime: Projections de l'Elément Intérieur des Ventes de Carburant de Ravitaillement

	1985	1990	1995	2000
Mazout				
Tonnes	18 587	21 547	24 979	28 958
TJ	760,3	881,4	1 021,7	1 184,5
TEP	17 401	20 172	23 385	27 110
Diesel				
Tonnes	4 647	5 387	6 245	7 239
TJ	198,3	229,9	266,5	308,9
TEP	4 536	5 259	6 096	7 067

TABLEAU 4-14

Chemin de Fer: Projections de la Direction

Année	PASSAGERS		FRET		Km-Passagers (x 10^6)	Fret Km-Tonnes (x 10^6)	Km-Tonnes "Revus"(a) (x 10^6)	Consommation Prévue (M^3)(b)	75% de la Consommation Prévue (M^3)
	Nombre (x 10^3)	Pourcentage de Croissance par Rapport à l'Année Précédente	(10^3 Tonnes)	Pourcentage de Croissance par Rapport à l'Année Précédente					
1985	2 085	9	499	3	390	264	303	1 683	1 262
1986	2 252	8	519	4	426	269	311,6	1 731	1 298
1987	2 410	7	545	5	460	277	323	1 794	1 346
1988	2 555	6	578	6	493	288	337,3	1 874	1 406
1989	2 683	5	618	7	523	302	354,3	1 968	1 476
1990	2 790	4	668	8	550	319	374	2 078	1 559
1991	2 874	3	727	9	572	341	398,2	2 212	1 659

Source: République de Djibouti, Directeur des Services Commerciaux, Chemin de Fer Djibouto-Ethiopien, Djibouti (mai 1984).

(a) Les km-tonnes "revus" sont définis comme étant la somme des km-tonnes de fret plus 10 pour cent des km-passagers.

(b) Le rendement de la consommation en carburant du chemin de fer de Djibouti est estimé à 1,8 x 10^5 km-tonnes "révisés"/m^3

croissance du trafic passagers et fret. On s'attend que le trafic passagers croisse rapidement au cours des prochaines années et que cette croissance se ralentisse par la suite, alors que pour le fret, il est prévu une croissance lente au début, mais s'accélérant par la suite.

Nous nous sommes servis des niveaux de trafic projetés pour obtenir une demande hypothétique en diesel jusqu'à la fin de 1991. Nous avons dû simplifier les données en assumant que 10 passagers constituent l'équivalent d'une tonne de fret. Ces chiffres mentionnés pour les tonnes-km "revues" au Tableau 4-14 reflètent ce changement. Nous avons ensuite calculé le rendement moyen en combustible pour les chiffres concernant Djibouti en 1981 et 1982, en nous servant de notre système révisé de tonnes-km; la valeur obtenue a été de 180 000 tonnes-km par mètre cube de combustible (voir annexe L). Nous avons calculé l'utilisation de combustible projetée en nous servant de ce rendement. L'étape finale de notre processus d'estimation a consisté à réduire ces projections de 25 pour cent car nous pensons que la direction est très optimiste dans ses prévisions. Après 1991 et pour le reste de la décennie, nous avons utilisé un taux de croisance de 4 pour cent appliqué à ce chiffre réduit de consommation en combustibles; ces projections figurent au Tableau 4-15 et sont résumées par le tableau 4-16.

Aéroport

L'aéroport de Djibouti est l'un des points brillants en ce qui concerne les perspectives de croissance économique. Le plan de développement du pays prévoit que Djibouti devienne un centre régional de service, en particulier en ce qui concerne les transports, et l'aéroport est un élément-clé de cette stratégie. A l'heure actuelle, les installations de l'aéroport ont presque atteint leur capacité totale. Le terminal de l'aéroport à été conçu pour ne recevoir, au maximum, que 60 passagers au départ ou à l'arrivée (on pensait que la plupart de ces passagers seraient en transit), alors qu'il faut maintenant compter 200 passagers par vol moyen. Les installations destinées au fret et les bureaux sont eux aussi trop petits. Pour remédier à cette situation, un plan d'agrandissement de l'aéroport a été adopté. Les travaux devrait débuter vers la fin de 1984 et une fois que ces travaux auront été terminés, le nouvel aéroport agrandi sera plus en mesure d'accepter une saine croissance du trafic.

La direction de l'aéroport base ses projections sur une croissance des revenus de 10 pour cent par an pour la prochaine décennie. Afin d'obtenir une estimation du trafic futur, pour les passagers et le fret, nous avons utilisé les projections figurant dans le "Rapport sur l'Agrandissement de l'Aéroport International de Djibouti-Ambouli" (1982). A partir de ces projections, nous avons calculé la demande à venir en carburants. Prenant en compte l'"hypothèse basse" des auteurs, qui semble plus réaliste que leur "hypothèse haute", nous avons utilisé leurs projections pour le trafic passagers jusqu'à l'an 2000. Nous avons aussi utilisé

TABLEAU 4-15

Chemin de Fer: Projections de la Demande à Venir en Carburant

Année	Diesel (M^3)
1985	1 262
1986	1 298
1987	1 346
1988	1 406
1989	1 476
1990	1 559
1991	1 659
1992	1 725
1993	1 794
1994	1 866
1995	1 941
1996	2 018
1997	2 099
1998	2 183
1999	2 270
2000	2 361

Sources: Données pour 1985-1991: Tableau 4-14, "Chemins de Fer: Projections de la Direction".

Données pour 1992-2000 calculées en utilisant un taux de croissance annuelle de 4 pour cent.

TABLEAU 4-16

Chemin de Fer: Résumé de la Demande Projetée en Diesel

	1985	1990	1995	2000
Diesel				
M^3	1 262	1 559	1 941	2 361
TJ	45,2	55,9	69,6	84,6
TEP	1 035	1 278	1 592	1 936

leurs chiffres concernant le fret aérien, mais modifiés pour tenir compte les quantités de "khat" qui sont actuellement importées par avion. (Le rapport n'a pas tenu en compte ces quantités parce qu'il affirmait qu'aucune installation de l'aéroport ne servait à la manutention de cette marchandise.) Pour le calcul de la consommation "intérieure" de carburant, nous suivons la même procédure que celle qui a été décrite dans le chapitre traitant de "Utilisation Finale: Transports" dans la Section 2. La demande à venir est résumée par le Tableau 4-17. (Les projections utilisées par les auteurs commencent avec l'année 1986; nous avons donc dû ajuster la valeur donnée pour 1986, en baisse à partir d'une projection 1985.)

Il semble que l'utilisation d'Avgas ait atteint un pallier minimum. Nous considérons la quantité d'Avgas utilisée en 1983, (90 mètres cubes), comme étant constante à l'avenir. Bien que les quantités réelles peuvent augmenter légèrement, une telle petite différence entre nos estimations et la consommation réelle n'aura pas de conséquence appréciable sur nos prévisions générales de demande.

Le Tableau 4-18 donne un résumé de l'utilisation projetée en carburants d'aviation à usage "domestique" jusqu'à l'an 2000.

Transports Routiers

Au cours des dernières années, le parc des véhicules automobiles s'est rapidement accru à Djibouti et tout permet de penser que cette tendance va se poursuivre. Ce parc de véhicules automobiles va augmenter avec l'accroissement démographique, l'amélioration des niveaux de revenus et l'activité économique élevée.

Nous avons pris les estimations concernant la totalité de ce parc pour 1983 (Tableau 2-27 (version anglaise, Figure 2-30)), que nous avons encore divisé par types de carburants (Tableau 2-28 (version anglaise, Figure 2-31)) et nous avons extrapolé pour l'avenir. Pour effectuer cette projection, nous avons dû faire certaines suppositions concernant aussi bien le taux de croissance de chaque type de véhicule que la croissance relative des véhicules diesel, par rapport à ceux qui sont alimentés en essence. Nous fiant aux tendances que l'on peut voir dans la plus grande partie de l'Afrique, nous pensons qu'une part de plus en plus importante du parc automobile sera alimentée en diesel (à moins qu'une politique nationale ne soit adoptée en vue de contrer cette tendance). Cette préférence pour le diesel se retrouve dans les taux de croissance plus élevés que nous avons retenus pour ces véhicules. Pour les véhicules légers et les taxis, nous avons adopté un taux de croissance de 3 pour cent en essence, et de 8 pour cent en diesel. Nous estimons que pour les véhicules tout-terrain, cette croissance ne se fera qu'en diesel, à 4 pour cent par an, et que pour les poids lourds, elle sera de 3 pour cent par an. Nous pensons que les estimations concernant le nombre total des minibus pour 1982 sont peut-être trop élevées; nous n'avons donc pas prévu de croissance jusqu'en 1985, et à

TABLEAU 4-17

Transport Aérien: Projections (a)

	1981	1985(b)	1986	1990	1995	2000
Passagers						
Total (Arr. + Dép.)	124 330		186 000	248 600	337 400	459 500
Moyenne des Escales (c)	62 165	-	93 000	124 300	168 700	229 750
Unités de Trafic	62		93	124	169	230
Fret et Courrier						
Khat (d)	3 000		3 153	3 281	3 448	3 624
Autre	6 457		7 800	9 500	13 400	18 800
Total (Tonnes)	9 457		10 953	12 781	16 848	22 424
Unités de Trafic	95		110	128	168	224
Carburant Attribué à la Consommation Intérieure (m^3)						
Passagers	19 208		28 812	38 417	52 358	71 256
Fret	7 933		9 186	10 689	14 029	18 706
Total	27 141	35 827	37 998	49 106	66 387	89 962

(a) Projections pour les années allant de 1986 à 2000 proviennent de l'"Hypothèse Basse" de l'"Aéroport International de Djibouti Ambouli: Projet d'Extension" (1982), pp. 47, 51.

(b) Total de carburant attribué à la consommation intérieure pour 1985, calculé en fonction d'une croissance linéaire entre 1981 et 1986.

(c) La "Moyenne des Escales" est définie comme étant la moitié de la somme des arrivées et des départs (tous les passagers en transit non-compris); (voir Annexe P).

(d) Les projections pour le khat calculées en partant d'une valeur de 3000 tonnes pour 1981 (source: "Aéroport International de Djibouti-Ambouli: Projet d'Extension", 1982, p. 30), prévoit de s'accroître à un taux de un pour cent par an.

TABLEAU 4-18

Transport Aérien: Projections de l'Elément Domestique des Carburants d'Aviation

	1985	1990	1995	2000
Jet A-1				
M^3	35 827	49 106	66 387	89 962
TJ	1 278,3	1 752,1	2 368,7	3 209,8
TEP	29 378	40 267	54 437	73 769
Avgas				
M^3	90	90	90	90
TJ	2,8	2,8	2,8	2,8
TEP	64	64	64	64

partir de cette année là, nous avons adopté un taux de croissance de 3 pour cent. Munis de ces suppositions, nous avons calculé un parc automobile hypothétique pour chacune des années 1985, 1990, 1995 et 2000. Ces chiffres figurent dans le Tableau 4-19.

Nous avons, ensuite, calculé les utilisations hypothétiques en diesel et en essence pour ces parcs, en nous servant du kilométrage annuel estimé au Tableau 2-28 (version anglaise, Figure 2-31). Nous prenons les mêmes rendements en carburant pour 1985 que pour 1982 et nous supposons que, par la suite, une évolution se fera vers un rendement meilleur pour les parcs des dernières années. Les projections qui en résultent sont données par les Tableaux 4-20, 4-21, 4-22 et 4-23. La demande totale projetée en carburant destiné aux transports est ensuite résumée par le Tableau 4-24.

POMPAGE DE L'EAU

Bien que le pompage de l'eau ne consomme pas de grandes quantités d'énergie par rapport à d'autres utilisations à Djibouti, cette activité n'en est cependant pas moins essentielle pour le pays. L'approvisionnement en eau, surtout dans un pays aussi aride que Djibouti, est d'une importance critique. Etant donné l'accroissement démographique, et un approvisionnement plus important des couches de population dont les besoins ne sont pas satisfaits, la demande à venir en eau continuera à croître. Les besoins énergétiques nécessaires à la satisfaction de cette demande à venir seront, donc, fonction de la croissance de la demande ainsi que de la méthode choisie pour l'approvisionnement.

Les projections en besoins énergétiques à venir pour le pompage de l'eau dépendent de conditions de population et climatiques. La présence de réfugiés à Ali-Sabieh et à Dikhil a eu un impact significatif sur les besoins en eau, non seulement de ces deux villes, mais de tout le pays. Il n'est pas possible de prévoir quand se produiront les évènements particuliers, pouvant entraîner des mouvements de population qui affectent les besoins en énergie pour le pompage de l'eau. Aucune tentative en ce sens n'a été faite.

Les conditions climatologiques jouent aussi un rôle important dans la détermination des besoins énergétiques. Lorsqu'intervient une période importante de sécheresse, les sources d'eau de surface disparaissent et la nappe aquifère baisse. Ces conditions font augmenter les besoins énergétiques, en accroissant la demande aux endroits où il y a de l'eau et en accroissant l'énergie requise pour pomper une unité d'eau. Par opposition, si une période humide prévaut, l'énergie requise pour pomper l'eau décroît, la nappe aquifère montant et les sources d'eau de surface devenant abondantes. Aucune tentative n'a été faite pour prévoir ces changements climatologiques. L'utilisation énergétique énergétique pour le pompage de l'eau est probablement beaucoup plus sensible à ces facteurs qu'aux coûts énergétiques. Toute projection d'utilisation énergétique dans ce secteur doit,

TABLEAU 4-19

Transports Routiers: Estimations du Futur Parc Automobile

	1982		1985		1990		1995		2000	
	Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
Véhicules Légers	2 000	6 000	2 519	6 556	3 702	7 600	5 439	8 811	7 992	10 215
Taxis	100	500	126	546	185	633	272	734	400	851
Minibus	700	--	700	--	811	--	941	--	1 091	--
Véhicules Tout-terrain	1 200	300	1 350	300	1 642	300	1 998	300	2 431	300
Camions	700	--	765	--	887	--	1 028	--	1 192	--

TABLEAU 4-20

Transports Routiers: Consommation à Venir de Carburant (1985)

	Véhicules Légers	Taxis	Minibus	Véhicules Tout-Terrain	Camions
Total des Véhicules	9 078	672	700	1 650	765
Kilométrage Annuel Estimé	15 000	30 000	30 000	15 000	20 000
Estimation du Nombre de Véhicules					
Diesel	2 519	126	700	1 350	765
Essence	6 559	546	--	300	--
Rendement Estimé (litres/100 km)					
Diesel	8	8	15	20	30
Essence	10	10	--	25	--
Consommation Annuelle Résultant de ces Estimations (10^6 litres)					
Diesel	3,0	0,3	3,2	4,1	4,6
Essence	9,8	1,6	--	1,1	--

Total Diesel = $15,2 \times 10^6$ litres = $15,2 \times 10^3$ M^3 = $12,46 \times 10^3$ TEP
Total Essence = $12,5 \times 10^6$ litres = $12,5 \times 10^3$ M^3 = $9,0 \times 10^3$ TEP

TABLEAU 4-21

Transports Routiers: Consommation à venir de Carburant (1990)

	Véhicules Légers	Taxis	Minibus	Véhicules Tout-Terrain	Camions
Total des Véhicules	11 302	818	811	1 942	887
Kilométrage Annuel Estimé	15 000	30 000	30 000	15 000	20 000
Estimation du Nombre de Véhicules					
Diesel	3 702	185	811	1 642	887
Essence	7 600	633	--	300	--
Rendement Estimé (litres/100 km)					
Diesel	7,5	7,5	14	18	27
Essence	9	9	--	22	--
Consommation Annuelle Résultant de ces Estimations (10^6 litres)					
Diesel	4,2	0,4	3,4	4,4	4,8
Essence	10,3	1,7	--	1,0	--

Total Diesel = $17,2 \times 10^6$ litres = $17,2 \times 10^3$ M^3 = $14,10 \times 10^3$ TEP
Total Essence = $13,0 \times 10^6$ litres = $13,0 \times 10^3$ M^3 = $9,36 \times 10^3$ TEP

TABLEAU 4-22

Transports Routiers: Consommation à Venir de Carburant (1995)

	Véhicules Légers	Taxis	Minibus	Véhicules Tout-Terrain	Camions
Total des Véhicules	14 250	1 006	941	2 298	1 028
Kilométrage Annuel Estimé	15 000	30 000	30 000	15 000	20 000
Estimation du Nombre de Véhicules					
Diesel	5 439	272	941	1 998	1 028
Essence	8 811	734	--	300	--
Rendement Estimé (litres/100 km)					
Diesel	7	7	12	17	25
Essence	8	8	--	20	--
Consommation Annuelle Résultant de ces Estimations (10^6 litres)					
Diesel	5,7	0,6	3,4	5,1	5,1
Essence	10,6	1,8	--	0,9	--

Total Diesel = $19,9 \times 10^6$ litres = $19,9 \times 10^3$ M^3 = $16,3 \times 10^3$ TEP
Total Essence = $13,3 \times 10^6$ litres = $13,3 \times 10^3$ M^3 = $9,58 \times 10^3$ TEP

TABLEAU 4-23

Transports Routiers: Consommation à Venir de Carburant (2000)

	Véhicules Légers	Taxis	Minibus	Véhicules Tout-Terrain	Camions
Total des Véhicules	18 207	1 251	1 091	2 731	1 192
Kilométrage Annuel Estimé	15 000	30 000	30 000	15 000	20 000
Estimation du Nombre de Véhicules					
Diesel	7 992	400	1 091	2 431	1 192
Essence	10 215	851	--	300	--
Rendement Estimé (litres/100 km)					
Diesel	6	6	10	16	23
Essence	7	7	--	18	--
Consommation Annuelles Résultant de ces Estimations (10^6 litres)					
Diesel	7,2	0,7	3,3	5,8	5,5
Essence	10,7	1,8	--	0,8	--

Total Diesel = 22,5 x 10^6 litres = 22,5 x 10^3 M^3 = 18,45 x 10^3 TEP 18,45
Total Essence = 13,3 x 10^6 litres = 13,3 x 10^3 M^3 = 9,58 x 10^3 TEP

TABLEAU 4-24

Transports Routiers: Résumé de la Demande Projetée en Carburant

	1985	1990	1995	2000
Diesel				
M^3	15 200	17 200	19 900	22 500
TJ	544,9	616,6	713,4	806,6
TEP	12 464	14 104	16 318	18 450
Essence				
M^3	12 500	13 000	13 300	13 300
TJ	406,4	422,6	432,4	432,4
TEP	9 000	9 360	9 580	9 580

donc, être modérée par la réalisation du fait que l'utilisation énergétique réelle dans le domaine du pompage de l'eau dépendra probablement de conditions qui ne peuvent pas être prévues de façon adéquate.

Le gouvernement de Djibouti a prouvé qu'il est prêt à fournir de l'eau aux populations rurales grâce à son programme de transport d'eau par camions vers des réservoirs. Comme le coût de cet approvisionnement en eau est énorme, tant du point de vue économique qu'en termes énergétiques, le Génie Rural a entrepris un programme de forage de puits. Malheureusement, en raison des conditions hydrologiques qui prévalent à Djibouti, où les puits d'eau salée sont souvent un problème, il n'est probablement pas possible de fournir des puits à toutes les régions du pays. Cependant, avec une planification adéquate et un bon programme de forage de puits, il pourrait être possible de réduire les parcours des camions, ainsi que le nombre des points où l'eau doit être livrée, ce qui réduirait les besoins énergétiques et les coûts à venir. Pour les besoins de nos projections, nous avons adopté une diminution annuelle de 5 pour cent de l'énergie utilisée pour transporter l'eau par camions jusqu'en 1990, et une réduction de 2,5 pour cent par la suite. Nous partons de l'hypothèse qu'il y aura toujours une demande non satisfaite. Bien que celle-ci sera résolue en partie par de nouveaux puits profonds, la nécessité du camionnage ne sera pas entièrement supprimée.

La consommation d'eau par habitant est très différente selon les régions du pays. A l'heure actuelle, ces chiffres vont de 26 litres par jour dans les zones rurales (y compris la consommation destinée aux animaux) à 40 litres par jour dans les centres et jusqu'à 125 litres par jour à Djibouti-Ville. Ces différences sont dues en grande partie, à la possibilité d'accès aux raccords en eau; augmenter les raccords privés fera invariablement croître la consommation par habitant et, donc, les besoins énergétiques nécessaires pour la pomper. Cependant, pour les besoins de nos projections, nous avons estimé que la croissance de la consommation par habitant est négligeable.

Les estimations concernant la population à venir sont semblables à celles qui sont données dans la section intitulée: "Demande à Venir: Cuisson des Aliments à Domicile". Nous partons des mêmes suppositions concernant le rapatriement des réfugiés et le taux général de croissance démographique de 3 pour cent par an. Il a aussi été estimé que l'approvisionnement en eau par conduites de Balbala à Djibouti-Ville ajoute environ 10 pour cent aux besoins de celle-ci en pompage.

Bien que le secteur agricole de l'économie djiboutienne ne soit pas très important, ses besoins énergétiques ne sont pas négligeables. Il y a un nombre relativement élevé de petits jardins répartis un peu partout dans le pays. Comme nous l'avons mentionné précédemment, 400 ha environ sont cultivés à Djibouti, selon des sources provenant du Ministère de l'Agriculture. De nombreux agriculteurs se servent du "chadouf" traditionnel pour irriguer

leurs jardins, mais les fermiers un peu plus riches se servent d'environ 200 petites pompes à diesel ou à essence. Le mouvement vers l'achat de ces pompes va probablement s'intensifier à l'avenir et les projections reflètent ce fait.

Près de 50 ha sont actuellement cultivés dans le cadre du principal projet de développement agricole à Djibouti, PK20. Il a été estimé qu'il faut environ 10 000 mètres cubes d'eau à l'hectare pour irriguer cette terre, surtout plantée en céréales. Des plans ont été faits pour agrandir la zone irriguée à 99 ha, et on pense que cette surface sera en culture d'ici à la fin de 1984. L'augmentation de l'utilisation énergétique, qui va de pair avec cet agrandissement, figure dans nos projections pour 1985. Il a été estimé que l'importance de l'irrigation par rapport à ce qui se passe actuellement, n'augmentera que faiblement (un pour cent), au fur et à mesure de l'évolution du projet.

Les demandes énergétiques à venir pour le pompage de l'eau et pour l'agriculture se répartissent en trois grandes catégories: 1) demande en électricité, 2) diesel pour les pompes se trouvant sur le terrain, et 3) diesel servant au transport de l'eau. Le Tableau 4-25 résume le total de la demande pour toutes ces catégories. Les demandes à venir en électricité et en carburant destiné aux camions sont comprises dans les quantités projetées pour les secteurs d'utilisation finale électricité et transports (voir les sections "Demande Future: Electricité" et "Demande Future: Transports"). Nous ne nous sommes donc préoccupés, ici, que du diesel utilisé directement pour le pompage sur place. Les projections concernant la demande agricole sont très faussées par le projet PK20. Il est prévu d'utiliser l'électricité fournie par le réseau de Djibouti-Ville après 1985. Nous avons donc ajusté nos projections pour l'agriculture, en prenant 25 pour cent de la demande énergétique totale à venir comme étant en diesel. Les demandes à venir en diesel destiné au pompage sont résumées dans le Tableau 4-26.

TABLEAU 4-25

Pompage de l'eau: Projections de la demande totale d'énergie à venir (GJ)

	1983	1984(a)	1985	1990	1995	2000
Pompage Electrique:						
Djibouti-Ville (b)	11 141	12 255	12 623	14 633	16 964	19 666
Arta-Oueah	1 998	2 058	2 120	2 457	2 849	3 302
Dikhil (c)	430	314	324	375	434	504
Tadjourah	839	864	890	1 032	1 196	1 387
Total Partiel	14 408	15 491	15 957	18 497	21 443	24 859
Pompage Diesel:						
Ali-Sabieh (c)	3 443	2 651	2 731	3 166	3 670	4 254
Ali-Sabieh Rural (d)	482	530	583	939	1 198	1 529
Dikhil Rural (d)	282	310	341	549	701	895
Tadjourah Rural	381	419	461	792	947	1 209
Obock	321	331	341	395	458	531
Obock Rural (d)	265	291	321	516	659	841
Agriculture (e)	2 810	2 870	4 610	5 120	5 740	6 490
Total Partiel	7 984	7 402	9 388	11 477	13 373	15 749
Diesel pour l'Eau Amenée par Camions (f)	2 830	2 688	2 554	1 976	1 741	1 534
Energie Totale Requise	25 222	26 031	27 899	31 950	36 552	42 142

* Voir la page suivante pour les notes.

TABLEAU 4-25 (suite)

(a) Les augmentations d'utilisation d'énergie pour le pompage de l'eau sont calculées à un taux annuel de 3 pour cent, sauf mention contraire. Ce chiffre est en accord avec les projections de population de la Banque mondiale.

(b) L'augmentation de la consommation énergétique pour 1984 est estimée à un taux annuel de 10 pour cent en raison des plans prévoyant l'approvisionnement en eau de Balbala.

(c) La baisse de la consommation énergétique pour 1984 provient d'une baisse du nombre des réfugiés desservis en partie par les systèmes d'alimentation en eau d'Ali-Sabieh et de Dikhil.

(d) Nous envisageons une augmentation annuel énergétique de 10 pour cent jusqu'en 1990, car le Génie Rural est en train de forer de nouveaux puits dont la plus grande partie sera dotée de pompes à moteur dans un avenir plus ou moins proche. Au-delà de 1990, ce taux de croissance annuel passe à 5 pour cent.

(e) Nous partons de l'hypothèse d'un accroissement du développement agricole jusqu'en l'an 2000. Nous avons attribué un taux annuel de 5 pour cent pour les jardins privés et de 1 pour cent pour le projet PK20 après l'augmentation de 100 pour cent en 1985, due au doublement de la zone irriguée à la fin de 1984.

(f) En raison des nouveaux puits, il n'est plus nécessaire de transporter autant d'eau par camions; un taux de décroissance de 5 pour cent par an a été attribué pour jusqu'en 1990. Le taux de 2,5 pour cent de décroissance annuelle a été déterminé au-delà de 1990. On ne peut pas présumer qu'une augmentation de 10 pour cent du nombre des puits en zone rurale aura pour résultat une baisse de 10 pour cent du camionnage de l'eau. Il ne semble pas que la demande soit satisfaite par le système actuel et le transport de l'eau par camions va probablement se poursuivre, peut-être vers d'autres endroits qui ne sont pas desservis pour le moment.

TABLEAU 4-26

Pompage de l'Eau: Projections pour l'Utilisation du Diesel

	1985	1990	1995	2000
Ali-Sabieh (GJ)	2 731	3 166	3 670	4 254
Ali-Sabieh Rural (GJ)	583	939	1 198	1 529
Dikhil Rural (GJ)	341	549	701	895
Tadjourah Rural (GJ)	461	792	947	1 209
Obock (GJ)	341	395	458	531
Obock Rural (GJ)	321	516	659	841
Agriculture (a) (GJ)	1 153	1 280	1 435	1 623
Total (GJ)	5 931	7 637	9 068	10 882
TJ	5,931	7,637	9,068	10,882
TEP	136	175	207	249

(a) 25 pour cent de la valeur de l'agriculture figurent au Tableau 4-25.

CHAPITRE II. DEMANDE A VENIR TOTALE: HYPOTHESE DE BASE

Les projections en demande à venir calculées pour chaque principal secteur d'utilisation finale sont additionnées, ce qui donne le total de la demande pour chacune des années 1985, 1990, 1995 et 2000. Voir Tableaux 4-27, 4-28, 4-29 et 4-30. Nous considérons cette demande projetée comme constituant notre hypothèse de base, car elle ne comprend pas l'impact de programmes particuliers, tels que ceux de conservation d'énergie ou d'utilisation de sources renouvelables, qui peuvent résulter de changements dans la politique énergétique nationale.

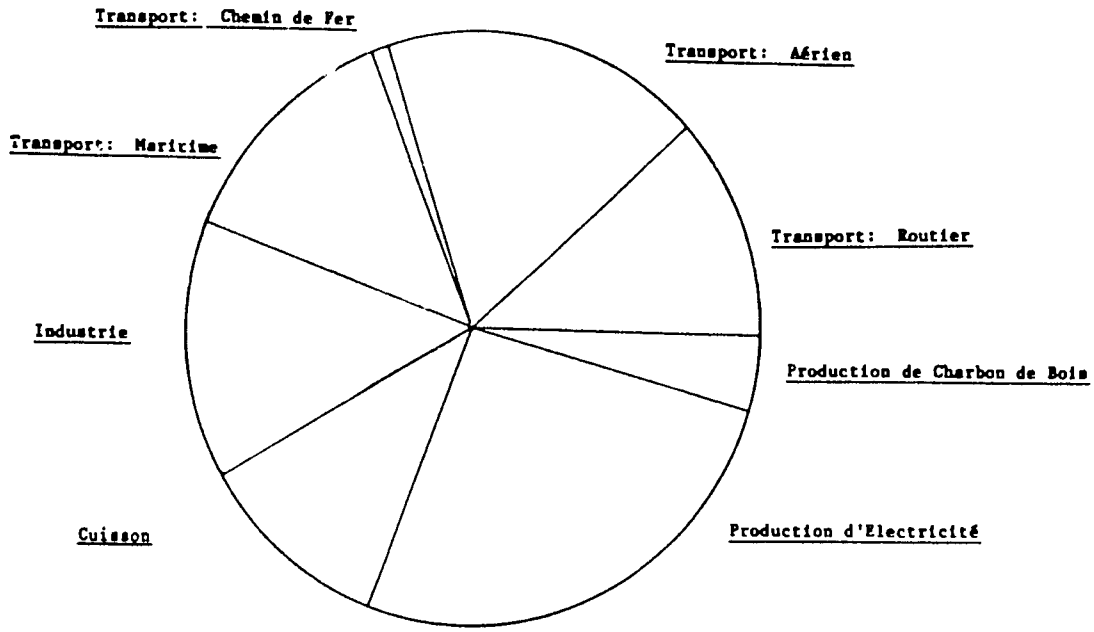
Les quantités totales pour chaque combustible sont converties en coûts estimés en fonction des prix de 1984. Ces valeurs représentent le coût futur, si l'énergie est utilisée à Djibouti comme dans le passé.

Il faudra à tout prix répondre aux demandes énergétiques rapidement croissantes de Djibouti, que ce soit par le biais de combustibles importés, d'énergies renouvelables ou géothermiques, ou par celui de la conservation. Chaque "voie énergétique", dont dispose Djibouti, comporte des implications différentes pour la croissance économique, la balance des paiements, l'emploi, la sécurité nationale du pays, ainsi que pour la qualité de la vie (culturelle et physique) de ses habitants.

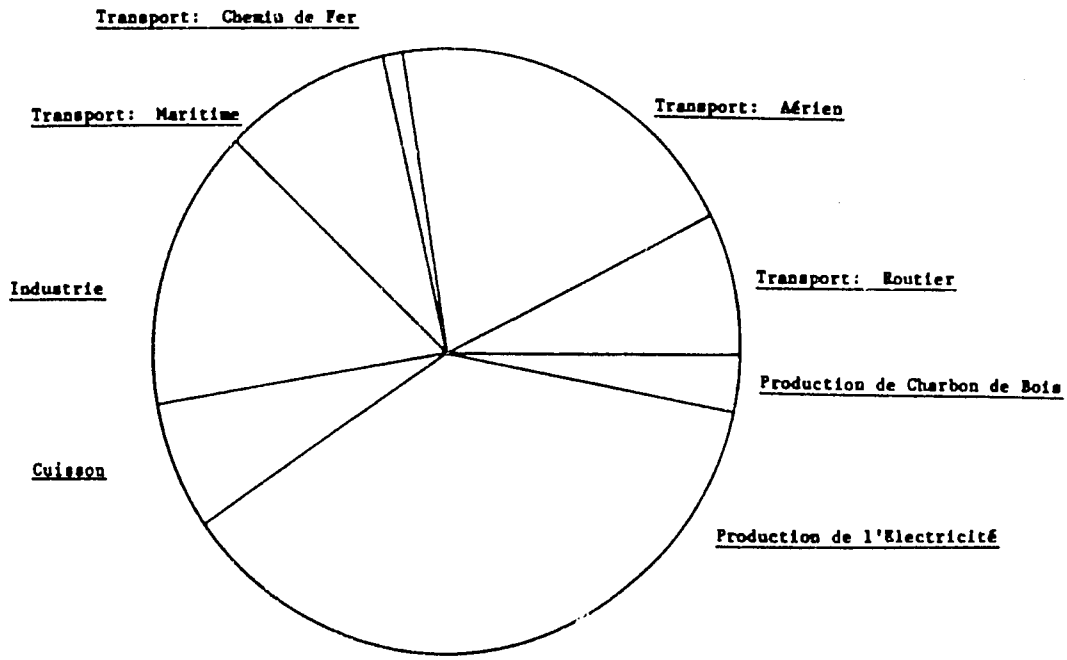
Compte tenu du fait que le déficit en devises étrangères de Djibouti prévoit de s'accroître (comme le sous-entendent les conséquences économiques d'une approche "sans changement aucun"), il est impératif de bien réfléchir, avant de prendre une décision relative au choix des technologies énergétiques et des options d'approvisionnement appropriées. Si Djibouti veut réaliser les économies possibles, en ayant recours à l'ensemble de technologies qui lui convient le mieux, elle doit à tout prix allier des politiques et une planification énergétiques intégrées à la sélection d'un tel ensemble.

Dans la section suivante, concernant les "Scénarios Futurs d'Approvisionnement", nous analyseront diverses possibilités autres que l'"hypothèse de base" présentée ci-dessus et dans la dernière section du rapport, "Recommandations", nous donnons les grandes lignes de choix spécifiques destinés à améliorer l'avenir énergétique de Djibouti dans les domaines de l'administration, la conservation et les sources énergétiques renouvelables.

AN 1985



AN 2000



Pompage d'eau moins de un pour cent pour les deux ans.

TABLEAU 4-27

Projections de la Demande pour l'Année 1985 (TEP)

	Bois	Mazout	Essence	Diesel	Kérosène	Jet A1	Avgas	GPL	Total Produits Pétroliers
Conversion: Production de Charbon de Bois	7 326	-	-	-	-	-	-	-	-
roduction Electrique	-	44 200	-	-	-	-	-	-	44 200
Utilisation Finale: Cuisson des Aliments à Domicile	9 674	-	-	-	8 262	-	-	395	8 657
Industrie	-	8 362	-	14 667	-	-	-	-	23 029
Transports: Maritime	-	17 401	-	4 536	-	-	-	-	21 937
Chemin de Fer	-	-	-	1 035	-	-	-	-	1 035
Aérien	-	-	-	-	-	29 378	64	-	29 442
Routiers	-	-	9 000	12 464	-	-	-	-	21 464
Pompage de l'eau	-	-	-	136	-	-	-	-	136
TOTAL (TEP)	17 000	69 963	9 000	32 838	8 262	29 378	64	395	149 900
COUT (FD/TEP)	75 700	43 200	88 000	64 900	88 300	67 100	98 600	193 800	
COUT (millions de FD)	1 286,9	3 022,4	792,0	2 131,2	729,5	1 971,3	6,3	76,6	8 729,3

TABLEAU 4-28

Projections de la Demande pour l'Année 1990 (TEP)

	Bois	Mazout	Essence	Diesel	Kérosène	Jet A1	Avgas	GPL	Total Produits Pétroliers
Conversion: Production de Charbon de Bois	8 788	-	-	-	-	-	-	-	-
Production Electrique	-	74 900	-	-	-	-	-	-	74 900
Utilisation Finale: Cuisson des Aliments à Domicile	9 917	-	-	-	9 506	-	-	723	10 229
Industrie	-	5 786	-	3 644	-	-	-	-	9 430
Transports: Maritime	-	20 172	-	5 259	-	-	-	-	25 431
Chemin de Fer	-	-	-	1 278	-	-	-	-	1 278
Aérien	-	-	-	-	-	40 267	64	-	40 331
Routiers	-	-	9 360	14 104	-	-	-	-	23 464
Pompage de l'eau	-	-	-	175	-	-	-	-	175
TOTAL (TEP)	18 705	100 858	9 360	24 460	9 506	40 267	64	723	185 238
COUT (FD/TEP)	75 700	43 200	88 000	64 900	88 300	67 100	98 600	193 800	-
COUT (millions de FD)	1 416,0	4 357,1	823,7	1 587,5	839,4	2 702,0	6,3	140,1	10 456,1

TABLEAU 4-29

Projections de la Demande pour l'Année 1995 (TEP)

	Bois	Mazout	Essence	Diesel	Kérosène	Jet A1	Avgas	GPL	Total Produits Pétroliers
Conversion: Production de Charbon de Bois	10 576	-	-	-	-	-	-	-	-
Production Electrique	-	103 600	-	-	-	-	-	-	103 600
Utilisation finale: Cuisson des Aliments à Domicile	10 226	-	-	-	11 124	-	-	1 183	12 307
Industrie	-	22 818	-	9 594	-	-	-	-	32 412
Transports: Maritime	-	23 385	-	6 096	-	-	-	-	29 481
Chemin de Fer	-	-	-	1 592	-	-	-	-	1 592
Aérien	-	-	-	-	-	54 437	64	-	54 501
Routiers	-	-	9 580	16 318	-	-	-	-	25 898
Pompage du l'eau	-	-	-	207	-	-	-	-	207
TOTAL (TEP)	20 802	149 803	9 580	33 807	11 124	54 437	64	1 183	259 998
COUT (FD/TEP)	75 700	43 200	88 000	64 900	88 300	67 100	98 600	193 800	-
COUT (millions de FD)	1 574,7	6 471,5	843,0	2 194,1	982,2	3 652,7	6,3	229,3	14 379,1

TABLEAU 4-30

Projections de la Demande pour l'Année 2000 (TEP)

	Bois	Mazout	Essence	Diesel	Kérosène	Jet A1	Avgas	GPL	Total Produits Pétrolières
Conversion: Production de Charbon de Bois	12 304	-	-	-	-	-	-	-	-
Production Electrique	-	137 400	-	-	-	-	-	-	137 400
Utilisation finale: Cuisson des Aliments à Domicile	10 203	-	-	-	12 598	-	-	1 739	14 337
Industrie	-	39 835	-	15 584	-	-	-	-	55 419
Transports: Maritime	-	27 110	-	7 067	-	-	-	-	34 177
Chemin de Fer	-	-	-	1 936	-	-	-	-	1 936
Aérien	-	-	-	-	-	73 769	64	-	73 833
Routiers	-	-	9 580	18 450	-	-	-	-	28 030
Pompage de l'eau	-	-	-	249	-	-	-	-	249
TOTAL (TEP)	22 507	204 345	9 580	43 286	12 598	73 769	64	1 739	345 381
COUT (FD/TEP)	75 700	43 200	88 000	64 900	88 300	67 100	96 600	193 800	-
COUT (millions de FD)	1 703,8	8 827,7	843,0	2 809,3	1 112,4	4 949,9	6,3	337,0	18 885,6

SECTION 5

SCENARIOS D'APPROVISIONNEMENT DANS L'AVENIR

CHAPITRE I: DEPENDANCE CONTINUE A L'EGARD DES COMBUSTIBLES IMPORTES
CHAPITRE II: ENERGIE GEOTHERMIQUE
CHAPITRE III: CONSERVATION DE L'ENERGIE
CHAPITRE IV: LES ENERGIES RENOUVELABLES
CHAPITRE V: ASPECTS ECOLOGIQUES DE L'ENERGIE A DJIBOUTI
CHAPITRE VI: APPROVISIONNEMENT A VENIR: CAS HETEROGENE

CHAPITRE I. DEPENDANCE CONTINUE A L'EGARD DES COMBUSTIBLES IMPORTES

Cette option se trouve à la base des projections, du type "cours normal des choses" préparées sur la Demande à Venir, se trouvant dans la section précédente. Cette option a de sérieuses conséquences. La dépendance à l'égard des importations rend Djibouti vulnérable face à un embargo ou à des hostilités internationales. De plus, elle accroît sa dépendance vis-à-vis des donateurs étrangers (au fur et à mesure que ses déficits augmentent). La partie suivante, une discussion des conséquences macroéconomiques, comporte une description de l'importance économique d'une dépendance continue à l'égard des produits pétroliers importés.

IMPACTS MACROECONOMIQUES D'UNE DEPENDANCE CONTINUE

Dans la mesure où de nombreuses prévisions de la demande sont fondées sur les transformations démographiques et les indicateurs économiques, nous entamons notre discussion des impacts macroéconomiques en étudiant ces domaines. Dans le présent rapport, nous avons utilisé les chiffres de population donnés dans le Tableau 2-9 (version anglaise, Figure 2-10). Nous estimons à trois pour cent par an le taux de croissance démographique nationale à venir. Dans la mesure où nous supposons que le nombre total de populations nomades et rurales reste constant, cela nous mène à prévoir une redistribution de la croissance de ces catégories de populations. Nous supposons que cet élément de la croissance est absorbé dans les centres urbains, faisant ainsi s'accroître le taux de croissance globale de ces centres urbains de 3,5 pour cent environ par an.

L'Economie

La plupart des produits importés consommés à Djibouti (parmi lesquels, il faut mentionner les grains, les produits laitiers, la farine, le tabac et le khat, les tissus, et les appareils électriques) sont directement reliés à l'importance de la population. Seuls les produits pétroliers, les véhicules automobiles et les pièces détachées sont fortement influencés par d'autres facteurs. Par conséquent, il semble raisonnable de supposer un accroissement des importations (autres que les produits pétroliers) qui sera proportionnel à l'augmentation annuelle de 3,5 pour cent dans les centres de population (qui consomment la plupart des importations). Compte tenu de l'existence d'un petit effet multiplicateur associé au développement économique général (par exemple, un accroissement demographique de 10 pour cent provoquerait un accroissement de la consommation légèrement supérieur à 10 pour cent), et compte tenu d'une augmentation prévue pour l'activité du secteur du bâtiment (qui s'est récemment accrue) et le secteur des services, il est possible de supposer que les produits non-pétroliers consommés à Djibouti accuseront un accroissement réel de quatre pour cent par an.

Il est également possible de supposer que l'accroissement réel du PIB ne dépassera pas trois pour cent par an, si l'on considère le fait que plus de la moitié du PIB se compose des transports, de l'entreposage, les communications et de l'administration publique (pour lesquels la croissance annuelle est inférieure à 4 pour cent), et également le fait que les secteurs agricole et celui de la manufacture ont augmenté, quand ils l'ont fait, à un rythme lent. Il faudrait remarquer que l'on ne peut utiliser ces chiffres qu'en tant que projections de l'activité historique, et que certaines suppositions faites sur l'activité dans le futur effectueront une révision de ces projections.

Les importations intérieures ont connu une augmentation infime dans le passé (Tableau 1-1 (version anglaise, Figure 1-2)), et il y a peu de chance de voir la situation changer avant qu'une partie des installations industrielles prévues ne soit mise en place (voir la section portant sur la "Demande à Venir: Industrie"). Dans le passé, les réexportations ont augmenté à un taux réel annuel de près de trois pour cent, et continueront probablement à s'accroître au même taux.

De même, et partant de tendances historiques, on peut s'attendre à ce que l'accroissement des services et des transferts nets en capitaux ne dépasse pas trois pour cent par année en termes réels.

Toutes ces suppositions sont incluses dans les projections figurant dans le Tableau 5-1.

Projections de la Demande d'Energie

Les prévisions que nous formulons sur la consommation de produits pétroliers et de bois de combustible à Djibouti ne portent que sur le marché "interne" ou "intérieur" que nous définissons comme l'ensemble des produits réellement consommés à l'intérieur du pays, et excluent ceux qui sont transportés vers l'Ethiopie, ou réexportés en direction du Yemen ou de la Somalie. La consommation "interne" comprend également l'ensemble des carburants nécessaires à l'aviation et à la marine marchande pour le transport des produits importés, et celui des passagers faisant escale à Djibouti.

Les tableaux résumant les projections de demande énergétique pour l'avenir figurent dans la Section précédente. On peut considérer ces projections comme une demande de "cas de base", dans la mesure où l'on n'a pas pourvu à une contribution possible des sources d'énergie de substitution ou de la conservation à cette demande telle qu'elle est prévue. La Figure 5-1 résume schématiquement l'accent, de plus en plus grand, qui sera mis à Djibouti sur les combustibles pétroliers, dans le cas où ne seront pas prises les mesures nécessaires en vue de changer le cours des tendances actuelles.

TABLEAU 5-1

Prévisions Economiques Hypothèse de Base

(millions de FD 1982 constants)

	1982	1983	1985	1990	1995	2000
PIB	66 000(a)	66 000(d)	70 100	81 300	94 200	109 300
Importations non-Pétrolières consommés localement	13 545(b)	14 090	15 240	18 540	22 550	27 440
Exportations	2 400(a)	2 500	2 860	3 100	3 400	3 900
Ré-exportations	18 800(a)	19 360	20 540	23 820	27 610	32 010
Services Nets	3 918(c)	4 040	4 280	4 960	5 750	6 670
Transfers Nets de Capital	1 942(c)	2 000	2 120	2 460	2 850	3 310

N.B.: FD 177 = US $ 1,00.

(a) Tableau 1-2.

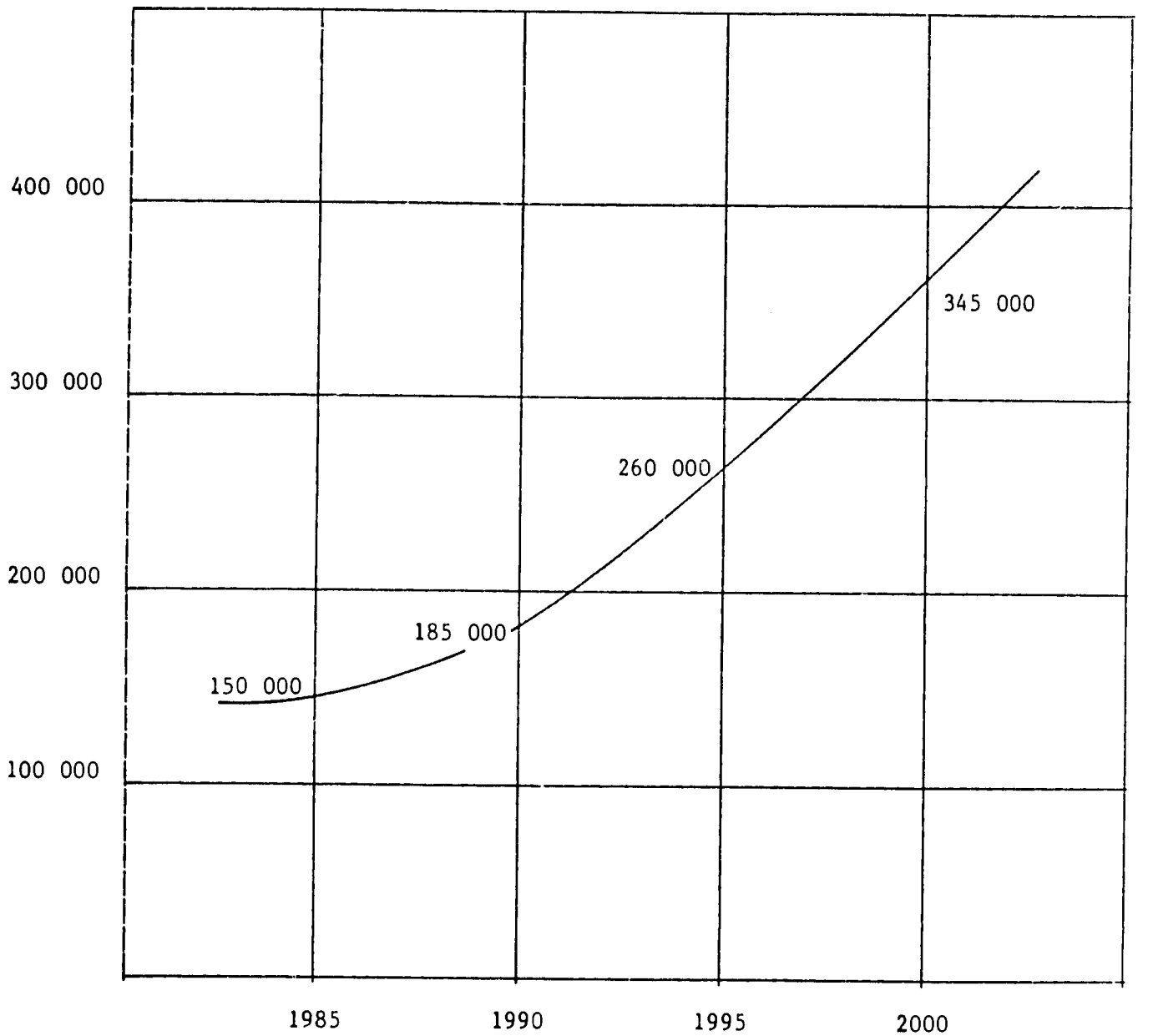
(b) Provenant du Tableau 1-2, les importations consommés sur le marché local se montent à 19,723 milliards de FD, dont 6,178 milliards constituent la part des importations d'hydrocarbures.

(c) Annuaire Statistique, 1982, p. 144.

(d) Estimations provisoires provenant d'une récente mission de la Banque mondiale.

FIGURE 5-1

Prévisions de la Demande en Produits Pétroliers: Hypothèse de Base



Note: Ne comprend pas la demande projetée en bois de feu et en charbon de bois.

Prévisions Economiques

Le Tableau 5-2 (version anglaise, Figure 5-3) illustre les prévisions économiques découlant de la demande telle qu'elle est projetée ci-dessus. La demande en bois de combustion n'a pas été traitée séparément du fait de l'absence de données sur les importations de ce produit, et aussi parce que l'on suppose que cette demande connaîtra un accroissement très lent. Il est supposé que tout bois de combustible importé entre dans la catégorie des "produits non-pétroliers importés".

Compte tenu de l'importance de l'activité industrielle et de la construction prévues à Djibouti, les estimations du PIB, données par le Tableau 5-1, ont été révisées dans le Tableau 5-2 (version anglaise, Figure 5-3) pour qu'elles reflètent une augmentation annuelle de 4,5 pour cent, alors que les services nets prévoient de s'accroître de quatre pour cent par an. Le coût économique des futures importations pétrolières provient des Tableaux sur la Projection de la Demande Future et du Tableau 5-3 (version anglaise, Figure 5-4).

Conséquences de la Demande Projetée sur les Devises Etrangères

Dans le passé, Djibouti a vu ses besoins énergétiques satisfaits grâce à la fourniture de bois (dont la plus grande partie provenait de l'intérieur du pays) et de produits pétroliers (tous importés). Lorsque nous avons discuté la biomasse, nous avons examiné la situation du bois dans le futur. Les importations de pétrole exigent d'être étudiées immédiatement parce que, comme tous les produits importés, leur paiement se fait en devises étrangères.

Ces devises étrangères, Djibouti les obtient en fournissant des biens et des services à des étrangers qui les paient soit en devises étrangères, soit en francs Djiboutiens qu'ils auront achetés avec des devises étrangères. Parmi les autres sources de monnaies fortes, il faut mentionner les sommes que font parvenir à leurs familles les Djiboutiens travaillant à l'étranger, ainsi que les prêts et dons accordés par d'autres pays. N'importe laquelle de ces méthodes permet d'obtenir les revenus dont le pays a besoin pour équilibrer les achats qu'il effectue à l'étranger. Lorsque ces fonds ne suffisent pas, le pays est forcé de contracter des emprunts auprès de bailleurs étrangers pour payer le déficit. A ce moment-là, le pays doit se soumettre à des conditions de remboursement capables d'entraver la capacité du gouvernement à fonctionner d'une manière qu'il juge être dans les meilleurs intérêts de ses citoyens.

Le Tableau 5-4 (version anglaise, Figure 5-5) comporte les perspectives d'avenir de Djibouti relatives aux devises étrangères, compte tenu des lignes politiques actuelles du gouvernement, et des tendances économiques nationales discutées auparavant (et

TABLEAU 5-2

Prévisions Economiques (Millions de FD 1982 constants)

(Correspond à la Figure 5-3, Version Anglaise)

	1982(a)	1983(a)	1985	1990	1995	2000
PIB (b)	66 000	66 100	72 180	89 950	112 100	139 69[illegible]
Consommation Interne de Produits d'Importation non Pétroliers (a)	13 545	14 090	15 240	18 540	22 550	27 44[illegible]
Phase de Construction (c)	-	-	13 000	-	-	-
Phase Opérationnelle:						
Importations de Matières Premières, et de Pièces Détachées (c)	-	-	150	2 000	3 500	5 00[illegible]
Salaires Dépensés pour les Importations (c)	-	-	360	4 800	8 400	12 00[illegible]
Substitution aux Importations (c)	-	-	(720)	(9 600)	(16 800)	(24 000)
Importations non-Pétrolières "revues"	13 545	14 090	28 030	15 740	17 650	20 440
Exportations (a)	2 400	2 500	2 860	3 100	3 400	3 90[illegible]
Accroissement des Exportations (c) (f)	-	-	80	1 060	1 850	2 640
Exportations "revues"	2 400	2 500	2 940	4 160	5 250	6 540
Importations de Pétrole pour la Consommation Intérieure (d)	5 188	6 239	8 729	10 456	14 379	18 886
Réexportations (a)	18 800	19 360	20 540	23 820	27 610	32 010
Services Nets (e)	3 918	4 040	4 370	5 320	6 470	7 870
Transferts Nets de Capital (a)	1 942	2 000	2 120	2 460	2 850	3 310

N.B.: FD 177 = US $ 1,00.

(a) Provenant du Tableau 5-1, "Prévisions Economiques, Hypothèse de Base".

(b) Augmentation de 4,5 pour cent par an après 1983.

(c) Annexe E: Impacts des Futurs Projets de Développement.

(d) Provenant des Tableaux 4-27 à 4-30, "Projections de la Demande à Venir" dans la Section 4, et du Tableau 5-3, "Coût Economique des Combustibles à Djibouti".

(e) Augmentation de 4 pour cent par an après 1983.

(f) 10 pour cent des ventes totals (ou 11% des "substitutions aux importations").

TABLEAU 5-3

Coût Economique des Combustibles à Djibouti(a)

(FD/litre)

(Correspond à la Figure 5-4, Version Anglaise)

	Diesel	Super	Ordinaire	Kérosène	GPL	Mazout	Jet A1	Avgas	Bois	Charbon de bois
FD/litre										
Prix au Port	39,50	41,80	39,80	41,80	63,00	30,00	41,80	49,00	-	-
Charges	6,72	11,80	9,35	5,69	-	-	-	-	-	
Marges	6,21	11,72	10,42	8,15	-	-	-	-	-	-
Coûts de Distribution	0,80	0,90	0,90	-	-	-	-	-	-	-
Non Alloué	-	-	-	16,73(b)	61,00(c)	8,00(c)	13,20(c)	21,00(c)	29,00 (FD/kg)[d]	100,00 (FD/kg)[d]
Total	53,23	66,22	60,47	72,37	124,00	38,00	55,00	70,00	29,00 (FD/kg)	100,00 (FD/kg)
FD/TEP	64 910	87 980		88 260	193 750	43 180	67 070	98 590	75 656	151 500

N.B.: FD 177 = US $ 1,00.

(a) Ces coûts, utilisées pour calculer l'impact de la consommation de carburant à venir à Djibouti, ne comprennent ni les taxes, ni les subventions, ni les ajustements qui reviendraient au gouvernement. Les coûts indiqués sont basés sur les coûts des combustibles à Djibouti en 1984, dont nous estimons qu'ils sont les plus représentatifs des niveaux à long terme des coûts énergétiques.

(b) Comprend les coûts réels de marché (voir la Section 3) dépassant le prix fixé.

(c) Estimation.

(d) Moyenne basée sur les résultats de l'enquête auprès de divers foyers, d'ISERST/VITA (mai 1984).

résumées par le Tableau 5-2 (version anglaise, Figure 5-3). Le Tableau 5-4 montre que le pays vient juste de pénétrer dans l'arène des problèmes, sans cesse croissants, de déficits en devises étrangères et de balance de paiement, après que celle-ci ait connu un léger déficit en 1983 (24). Les incidences de ces tendances sur l'emprunt à l'étranger, l'autonomie politique et la sécurité nationale sont claires.

Comme cela a été indiqué auparavant, les balances de paiement de 1982 et 1983 (Tableau 5-4) ont été établies sur la base de données économiques provisoires. Il faudrait souligner que le rapport de la Banque mondiale (25) établi en 1983 sur l'économie djiboutienne comportait des informations mentionnant une situation encore plus grave. Ce rapport indiquait également qu'en 1982, le pays avait connu un déficit de 6,4 milliards de FD (36,2 millions de dollars américains) et qu'en 1983, le déficit avait été estimé à 6,9 milliards de FD (39 millions de dollars américains). Les réserves en devises étrangères dont disposait le pays ont été rapidement épuisées et ont atteint le point où les coffres de l'état ne contenaient plus que 4,8 milliards de FD (27 millions de dollars). Ce montant équivaut seulement à six semaines d'importations de 1984 (26).

Il faudrait également remarquer dans le Tableau 5-4 qu'aucune projection de l'aide étrangère n'a été établie. On s'attend à ce que les gouvernements étrangers essayent d'aider Djibouti à faire face à la situation difficile que l'on prévoit. Cependant, il faudrait se rappeler qu'au cours des six dernières années, l'aide étrangère accordée à Djibouti a constamment baissé en termes réels et ce n'est qu'en 1982, qu'elle a connu un accroissement important. Dans l'avenir, cette contribution pourrait bien être inférieure aux déficits prévus.

Il faut ne pas oublier que les projections que montre le Tableau 5-4 ne s'appliquent qu'à un climat politique et économique où les affaires seront menées "sans changement aucun". Dans le but de parer à la situation potentielle, que sous-entendent les chiffres cités, il est possible de prendre un certain nombre de mesures. L'ampleur des importations, rendue encore plus grande par l'importance du programme d'investissement du gouvernement, constitue la cause fondamentale des déficits. Dans de nombreux autres pays, les exportations ont tendance à beaucoup mieux compenser le coût des importations. Cependant, compte tenu du manque de ressources que connaît Djibouti et des efforts entrepris pour stimuler l'industrie locale (dont le détail figure dans les documents de la Conférence des Pays Donateurs), il semble que le pays fait de son

---

(24) Résultats provisoires.

(25) Banque mondiale, "Djibouti: Rapport sur la Situation et les Perspectives Economiques", 17 novembre 1983.

(26) Ibid.

TABLEAU 5-4

Prévisions Concernant la Balance des Paiements et le Change Extérieur

(En milliards de FD 1982 constants)

(Correspond à la Figure 5-5, Version Anglaise)

	1982	1983	1985	1990	1995	2000
PIB	66,0	66,1	72,2	90,0	112,1	139,7
Importations:						
Produits non pétroliers consommés dans le pays (a)	13,5	14,1	28,0	15,7	17,7	20,4
Produits pétroliers consommés dans le pays (a)	6,2	6,2	8,7	10,5	14,4	18,9
Toutes les importations destinées à la réexportation (a)	18,8	19,4	20,5	23,8	27,6	32,0
Importations Totals	38,5	39,7	57,2	50,0	59,7	71,3
Exportations:						
Exportations domestiques (a)	2,4	2,5	2,9	4,2	5,3	6,5
Réexportations (a)	18,8	19,4	20,5	23,8	27,6	32,0
Exportations Totals	21,2	21,9	23,4	28,0	32,9	38,5
Balance Commerciale (Export-Import)	(17,[illegible]	(17,8)	(33,8)	(22,0)	(26,8)	(32,8)
Services Nets (a)	[illegible],9	4,0	4,4	5,3	6,5	7,9
Transfers Nets de Capital (a)	1,9	2,0	2,1	2,5	2,9	3,3
Change Extérieur						
Déficit (b)	(11,5)(c)	(11,8)	(27,3)	(14,2)	(17,4)	(21,6)
Aide Etrangère	14,8	12,0	(d)	(d)	(d)	(d)
Balance de Paiements (e)	3,3(f)	0,2	(27,3)	(14,2)	(17,4)	(21,6)

* Voir la page suivante pour les notes.

TABLEAU 5-4 (suite)

N.B.: FD 177 = US $ 1,00.

(a) Provenant du Tableau 5-2 (version anglaise, Figure 5-3).

(b) Balance commerciale, plus services, plus transferts.

(c) Ce chiffre est basé sur des données économiques provisoires. Le montant réel du déficit du change extérieur pour 1982 a récemment été calculé comme étant de FD 14 milliards. (Annuaire Statistique, 1982, p. 143.)

(d) Aucune tentative n'a été faite pour donner une estimation de "l'aide étrangère" pour les années à venir. Nous considérons le déficit de la "balance des paiements" comme étant provisoirement égal au "déficit du change extérieur".

(e) Pour 1982 et 1983, la "balance des paiements" a été déterminée en ajoutant l'aide étrangère au "déficit du change extérieur".

(f) Les calculs reflètent l'utilisation de statistiques économiques provisoires. Vois les commentaires figurant dans le texte et concernant les résultats récemment obtenus par la Banque mondiale.

mieux pour accroître les exportations. Les deux catégories les plus importantes de produits importés sont celle des denrées alimentaires de base et celle des produits pétroliers. Il existe différentes façons de réduire les importations de produits pétroliers, sans pour cela sacrifier le bien-être de la population ou le développement économique du pays.

AUTRES PRESSIONS S'EXERCANT SUR LA DEMANDE PROJETEE

Les prévisions économiques du Tableau 5-4 (version anglaise, Figure 5-5) et les projections de la demande pétrolière suggèrent plusieurs autres problèmes qui viendraient s'ajouter au manque de devises étrangères pour entraver la capacité du gouvernement à répondre à la demande énergétique projetée:

- Les charges électriques de pointe enregistrées durant la période estivale sont de loin supérieures à la charge de base. Ainsi, on doit disposer d'une capacité "de surplus" importante si l'on veut éviter des coupures de courant pendant les périodes de demande de pointe. Si des efforts importants ne sont pas entrepris pour modifier cette situation, la différence entre les demandes de charges de base et de pointe va continuer à accroître le coût de l'électricité à Djibouti.

- Les prévisions de la demande pétrolière ont été préparées en Francs Djiboutiens constants de 1982, compte tenu des prix du pétrole en 1984. Si les prix du pétrole venaient à augmenter plus rapidement que le taux global d'inflation, comme cela a été le cas au cours des dix dernières années, les conséquences seraient plus grandes que celles prévues dans le Tableau 5-4. Toute dévaluation de la monnaie djiboutienne entrainerait une détérioration pareille.

- Plus la facture pétrolière est élevée, plus le pays sera vulnérable aux effets négatifs des pannes mécaniques, des accidents, du sabotage, d'un embargo, ou de la guerre. Cette vulnérabilité est plus prononcée dans le cas d'importation de produits stratégiques tels que le pétrole. Les effets d'une politique énergétique nationale bien coordonnée permettent d'atténuer l'ensemble de ces contraintes ou risques.

- Comme cela a été souligné dans de précédentes projections industrielles, il est possible que le progrès réel restera au-dessous du développement planifié. A brève échéance, ce manque réduira le déficit de la balance des paiements, mais à plus longue échéance, le déficit sera encore plus grave que prévu, du fait de la dépendance continue à l'égard des importations.

CHAPITRE II. ENERGIE GEOTHERMIQUE

La République de Djibouti est située dans la partie nord du Grand Fossé, là où les plaques tectoniques Arabique, Africaine, et Somalienne se rencontrent. Le sous-sol de Djibouti renferme des ressources géothermiques considérables, du fait d'une activité substantive de ce type d'énergie dans la région. Quant à savoir si ces ressources en eau chaude peuvent être captées de manière réussie, cela dépendra de la qualité de l'eau des puits géothermiques. On croit savoir qu'un puits sur quatre déjà forés contient de l'eau chaude utilisable (27).

Le Projet d'Exploration Géothermique de la Banque mondiale, qui a commencé en 1984, a pour but de poursuivre les précédents travaux d'exploration géothermique. Tous les intéressés sont convaincus que des quantités de liquide ou de vapeur à haute température, que l'on pourra exploiter commercialement, seront localisées.

Le programme requiert deux phases: une Phase d'Exploration et une Phase de Développement. Au cours de la phase de recherches, il sera procédé au forage d'un certain nombre de puits en pente, dans le but de fournir des preuves irréfutables démontrant que la région de Hanle-Gagade, que l'on a selectionnée pour ce forage, est un champ véritablement "chaud". En supposant que les résultats sont positifs, des puits profonds seront forés, et des essais seront entrepris pour déterminer si ce champ peut être productif.

Une fois la productivité du champ prouvée, on commandera la première génératrice. Selon les plans, on doit installer quatre génératrices produisant une capacité totale de 28 MW (7 MW chacune). En attendant l'installation de la première unité de 7 MW, on procédera au forage de six à huit puits profonds, et l'emplacement de la centrale sera déterminé selon la situation. Une fois que l'on aura mis la génératrice en place, on procédera à des essais pendant une année, et si tout marche comme le prévoient les plans, on commandera la seconde unité qui sera, aussi essayée pendant un an. Considérant que la période de livraison et celle consacrée aux essais durent une année chacune, l'installation de chaque unité de 7 MW aura lieu tous les deux ans, jusqu'à ce que toutes les quatre unités (soit un total de 28 MW) auront été installées.

Au cas où la région de Hanle-Gagade devait renfermer des quantités s'avérant insuffisantes pour l'exploitation commerciale, une option de recours est proposée, laquelle utiliserait les ressources déjà prouvées de la région de Lac Assal. Malheureusement, ces fluides ont une teneur en sel élevée et leur utilisation est, par

---

(27) Correspondance personnelle avec Anis Abdallah.

conséquent, difficile et coûteuse. Les travaux entrepris en Californie dans la Imperial Valley, où les ressources géothermiques sont également riches en sel, montrent que l'on devrait pouvoir utiliser de tels fluides. Au cas où l'exploitation du Lac Assal deviendrait nécessaire, il serait fort probable que Djibouti ait besoin de l'assistance technique des techniciens américains travaillant dans la Imperial Valley.

Lorsqu'elle sera installée, la centrale électrique de production sera reliée à Djibouti-Ville, ainsi qu'aux centres de districts les plus importants, le long de la ligne de transmission (Dikhil et Ali-Sabieh), par une ligne de haute tension qui se rattachera au réseau actuel de l'EdD.

Si aucun retard ne survient, le calendrier prévoit l'installation d'unités de 7 MW à la fin de 1988, 1990, 1992, et 1994, et prévoit également la production d'électricité pour chaque année suivante. Les unités géothermiques fourniront de l'électricité de charge minimum et seront, par conséquent, utilisées le plus possible. Dans le but de calculer les effets de l'électricité géothermique sur la demande de combustible à venir, nous estimons à près de 80 pour cent le coefficient d'utilisation de la capacité. Il est prévu que chaque unité produira chaque année 50 GW/h. On a calculé la quantité de combustible remplacé en utilisant un rendement estimé à 36 pour cent pour les génératrices à diesel de l'EdD. Les économies correspondantes qui seront réalisées dans le coût de combustible ont été projetées en utilisant la monnaie constante pour les prix du combustible en vigueur en 1984. L'installation d'une capacité géothermique sous-entend également le besoin d'un volume correspondant de capacité en diesel. Nous avons estimé à environ 245 millions de FD/MW (1,4 million de dollars américains/MW) le total de ces économies, en utilisant les coûts courants pour l'extension de Boulaos. Nous sommes également d'avis que l'installation des unités géothermiques continuera après celle du quatrième groupe. Par contre, nos projections prévoient une continuité de l'installation selon le même calendrier (c'est-à-dire une unité tous les deux ans), de façon que deux unités supplémentaires, sur un total de six, soient mises en place d'ici l'an 2000. Un résumé de ces données se trouve en Tableau 5-5 (version anglaise, Figure 5-6).

Les coûts réels des installations géothermiques prévues dépendront de la nature et de la qualité des fluides que renfermeront les puits. Une fois que l'on aura déterminé ces coûts, on devrait les comparer aux économies que l'on a calculées ici. On pourra, à ce moment-là, décider si l'énergie géothermique convient ou pas à Djibouti, en considérant les critères économiques et autres (tout particulièrement la valeur de l'indépendance énergétique).

TABLEAU 5-5

Electricité Géothermique: Projections de Production et d'Economies en Combustible

(Correspond à la Figure 5-6, Version Anglaise)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Projections Totales (MW) de la Capacité en Place	40,1	48,1	52,4	57,1	62,0	66,8	89,1	118,3
Capacité Géothermique Installée (MW)	-	-	-	-	7,0	7,0	28,0	42,0(a)
Projections Totales de la Production Electrique (GWh)	193,2	231,7	252,5	275,1	298,7	327,7	452,7	601,0
Production d'Electricité Géothermique (b) (TEP)	-	-	-	-	50,0	50,0	200,0	300,0(a)
Mazout Non Utilisé (TEP) (c)	-	-	-	-	11 434,0	11 434,0	45 735,0	68 603,0
Economies en Coûts de Combustible (d) (10^9 FD)	-	-	-	-	0,494	0,494	1,975	2,962
Economies en Capacité Non Utilisée (e) (10^9 FD)	-	-	-	-	1,715	-	6,86	3,43

N.B.: FD 177 = $ 1,00 US.

* Pour les notes, voir la page suivante.

TABLEAU 5-5 (suite)

(a) Les plans actuels prévoient la mise en route de 4 unités géothermiques de 7 MW, à deux ans d'intervalle les unes des autres et à partir de la fin de 1988. Ces unités entreront donc en production en 1989, 1991, 1993 et 1995. Nos projections pour l'an 2000 partent de l'hypothèse que ces mises en place se poursuivront au même rythme de deux ans d'intervalle avec des unités de même importance.

(b) En raison de la nature des génératrices géothermiques à charge de base, nous estimons le facteur de capacité à environ 80 pour cent.

(c) La quantité de mazout non utilisé a été calculée à un taux de conversion de 36 pour cent pour les génératrices à mazout.

(d) Ces économies constituent les totaux annuels pour les années données, en FD constants, calculées à partir d'un prix de 43 180 FD/TEP pour le mazout.

(e) Calculées au prix coûtant en dollars constants, au taux de 1,4 millions de dollars US/MW de capacité installée de production au diesel (245 millions de FD/MW). Les économies en capital investi figurent pour les années appropriées pour les génératrices installées avant l'année précédant celle qui est portée au tableau.

CHAPITRE III. CONSERVATION DE L'ENERGIE

"APPROVISIONNEMENT" EN ENERGIE GRACE A LA CONSERVATION

Malgré son potentiel énorme, les pays en développement ont accordé peu d'importance à la conservation de l'énergie. La conservation s'est vue affligée de la malheureuse connotation négative de "serrer la ceinture" ou de réduction des services et d'autres activités économiques. Cependant, il y a quelques années, les pays industrialisés s'étaient rendus compte qu'ils pouvaient réduire de façon significative les coûts de la production et des services, et en même temps réaliser d'énormes économies, grâce à une utilisation efficace de l'énergie. Aujourd'hui, on admet que la conservation est une alternative énergétique qui est peu coûteuse et qui est compatible avec la croissance économique.

La politique de Djibouti en matière de conservation de l'énergie se présente de la manière suivante:

> Parallèlement à la mobilisation des sources locales d'énergie, il est nécessaire de mettre sur pied une politique de conservation de l'énergie, afin d'amortir le dur impact de la facture pétrolière sur notre balance des paiements.
>
> Cependant, le niveau de notre consommation d'énergie par habitant et l'étroite relation qui existe entre la tendance d'une telle consommation et celle du PNB rendent impossible toute politique de réduction de la consommation, dans une perspective de développement socio-économique raisonnable et en ne tenant pas compte de sérieuses difficultés d'acquisition, par le biais d'une compression imposée de besoins aussi vitaux que ceux des foyers, de l'industrie, l'agriculture, ou de tout autre secteur.
>
> La politique à cet égard se caractérise par:
>
> - Une campagne nationale sur la conservation de l'énergie qui se présente sous la forme d'un programme de sensibilisation et d'information des agents économiques;
>
> - Une structure de taux nouvelle et plus simple à Electricité de Djibouti qui pousserait ses clients à moduler leur consommation sur la base des coûts (28).

---

(28) République de Djibouti, "Conférence des Donateurs pour Djibouti: Rapport Récapitulatif", Vol. 1, Novembre 1983.

Les mises en garde exprimées dans la présente déclaration reflètent une certaine préoccupation à l'égard des effets que pourrait avoir la conservation de l'énergie sur la croissance économique. La conservation de l'énergie devrait constituer une force économique très positive parce que notre définition de la conservation de l'énergie tient compte du rendement économique. Au cours des années précédentes, il était devenu évident que le lien entre l'énergie et le PIB n'était pas fixe.

La conservation de l'énergie est non seulement compatible avec la croissance économique, mais lui est cruciale. Tout comme la conservation de l'énergie représente une utilisation rentable de l'énergie, une utilisation rentable de l'énergie représente une productivité économique.

La définition que nous avons utilisée dans la présente étude pour la conservation de l'énergie est celle de la réduction de l'utilisation de l'énergie par unité de production, ou la réduction de "l'intensité énergétique" du produit ou du service (29). Cela est équivalent à un accroissement du rendement énergétique. La réduction de l'intensité d'énergie ne signifie nécessairement pas une réduction de la consommation globale d'énergie. Cela pourrait signifier une augmentation de la productivité ou, tout simplement, le ralentissement du taux de croissance de la consommation d'énergie par rapport au taux de croissance économique. La conservation permet à la productivité de s'accroître plus rapidement que la consommation d'énergie, et aide la situation des avoirs de change en allégeant le fardeau des importations énergétiques que supporte la balance des paiements. Cet avantage s'applique tout spécialement à Djibouti, compte tenu du déficit projeté pour les années à venir.

Afin de respecter les objectifs du présent rapport, on a tenu à considérer la conservation comme un "approvisionnement" en énergie, dans la mesure où elle représente une option permettant de répondre à la demande énergétique. On devrait évaluer le coût de la conservation en tenant compte de l'économie d'énergie réalisée (en unités de FD/TEP ou de FD/kWh), tout comme on a estimé le coût de l'approvisionnement énergétique à partir d'autres sources. A titre d'exemple, le calfeutrage des fissures autour d'un climatiseur pourraient réduire la consommation électrique à un coût de 1,00 ou 2,00 FD par kWh (0,0005 - 0,01 dollar américain) que l'on aura économisés (beaucoup moins élevé que le coût de l'électricité vendue par l'EdD).

La conservation est du type très spécial d'"approvisionnement" énergétique. Elle ignore les pannes, n'est pas vulnérable au sabotage, l'attaque ou l'embargo, son prix est toujours le même, et est très fiable. De plus, la conservation est efficace en fonction du coût dans de nombreuses applications. C'est une

---

(29) Schipper et al, mai 1982.

technologie très simple qui peut être à forte intensité de main-d'oeuvre. Nous sommes d'avis qu'un programme de conservation d'énergie aiderait énormément l'économie djiboutienne, en réduisant le déficit commercial, le prix de revient du recours par le consommateur à des services utilisant de l'énergie et, en fin de compte, en réduisant le prix de la production dans le pays. De plus, il existe à Djibouti des possibilités pour une industrie qui conserverait l'énergie.

Dans ce scénario de conservation de l'énergie, nous établissons une évaluation approximative du degré de pénétration (efficace en fonction du coût) à Djibouti de mesures de conservation de l'énergie. Nous insistons sur l'aspect "efficacité en fonction du coût" parce qu'il serait aussi possible de voir apparaître des obstacles de nature autre qu'économique empêchant (ou des stimulants permettant) d'atteindre ce niveau de conservation. Nous indiquons, néanmoins, les possibilités de conservation dans le réseau d'électricité, les immeubles, et les transports, et laissons les décideurs djiboutiens se prononcer sur les variables non-économiques.

CONSERVATION DE L'ELECTRICITE

Au cours des années précédentes, le public s'était de plus en plus penché sur les questions relatives à l'électricité. Son prix élevé avait rendu nécessaires les mesures de conservation, ainsi que des techniques de gestion de la demande mûrement réfléchies, dans le but de réduire la consommation de pointe. On pourrait définir les efforts de conservation comme un nombre de mesures que les consommateurs d'électricité peuvent prendre afin de réduire une utilisation en pure perte de l'énergie. Ces efforts pourraient également englober des mesures prises par l'EdD, en vue d'accroître le rendement de la production, la distribution, et l'utilisation globales de l'électricité.

Production d'Electricité

Amélioration du Facteur de Puissance (30). Dans le système de EdD, les facteurs de puissance existant dans différents de charge vont de 0,65 à 0,8. Les avantages fondamentaux de l'amélioration du facteur de puissance sont les suivants:

1. Des pertes de transmission et de transmission réduites (pertes I^2R);

2. Une récupération de la capacité du système, et une remise à plus tard des dépenses de capitaux en vue d'une expansion;

---

(30) L'Annexe O comporte la définition et l'étude du facteur de puissance.

3. La libération de la capacité du circuit en vue d'utilisations de la charge supplémentaire; et

4. Une réglementation améliorée de la tension.

Un facteur de puissance bas (FP) augmente les pertes en termes de distribution et d'utilisation électrique du matériel, telles que le câblage, les moteurs, et les transformateurs, et réduit les possibilités de manipulation de charge, ainsi que la réglementation de la tension du service d'électricité. Toutes pertes de facteur de puissance d'unité sont égales nulles. Les pertes augmentent à mesure que le facteur de puissance baisse. Lorsque le FP tombe au-dessous d'un niveau choisi, les services publics souvent font souvent payer une pénalité supplémentaire séparée au consommateur. Aujourd'hui, la structure des taux de l'EdD ne comporte aucune pénalité de facteur de puissance.

Un FP insatisfaisant diminue également la capacité réelle de production du service d'électricité. Le FP passant de 1 à 0,8, la capacité de réserve du service d'électricité accuse une baisse supplémentaire de 25 pour cent et, généralement, les pertes de transmission augmentent de 50 pour cent.

Il est possible de corriger le facteur de puissance grâce à un certain nombre de techniques. On en trouvera une brève discussion dans l'Annexe O. La première mesure que devrait prendre EdD serait d'installer les condensateurs. Cette mesure est la plus simple et celle qui est rentable en fonction du coût.

Le coût des condensateurs utilisés pour le réajustement du FP varie entre 4 425 FD (25 dollars américains)/kVAd et 7 080 FD (40 dollars américains)/kVAd. Le coût de leur installation dépend de l'emplacement et du type de montage. Le Tableau 5-6 (version anglaise, Figure 5-7) comporte le résumé des investissements que nous estimons nécessaires, en vue d'un réajustement du FP pour le système EdD.

Le Tableau 5-7 (version anglaise, Figure 5-8) schématise les économies réalisées grâce à une amélioration du facteur de puissance, que l'on fera varier de 0,7 à 0,9 en 1985, et de 0,7 à 0,95 en 1990. Ces économies d'énergie sont de l'ordre de 30 pour cent de la production.

Le Tableau 5-8 (version anglaise, Figure 5-9) représente un résumé du coût et des économies. Il est clair que les économies dépassent de loin les coûts, même au cours de la première année. On devrait remarquer que les coûts sont encourus seulement en 1985 et 1990, lorsqu'on procédera à l'achat et à l'installation des condensateurs. De l'autre côté, les économies sont faites chaque année (31).

---

(31) Cf. Annexe O pour la dérivation de ces chiffres.

TABLEAU 5-6

Coûts d'Amélioration du Facteur de Puissance

(Correspond à la Figure 5-7, Version Anglaise)

	Phase I (1985)	Phase II (1990)
Amélioration du Facteur de Puissance	0,7 à 0,9	0,9 à 0,95
Coût (10^6 FD)	137 - 219	23 - 37
($)	775 000 - 1 240 000	130 000 - 208 000

N.B.: Voir Annexe 0 pour la dérivation de ces chiffres.

FD 177 = US $ 1,00.

TABLEAU 5-7

Economies Provenant de l'Amélioration du Facteur de Puissance (a)

(Amélioration du facteur de puissance à partir de 0,70) (b)

(Correspond à la Figure 5-8, Version Anglaise)

	1985	1990	1995	2000
Nouveau Facteur de Puissance	0,90	0,95	0,95	0,95
Economies (GWh)	45,30	83,60	115,60	129,60
TEP (c)	10 360,06	19 110,00	26 420,00	29 640,00
FD x (1 million) (d)	447,00	825,00	1 140,00	1 280,00
Dollars x (1 million) (e)	2,50	4,70	6,40	7,20

(a) Les calculs et la discussion concernant l'amélioration du facteur de puissance figurent en Annexe O.

(b) Amélioration du facteur de puissance de 0,70 à 0,90 en 1985 et de 0,90 à 0,95 en 1990.

(c) Rendement de 0,36 utilisé pour la conversion.

(d) 43 180 FD/TEP pour le mazout en FD 1982 constants.

(e) FD 177 = US $ 1,00.

TABLEAU 5-8

Résumé des Coûts et des Economies Relatifs à l'Amélioration du Facteur de Puissance (a)

(Correspond à la Figure 5-9, Version Anglaise)

	1985	1990	1995	2000
Economies d'Energie (TEP)	10 360	19 110	26 420	29 640
Francs Djiboutiens Coûts (FD 1 million)	138 - 219	23 - 37	0	0
Economies (FD 1 million)	447	825	1 140	1 280
Dollars U.S., Coûts ($ 1 million)	0,78 - 1,24	0,13 - 0,21	0	0
Economies	2,50	4,70	6,40	7,20

(a) Les coûts n'interviennent qu'en 1985 et 1990 alors que les économies sont réalisées chaque année, c'est-à-dire qu'en 1986 les économies se monteront à 10 360 TEP alors que les coûts seront de zéro.

Compte tenu de la nature importante des économies que mentionne cette analyse préliminaire, nous recommendons fortement que soit entreprise une étude des coûts d'ingénieurie.

Changement de combustible. Actuellement, l'EdD utilise 600 poids pétrole combustible à un coût de 43 180 FD/TEP (244 dollars américains/TEP) (32). EdD pourrait reconvertir ses génératrices, afin qu'elles brûlent les charges résiduelles d'huile lourde (dont le coût approximatif est de 40 000 FD/TEP, soit 226 dollars américains/TEP) (33) en consacrant approximativement un pour cent du coût de la capacité des génératrices installées, c'est-à-dire 2,5 millions de FD/MW, ou 14 000 dollars américains/MW). Cette estimation représente un cas de limite supérieure pour le coût de cette amélioration (34). La reconversion du système comprend le remplacement des unités d'échauffement préliminaire sur les génératrices, et l'installation de nouveaux réservoirs de combustible et la pose de la tuyauterie. Cette reconversion permettrait à Djibouti d'économiser près de sept pour cent des coûts actuels de combustible consacrés par l'EdD, du fait du coût inférieur des huiles lourdes (les économies réalisées pourraient s'avérer inférieures, dans la mesure où la consommation de combustible pourrait être élevée).

La capacité de EdD sera de 48 MW d'ici l'année 1985 grâce à l'installation de deux nouvelles génératrices de 15 MW chacune et la cessation de l'utilisation de plusieurs unités moins récentes. Quant aux économies projetées, nous estimons que la totalité des 48 MW est reconvertie à un coût total de 120 millions de FD (670 000 dollars américains) qui, une fois mis en palier sur une période de 15 ans, est égal à 17,6 millions de FD/an (100 000 dollars américains/an) (35). Une fois que l'on passera au pétrole de combustible résiduel lourd, toute nouvelle génératrice que l'on utilisera serait conçue pour brûler de l'huile résiduelle lourde. Dans ce cas, le coût supplémentaire est négligeable, par conséquent les coûts sont estimés en se basant sur l'amélioration des unités utilisées actuellement.

Le Tableau 5-9 (version anglaise, Figure 5-10) illustre les projections de coûts et d'économies dans le cas d'une telle recon-

---

(32) Ceci représente un coût d'ordre économique pour la nation.

(33) Le coût du combustible est basé sur le prix posté pour le Stock C à Djibouti.

(34) Correspondance privée, Bechtel Corp., août 1984.

(35) Facteur annuel de recouvrement des capitaux de 14,7 pour cent (durée de vie = 15 ans, taux d'actualisation de 12 pour cent). Le choix s'est porté sur quinze ans parce qu'un certain nombre parmi les petites génératrices ont été utilisées pendant plus de dix ans et que leur durée de vie prévue est de vingt ans seulement.

version du changement de combustible. La période de récupération est inférieure à une année, et les économies continuant d'être réalisées dans l'avenir. Il est évident que l'on devrait examiner la présente option de manière plus détaillée.

Réduction de la Charge de Pointe Electrique. Le but de la gestion de charge de pointe électrique est de réduire le besoin de la capacité de production électrique. Parce que la capacité de production électrique de l'EdD est utilisée seulement durant les périodes de pointe (les périodes de demande maximale), elle reste inutilisée durant le majeure partie de l'année. Dans la mesure où la production d'électricité représente un investissement de capitaux important (250 millions de FD ou 1,4 millions de dollars américains par MW (36)), toute réduction de la demande de pointe représente une réduction des dépenses de capitaux, et souvent correspond également à une réduction de la consommation d'énergie.

L'un des moyens de traiter ce problème consiste à établir une politique énergétique qui soit favorable à un décalage des demandes d'énergie de pointe de consommateurs individuels importants dans le modèle quotidien d'utilisation. De tels décalages de demandes auraient tendance à aplanir la courbe quotidienne de charge, remettant, ainsi, à plus tard la nécessité d'accroître la capacité de production.

Il est possible de réaliser un tel applanissement en exigeant une gestion de charge par chacun des grands consommateurs, ou par l'établissement de politiques énergétiques qui encouragerait une réduction de la demande de pointe parmi les petits consommateurs. Nous recommandons que, dans un avenir proche, le recours aux options de gestion de charges soit considéré.

Taux Interruptifs. On pourrait définir l'énergie interruptive ou réductible comme tout service d'alimentation en électricité au taux de fiabilité très bas, à l'opposé d'un service d'alimentation "ferme" (ou garanti). L'énergie interruptive peut être coupée lors de conditions d'urgence du système, comme, par exemple, lorsque la capacité totale dont on dispose ne convient pas, ou lorsque la disponibilité du combustible ne convient pas, dans le but de maintenir un degré élevé de fiabilité de l'offre de service aux utilisateurs d'alimentation ferme. Dans la mesure où il est possible de l'interrompre, ce type d'énergie permet au service d'électricité de réduire le volume de la capacité de production de pointe, dont il aurait besoin autrement. Par conséquent, les taux de l'électricité interruptive sont inférieurs aux taux de demande ferme.

Dans la région desservie par l'EdD, on trouve un certain nombre d'installations génératrices d'électricité installées par des

---

(36) Coût réel des nouvelles génératrices de 15 MW de l'EdD.

TABLEAU 5-9

Coûts et Economies du Changement de Combustible

(Correspond à la Figure 5-10, Version Anglaise)

	1985	1990	1995	2000
COUTS				
Initial (a)	120,0	0	0	0
(1 million de FD)				
Moyenne (b)	18,0	18,0	18,0	18,0
Initial	0,7	0	0	0
($ 1 million)				
Moyenne (b)	0,1	0,1	0,1	0,1
ECONOMIES				
(FD 1 million)	133,0	226,0	313,0	415,0
($ 1 million)	0,8	1,3	1,8	2,3

N.B.: FD 177 = $ 1,00 US.

(a) Coûts exprimés l'année où ils sont intervenus.

(b) Facteur de récupération du capital de 14,7.

consommateurs commerciaux, industriels, et résidentiels pour servir d'unités de soutien pour l'approvisionnement en électricité. On a estimé à 2,5 à 3 MW le total de la capacité d'autoproduction électrique dans la région desservie par l'EdD. Les taux interruptifs peuvent servir à encourager les consommateurs disposant d'installations d'autoproduction électrique d'interrompre l'alimentation ou, dans le cas d'un déséquilibre entre l'offre et la demande, pour éviter les coupures de courant. Cette opération non seulement permettra de libérer la capacité de production du réseau, mais peremettra également d'en alléger la charge de transmission et de distribution.

Du point de vue de l'exploitation du système, la charge interruptive constitue une forme de capacité disponible, dans la mesure où une réduction de charge a le même effet sur les réserves disponibles qu'une augmentation de la capacité. Une différence fondamentale entre la réduction et l'augmentation de la capacité: alors que les opérateurs de systèmes disposent d'informations précises sur le statut de la capacité, ils ne connaissent pas avec la même précision le volume de charge interruptive que l'on peut utiliser à tout moment pour la baisse de capacité. Il est possible toutefois de rassembler une évaluation de tous les profils de charge d'autoproduction et l'ensemble des profils de charge interruptive de tous les consommateurs qui permettront de savoir, à tout instant, la quantité de charge interruptive dont on dispose.

Aujourd'hui, le système de EdD fonctionne avec des réserves inadéquates, provenant d'un manque de capacité installée. On peut considérer une charge interruptive comme une réserve "non-repoussable", c'est-à-dire que la capacité peut être prête à charger, au bout de 15 à 30 minutes. L'énergie interruptive fera fonction d'assurance contre une panne de système, de façon qu'il y ait suffisamment de réserve de repoussage, au cas où une autre panne survenait.

A longue échéance, la vente d'un volume supérieur d'énergie interruptive à des consommateurs pouvant produire leur propre électricité permettra au système de l'EdD d'économiser le coût de production égal à la charge (qui, autrement, serait ferme) plus la marge de réserve correspondante nécessaire au soutien de cette charge ferme. La valeur du système et, par conséquent, ce qui justifie la fourniture de ce type de service à des taux réduits, dépendent de la possibilité d'interrompre le courant. Le volume de courant que l'on peut réduire à n'importe quel moment (ainsi que le temps de réponse nécessaire) est également important.

Le Tableau 5-10 (version anglaise, Figure 5-11) illustre les effets des charges interruptives sur l'équilibre de l'offre et de la demande, ainsi que les conditions de marge de réserve pour le système de l'EdD. Il est à remarquer que la capacité disponible de charges interruptives (cf. Tableau 2-5 (version anglaise, Figure 2-6) est supposée, basée sur un facteur de diversité de 10 pour cent, pour justifier le fait que certaines charges interrup-

tives ne sont pas disponibles. Il va de soi que l'on peut réaliser une importante réduction des insuffisances de capacité.

Utilisation Finale d'Electricité

Les possibilités de conservation de l'électricité d'utilisation finale sont énormes pour le type de programme d'économie d'énergie dans les immeubles à Djibouti. Bien qu'il soit également possible d'économiser de l'énergie dans l'éclairage des rues et dans l'industrie, ces utilisations finales consomment, en proportion, peu d'électricité et, par conséquent, ne sont traitées que brièvement dans notre étude.

Immeubles Résidentiels d'Aujourd'hui. La demande totale en électricité dans le secteur résidentiel est fonction des appareils ménagers consommateurs d'énergie utilisés, des environnements dans lesquels ils sont utilisés, et les types d'emploi qu'ils ont. Dans le but de réaliser des économies maximales d'énergie, un programme de conservation, qui a réussi, discutera chacun de ces facteurs déterminants.

Pour Djibouti, où tous les appareils électriques sont importés, l'un des aspects de cet effort de conservation consistera à établir des critères qui encourageront l'importation d'appareils à bon rendement énergétique. Un tel programme établirait une réglementation, que devront respecter les appareils à utilisation finale importante (tout particulièrement les réfrigérateurs et les climatiseurs) qui détermineraient les normes minimum acceptable en terme de rendement. On pourrait alors décourager l'importation d'appareils ne satisfaisant pas cette réglementation en établissant des taxes d'importation élevées. A mesure que les années passent, une telle réglementation des importations aura pour effet d'accroître le rendement global du nombre total des appareils utilisés dans le pays.

Bien que l'appareil constitue en soi un facteur de taille déterminant le rendement énergétique, la manière d'utilisation de l'appareil par les consommateurs aura une incidence importante sur la consommation globale d'énergie. Un aspect important de la conservation consiste à informer les consommateurs sur le fonctionnement des appareils, et leur montrer comment les utiliser pendant une durée plus courte et obtenir le même résultat. Il serait utile que les écoles, les revendeurs d'appareils ménagers, et les médias se chargent de dispenser un tel programme d'information du public. Il serait également utile que les consommateurs deviennent conscients de la relation qui existe entre leur propre consommation d'énergie et la consommation nationale globale, ainsi que des effets néfastes du gaspillage de l'énergie sur l'économie nationale.

Il est bien entendu que l'environnement dans lequel les appareils consommateurs d'énergie sont utilisés aura des conséquences sur leur fonctionnement, et par la même occasion sur leur rendement. Il est évident qu'un climatiseur fonctionnant dans une température ambiante de 40° Celsius devra tourner beaucoup plus, et

TABLEAU 5-10

Effets des Charges Interruptives sur les Spécifications de Marge de Réserve pour le Système de l'EdD

(Correspond à la Figure 5-11, Version Anglaise)

	1985	1990	1995	2000
1. Demande de Pointe (MW) (a)	40,1	66,8	89,1	118,3
2. Capacité Fiable de l'EdD (MW) (b)	48,0	54,2	49,4	44,6
3. Réserve Contribuée Par les Clients à Systèmes Interruptifs a. Clients ayant leur propre groupe électrogène	3,0	3,0	3,5	3,5
b. Autres clients importants	2,0	3,3	4,5	6,0
TOTAL (MW)	5,0	6,3	8,0	9,5
4. Charges d'Interruption Disponible (c)	4,5	5,6	7,2	8,5
5. Spécification de la Marge de Réserve (MW)	14,0	15,4	16,4	18,0
6. Spécification de la Marge de Réserve Modifiée (d)	9,5	9,8	9,2	9,5

(a) Tiré du Tableau 2-4.

(b) Tiré du Tableau 2-7.

(c) Quatre-vingt dix pour cent de l'entrée 3.

(d) Entrée 5 moins entrée 4.

consommer plus d'énergie, qu'un climatiseur opérant dans une température extérieure de 30°C. Bien entendu, il faudrait également que l'on comprenne clairement que l'environnement architectural (autrement dit la forme, la conception, le tracé, les matériaux ainsi que la qualité de construction d'un immeuble) aura un impact de la demande en énergie du matériel installé à l'intérieur de l'immeuble. C'est certainement le cas pour les climatiseurs. Il en est de même pour l'éclairage et la réfrigération. Par conséquent, la demande en énergie actuelle est fonction du matériel installé dans l'immeuble, les habitudes des personnes l'utilisant, ainsi que la qualité de la dotation actuelle en logements. Tout programme de conservation d'énergie, visant à réduire la demande résidentielle, devra prendre en considération ces trois facteurs.

Le Projet d'Initiatives Energétiques a déjà donné lieu à deux documents qui portent sur différents aspects de l'utilisation de l'électricité dans les immeubles résidentiels et commerciaux. Le premier de ces rapports, intitulé Construire dans la Région du Désert Maritime: Climat, Construction et Energie à Djibouti, écrit par Daniel Dunham, met l'accent sur la construction, et décrit la nouvelle conception à adopter dans la réalisation d'immeubles, en vue de les rendre plus rentables en termes d'utilisation de l'énergie. En d'autres mots, ils fourniraient un espace de logement confortable, et exigeraient un volume d'énergie inférieur à celui qui est exigé aujourd'hui. Le second de ces rapports, Réduire la Consommation d'Energie dans les Immeubles: Les Possibilités de Conservation à Djibouti, de Seymour Jarmul, couvre l'autre aspect du problème, c'est-à-dire la réduction de la consommation actuelle d'énergie dans les immeubles.

Dans son rapport, Jarmul étudie dans le détail l'établissement d'un programme de reconversion. Un tel programme améliorerait la dotation actuelle en logements et appareils ménagers qui y sont installés. Parce que la demande résidentielle en électricité est surtout destinée à l'éclairage, la réfrigération, et la climatisation, Jarmul suggère de consacrer un programme de conservation qui se pencherait uniquement sur les utilisations finales de l'énergie. La première de ces recommandations porte sur l'éclairage: passer d'appareils à incandescence à des appareils fluorescents réduit la consommation électrique par lumen (unité de lumière produite). Ensuite, l'application d'une pellicule spéciale sur les fenêtres permettant de réfléchir le gain calorifique, tout en laissant la lumière passer à l'intérieur de la chambre, permet une plus grande utilisation de la lumière du soleil. La seconde de ces recommandations se réfère à la réfrigération: la demande en électricité diminue grâce au recours à des modèles récents et à meilleur rendement énergétique. Dans le cas où l'on ne dispose pas de fonds pour un tel remplacement, il est possible de réaliser des gains calorifiques en installant les réfrigérateurs à l'extérieur de la maison (pour celles disposant de la climatisation), dans un coin ombragé de la cour, là où ils ne pourront pas causer un accroissement de la charge calorifique. L'installation supplémentaire d'une couverture isolante et d'un

abri contre le soleil (dans le cas où la protection de l'appareil contre la lumière directe devient nécessaire) peuvent provoquer une baisse substantielle de la consommation électrique pour les réfrigérateurs de modèles anciens et récents.

Comme indiqué précédemment, dans le but de réduire la demande en électricité consacrée à la climatisation, on doit nécessairement examiner l'environnement architectural dans lequel la climatisation est entreprise. Le principe fondamental du fonctionnement d'un climatiseur consiste à refroidir un volume d'air à l'intérieur d'un espace. Toute ouverture dans l'espace qui entoure ce volume d'air permettra à l'air chaud de pénétrer (rendant nécessaire un refroidissement supplémentaire). La chaleur pénètre également à travers les murs, le plafond, et le toit retenant à l'intérieur l'air qui doit être refroidi. Dans les maisons déjà sur pied, il est possible d'établir un programme de reconversion qui permettra aux foyers d'améliorer les qualités thermales de cette enveloppe qui recouvre l'immeuble. Il est possible de réaliser un accroissement considérable du rendement en obturant les trous, en ajoutant un espace aéré entre le plafond de la chambre et le toit de l'immeuble (un espace non-aéré provoque un accroissement calorifique et réchauffe l'immeuble), et en isolant chacune des chambres équipées de climatiseurs. Même ces derniers devraient être protégés contre la chaleur, dans le but de réduire leur charge thermique.

Il serait possible de diminuer de manière importante la consommation électrique dans les immeubles sur pied, grâce à la mise en pratique de l'ensemble des suggestions formulées par Jarmul, en matière de conservation.

Immeubles Gouvernementaux et Commerciaux Actuels. Les utilisations de l'électricité dans les secteurs des immeubles gouvernementaux et commerciaux sont similaires à celles du secteur résidentiel, bien qu'un accent plus grand soit mis sur l'éclairage et la climatisation.

Un programme de conservation, dont le but est de réduire le gaspillage énergétique dans le secteur résidentiel, peut avoir la même incidence sur les immeubles commerciaux, dans le cas où l'on tient compte de certaines différences structurelles. Le remplacement d'ampoules incandescentes par des ampoules fluorescentes, la reconversion d'immeubles permettant d'assurer l'étanchéité des fuites pour la climatisation, l'isolation des parois, et autres actions semblables, donneront lieu aux mêmes avantages qu'ils produiraient dans le secteur résidentiel.

Cependant, la différence fondamentale qui existe entre les facteurs touchant à l'utilisation de l'électricité, c'est le fait que les personnes travaillant dans de tels immeubles ne sont pas obligés de couvrir le coût de l'électricité, et, par conséquent, se sentent moins motivés pour la conserver. Un programe efficace de conservation doit établir cette différence, et doit être conçu en conséquence.

Les modèles d'utilisation de l'énergie et plus important encore, du gaspillage d'énergie (découlant de cette apathie) peuvent, et devraient être, abordés de deux voies différentes. Tout d'abord, il serait nécessaire de sensibiliser le public à la nécessité de conserver l'énergie, afin que les consommateurs puissent perdre leurs habitudes et cessent de la gaspiller. Ensuite, il serait utile que les environnements dans lesquels ils travaillent soient changés, afin de rendre moins probable un gaspillage d'énergie. Il est plus aisé de convaincre les consommateurs de changer leurs habitudes, si un tel changement leur permettra directement d'en tirer profit. Dans les situations où un tel stimulant n'existe pas, il est toujours possible de réaliser des économies d'énergie, dans le cas où l'on installe des appareils à déclenchement automatique.

De tels appareils n'ont pas besoin d'être compliqués ou sophistiqués. A Djibouti, il est courant de voir des bureaux dont les climatiseurs fonctionnent, alors que les portes extérieurs sont béantes. Un simple appareil à ressort installé sur ces portes les refermera automatiquement, une fois qu'on les aura franchies. Dans de nombreux bureaux, les portes sont laissées ouvertes, afin de permettre aux secrétaires d'observer le va-et-vient ou, en général, pour éviter l'impression d'être cloîtré. Dans ces cas-là, remplacer la porte en place par une porte vitrée permettra un contact visuel sans gaspillage d'énergie possible. De paire avec d'autres modifications structurelles du même type, ces altérations sont en mesure de réduire la consommation d'énergie sans qu'il y ait trop de participation active. Il est également possible de nommer un employé qui serait spécifiquement chargé du contrôle de la consommation énergétique. Il pourra circuler dans l'immeuble, et fermera les portes et les fenêtres si elles sont ouvertes, éteindra les lumières et les climatiseurs à la fin de la journée, et s'occupera de l'entretien de routine, comme par exemple le nettoyage des filtres des climatiseurs et le calfeutrage, là où ce sera nécessaire.

Les possibilités de conservation de l'énergie sont peut-être les plus grandes dans les immeubles commerciaux et gouvernementaux. De plus, parce que la plupart de ces immeubles sont gouvernementaux, les économies d'énergie réalisées dans ces bureaux représenteraient un gain financier direct pour le gouvernement.

Les Nouveaux Immeubles. Bien qu'il soit possible de réaliser d'énormes économies d'électricité dans les nouveaux immeubles, il est possible d'en faire de plus grandes en évitant de créer une nouvelle demande supplémentaire provoquée par la nouvelle dotation en logements, si les nouvelles maisons sont construites suivant une conception visant une rentabilité énergétique. Dans son rapport, Dunham décrit plusieurs concepts architecturaux destinés tout spécialement à créer un environnement confortable à l'intérieur des nouvelles maisons djiboutiennes. Les constructeurs éventuels pourront faire usage des directives qui leur sont destinées et qui figurent dans les chapitres consacrés à la protection de l'immeuble contre les effets indésirables des rayons

du soleil et du vent. Les constructeurs éventuels pourront également se référer aux chapitres relatifs aux matériaux de construction appropriés et celui traitant de la conception convenable des environnements intérieur et extérieur.

Les plus grands bénéfices proviendraient de la mise au point de codes qui rendraient nécessaire un type fondamental de construction utilisant l'énergie de manière efficace. Cela pourrait permettre une diminution importante de la demande en électricité.

Djibouti est sur le point d'entrer dans une importante période de construction de nouveaux logements résidentiels (selon les estimations de la Banque mondiale, 2 250 maisons seront nécessaires chaque année, en vue de répondre à la demande prévue à Djibouti). Alors que dans le passé, quelques lotissements avaient été bâtis à Djibouti (par exemple, Cités du Progrès, Stade, Arhiba, etc.), les immeubles ne convenaient ni au climat ni aux conditions sociales et économiques de Djibouti.

Dans le but de répondre à cette demande, la Banque mondiale est sur le point d'entreprendre la mise sur pied d'un important projet de logement à Djibouti. La Banque a procédé à une étude approfondie du projet, et a mis au point un plan d'action détaillé et complet. Elle s'est également assurée de la disponibilité des sources de financement de cette entreprise. Le début des travaux est prévu pour la fin de 1984. Les plans prévoient la préparation du terrain, qui sera équipé de routes et de services, destiné à 1 000 logements. Les 257 qui seront construits immédiatement serviront de modèles à l'implantation future de logements bâtis, grâce à l'effort personnel, sur le reste des lots, ainsi que pour les logements dans d'autres emplacements à Djibouti. La gamme de coûts a été soigneusement établie, de façon à permettre à la plus grande tranche de population possible de bénéficier du projet.

Malheureusement, la conception à proprement parler des immeubles à construire n'a accordé qu'une considération purement symbolique aux conditions climatiques et aux exigences sociales de Djibouti. De plus, il n'a pas été tenu compte de notions se rapportant à une conception permettant de réaliser un rendement énergétique, ainsi que celles relatives à la stabilité d'une structure résistant aux tremblements de terre. Ainsi, il est à craindre que le Projet de la Banque mondiale ne perpétue, à une échelle plus grande, le cas de projets de logement qui, dans le passé, n'avaient pas tenu compte des conditions locales. Dans le mesure où la construction véritable des maisons, dans le cadre du Projet de la Banque mondiale, ne commencera pas avant une année ou deux, on dispose encore d'une période de temps limitée pendant laquelle on peut rectifier ces oublis, grâce à une étude approfondie des problèmes et de la conception d'un prototype de maison conservant beaucoup mieux l'énergie.

Si, se basant sur les principes énoncés par Dunham dans son manuel, on construisait une unité résidentielle et qu'on la répétait à plusieurs centaines ou milliers d'exemplaires, on pourrait réaliser des économies qui seraient considérables, si on comparait

cette opération à la construction d'un nombre similaire d'unités conventionnelles. Ce type de maison, conçue convenablement, permettrait une plus grande aération, protégerait les murs extérieurs contre la lumière solaire directe, fournirait un espace extérieur ombragé pour l'installation du réfrigérateur, et permettrait un refroidissement nocturne rapide du toit, grâce au type de conception de sa structure et à l'utilisation des matériaux qui conviennent.

L'enquête d'évaluation de la consommation d'énergie dans les foyers a porté sur trois catégories d'immeubles: 1) des cabanes aux murs faits de planches en bois et ayant un toit en tôle ondulée; 2) des maisons en dur, souvent ayant des toits en tôle ondulée; et 3) des maisons bâties à l'aide de blocs de ciment. Lors de cette enquête, les familles ont été interrogées sur leurs préférences en termes de matériaux de construction particuliers. Un nombre égal de familles a préféré la pierre au ciment, alors qu'aucune n'a porté son choix sur le bois. La préférence est allée au ciment parce qu'il possède les avantages suivants: il est plus solide, plus agréable à voir, et plus frais que les autres types de matériaux de construction. Des raisons semblables ont été avancées, dans le cas des logements en pierre. L'enquête a révélé que parmi les inconvénients des habitations faites de planches en bois, les familles interrogées ont déclaré que celles-ci étaient laides, ne protégeaient pas contre la chaleur, et qu'elles étaient souvent détruites par les termites.

Il est possible de supposer qu'à mesure que l'individu passe d'une cabane faite de planches en bois à un type de logement utilisant un matériau plus permanent (tel que la pierre, la brique, ou le ciment), l'augmentation du revenu, qui a permis le passage à un type de logement plus décent, sera également appliqué à une consommation plus élevée d'énergie. Ces nouveaux logements seront, inévitablement, équipés de climatiseurs. Si, dès le début, on choisit une conception appropriée pour ces immeubles, on aura moins fréquemment besoin de mettre les climatiseurs en marche, et la charge réelle de refroidissement pourrait n'être que la moitié ou le cinquième de celle des nouveaux types de logements conventionnels (37).

Le moment est parfait pour que la conception, la construction, et le suivi d'un prototype de logement conservant mieux l'énergie soient effectuées à temps pour pouvoir influencer le Projet de la Banque mondiale. Judy Hirsch, qui fait partie de l'équipe ISERST/VITA à Djibouti, a déjà consacré énormément de temps et d'effort à la mise au point d'une étude de programme sur les prototypes de logements à Djibouti. L'intérêt des architectes locaux s'en est trouvé par conséquent ravivé.

---

(37) Correspondance particulière, Lawrence Berkeley Laboratory, juillet 1984.

Sur l'emplacement des nouveaux bureaux de l'ISERST, un lot de terrain a été réservé aux futurs logements pour le personnel; par conséquent, il semble convenable de procéder à la construction de quelques immeubles-pilotes ou expérimentaux que l'on pourra utiliser pour loger le personnel de l'ISERST qui étudiera leur performance et leur efficacité. De plus, la construction d'une unité-pilote de logement (même si, en fait, on parvient à démontrer qu'elle n'a pas réussi totalement à permettre des économies d'énergie) permettra d'accroître le nombre insuffisant de logements de la ville. Dans le cas où les unités-pilotes sont couronnées de succès, ces modèles pourraient être intégrés dans le Projet de la Banque mondiale, ainsi que dans les projets de construction, entrepris dans l'ensemble de la ville, que des particuliers se chargent de réaliser eux-mêmes.

En général, les mêmes principes de construction permettant une rentabilité énergétique, décrits ci-dessus, s'appliquent aux immeubles commerciaux et gouvernementaux. Toutefois, le pourcentage d'économies réalisées serait encore plus élevé.

Projections des Possibilités de Conservation dans les Immeubles. Dans le cadre des projections de la conservation d'énergie dans les immeubles décrites ci-dessus, nous avons indiqué dans les Tableaux 5-11 et 5-12 les implications économiques d'un important programme d'amélioration des immeubles existants qui serait appliqué en même temps que des codes qui indiqueraient la procédure à suivre, en matière de conservation d'énergie lors de la construction de nouveaux immeubles.

Les calculs et les évaluations, auxquels on a eu recours lors de la dérivation des chiffres avancés pour cette projection, figurent dans l'Annexe N. En un mot, l'évaluation des coûts et des économies pour les conversions, ainsi que pour le nouveau type de construction conservant mieux l'énergie, a été effectuée sur la base de la vérification des possibilités de conservation de l'énergie par les immeubles qui a été entreprise en 1983 à Djibouti par Seymour Jarmul (38). Dans ce scénario, nous indiquons les résultats de l'application de mesures de conservation d'énergie de coût très bas à la moitié des immeubles résidentiels, commerciaux et gouvernementaux à Djibouti. Le résultat est extraordinaire.

Le Tableau 5-11 comporte les coûts et les économies pour les immeubles résidentiels, commerciaux et gouvernementaux. Le Tableau démontre clairement qu'à longue échéance, les économies globales seront réalisées dans les nouveaux immeubles, alors que les immeubles gouvernementaux et commerciaux disposent des plus grandes possibilités en termes d'économies découlant des conversions.

Le Tableau 5-12 comporte un résumé des coûts encourus et les économies réalisées, compte tenu des possibilités de conservation

---

(38) Jarmul.

TABLEAU 5-11

Conservation de l'Energie dans les Bâtiments: Coûts et Economies Potentiels

(en million de FD 1982, sauf mention spécifique) (a)

(Correspond à la Figure 5-12, Version Anglaise)

COUTS (b)	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Résidentiel	150,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
Commercial	27,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Administratif	181,7	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Nouveaux Bâtiments	0	59,7	70,0	39,1	43,3	55,6	41,2	47,0	55,6
COUT TOTAL (FD)	358,9	76,9	87,2	56,3	60,5	72,8	58,4	64,2	72,8
COUT TOTAL ($ 1.000)	2 030,0	430,0	490,0	320,0	340,0	410,0	330,0	360,0	410,0
ECONOMIES EN IMPORTATIONS (c)									
Résidentiel	74,0	80,0	83,0	85,0	87,0	91,0	94,0	108,0	125,0
Commercial	16,0	17,0	17,0	18,0	18,0	19,0	19,0	23,0	27,0
Administratif	106,0	112,0	118,0	122,0	125,0	130,0	134,0	155,0	179,0
Nouveaux Bâtiments	0	35,0	78,0	101,0	127,0	160,0	184,0	323,0	487,0
ECONOMIES TOTALES (FD)	196,0	244,0	296,0	326,0	357,0	400,0	431,0	609,0	818,0
ECONOMIES TOTALES ($ 1.000)	130,0	1 560,0	1 670,0	1 840,0	2 020,0	2 260,0	2 440,0	3 440,0	4 620,0

N.B.: FD 1'7 = US $ 1,00.

(a) Voir Annexe N pour les détails de la dérivation de tous les chiffres figurant dans ce tableau.

(b) Tous les coûts sont mentionnés pour l'année où ils interviennent.

(c) 43 180 FD/TEP de mazout.

TABLEAU 5-12

Résumé des Possibilités de Coûts et d'Economies Relatifs à la Conservation de l'Energie dans les Bâtiments (a)

(Correspond à la Figure 5-13, Version Anglaise)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Economies d'Energie (TEP)	4 540	5 640	6 853	7 558	8 263	9 278	10 011	14 100	18 950
Francs Djiboutiens									
Coûts (b) (FD 1 million)	359	77	87	56	60	73	58	64	73
Economies (FD 1 million)	196	244	296	326	357	400	431	609	818
Dollars U.S.									
Coûts (b) ($ 1.000)	2 030	430	490	320	340	410	330	360	410
Economies ($ 1.000)	1 110	1 380	1 670	1 840	2 020	2 260	2 440	3 440	4 620

N.B.: FD 177 = US $ 1.00.

(a) Le détail des calculs figure en Annexe N.

(b) Les coûts sont mentionnés pour l'année où ils interviennent alors que les économies sont répartis sur les années à venir; les coûts sont ceux qu'il faut régler immédiatement pour les mesurs de conservation d'énergie.

d'énergie des immeubles à Djibouti. Comme indiqué par le Tableau, un investissement relativement modeste peut produire de considérables économies de devises étrangères. Si le coût de la conservation est étalé sur la durée des investissements, le coût par TEP économisée sera, par conséquent, de 13 400 FD (76 dollars américains) seulement, comparé à 43 180 FD (244 dollars américains) par TEP importée (39, 40). De plus, dans la mesure où la plupart des problèmes de charge de pointe que connaît l'EdD sont dûs à des charges de climatiseurs, il est possible de réaliser des économies importantes de capitaux, du fait d'un besoin moindre en capacité de production électrique. Un tel programme réduirait automatiquement la demande de pointe de bien plus que 2 MW en 1984, et de plus de 5 MW en l'an 2000 (ceci représente une limite inférieure qui est basée sur une réduction moyenne de la demande, et non pas sur la demande de pointe).

Eclairage Public. A Djibouti, l'éclairage public se fait aujourd'hui grâce à des ampoules à vapeur de mercure. De nouveaux types de lampadaires, utilisant des modèles d'ampoules différents, se sont avérés être plus rentables du point de vue énergétique. Par exemple, des lampes à sodium à haute pression fournissent le même volume d'éclairage et utilisent moins du quart du volume énergétique. Par conséquent, l'amélioration de l'éclairage des rues, en utilisant des lampes ayant un dégré de rentabilité plus élevé, donnera lieu à des économies substantielles.

CONSERVATION DE L'ENERGIE DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL

Comme indiqué précédemment, actuellement, le secteur industriel de Djibouti est vraiment petit, sa consommation totale de pétrole n'étant que de 1 400 TEP de combustible diesel. Par conséquent, tout programme de conservation d'énergie destiné à l'industrie aurait une relativement faible incidence sur les économies de combustible et les devises étrangères. Néanmoins, il est probablement possible qu'un programme de gestion énergétique permette à chaque catégorie d'industries de changer, pour le mieux, leurs dépenses internes. A titre d'exemple, l'une des applications possibles (sur laquelle il faudrait se pencher beaucoup plus) est le recours aux chauffe-eau solaires pour chauffer l'eau utilisée par les blanchisseries, les restaurants, et les hôpitaux, ou pour le préchauffage de l'eau afin de l'utiliser dans les processus industriels.

L'attention la plus importante d'un programme industriel de conservation d'énergie devrait se porter sur le choix et l'installa-

---

(39) Les durées de vie véritables des mesures de conservation sont comprises entre 10 et 50 ans.

(40) Lors de l'aplanissement des coûts, le taux de récupération du capital est de 0,17 pour cent par an (l'intérêt est de 12 pour cent et la durée de vie de 10 ans seulement).

tion de nouvelles industries à Djibouti. Lorsqu'il s'agira de savoir quelles industries conviennent le mieux à Djibouti, il serait nécessaire de prendre en considération l'intensité énergétique de chaque entreprise. Il serait également nécessaire d'évaluer avec précaution les différentes demandes en énergie des processus spécifiques et des équipements que l'on aura choisis. Un rendement énergétique élevé est toujours plus facile à planifier durant la conception initiale d'un projet qu'après que l'on a commencé à le mettre en application.

L'une des activités entreprises par le Service de l'Energie devrait consister à étudier dans le détail les projets industriels proposés, et de déterminer leurs avantages et leurs inconvénients relatifs, en termes de consommation énergétique nationale.

La projection de la conservation de l'énergie dans le secteur industriel est hors de la portée de la présente évaluation, vu que la nature du développement industriel futur a une incidence très grande sur les possibilités de réaliser de telles économies d'énergie.

CONSERVATION DE L'ENERGIE DANS LE SECTEUR DES TRANSPORTS

Dans la description que nous avons donnée du secteur des transports à Djibouti, nous avons insisté sur le caractère international de la majeure partie du trafic qui traverse le pays. Le désir du gouvernement de faire de Djibouti un centre régional de transport apparaît dans les efforts récents que celui-ci entreprend en vue de la modernisation et de l'expansion des installations portuaires et aéronautiques. Il faut encourager une croissance du trafic dans ces deux modes de transport; une telle croissance est fondamentale pour la vie économique du pays. Alors qu'une croissance du trafic constituera une source de revenus pour le pays, elle entraînera également un accroissement de la consommation de combustible. Les combustibles de soutage ainsi que l'essence d'aviation représentent des éléments importants de la balance énergétique nationale globale, et continueront à le faire dans le futur. Malheureusement, le pays ne peut exercer aucun contrôle sur le rendement de l'utilisation de ces combustibles, dans la mesure où les véritables utilisateurs de combustibles (c'est-à-dire les avions et les navires) effectuent des escales suffisamment longues uniquement pour s'approvisionner en combustible. En conséquence, ces consommateurs ne peuvent être couverts par la portée de tout programme de conservation d'énergie que le gouvernement djiboutien entreprendrait.

Les transports ferroviaires consomment de plus en plus de combustible et connaissent également un accroissement du trafic. Un tel accroissement constitue un signe encourageant, compte tenu des problèmes que les transports ferroviaires ont connus au cours des nombreuses années passées. Comme nous l'avons souligné précédemment, l'accroissement de l'utilisation de combustible en 1983 (comparativement à 1982) a eu lieu à un rythme plus rapide que celui du trafic de passagers et de marchandises. Cette baisse in-

expliquée dans le rendement de combustible a été calculée sur la base de données pour une année seulement, et pourrait n'avoir aucune importance, du point de vue statistique. On devrait, néanmoins, l'étudier.

Malheureusement, une tâche énorme attend la compagnie des chemins de fer. Celle-ci consiste à améliorer la superstructure des voies et la qualité du matériel roulant, et il est facile de comprendre que la direction de la compagnie ferroviaire dispose de peu de temps et n'est pas en mesure de consacrer tant d'effort à une importante campagne de conservation. De plus, le caractère binational de la direction de la compagnie des chemins de fer, auquel s'ajoute le fait que la direction générale de la compagnie se trouve à Addis-Abéba, font qu'il serait difficile pour Djibouti de penser à avoir recours à un tel programme. Il n'est pas dans notre intention de sous-entendre que la direction ne s'intéresse à la conservation de combustible. D'ailleurs, au cours des conversations que nous avons eues, à Djibouti, avec les responsables de la compagnie des chemins de fer, nous avions été informés du déroulement d'une campagne visant à faire éviter les pertes de combustible et à améliorer l'entretien (et, par conséquent, la performance) du matériel roulant. Après les entretiens que nous avons eus avec les responsables de la compagnie des chemins de fer, nous avons cru comprendre que la conservation devait, tout simplement, passer après les autres aspects des efforts entrepris par la direction de la compagnie des chemins de fer.

C'est dans le secteur des transports routiers que la conservation de combustible peut jouer un rôle plus important à Djibouti. Aujourd'hui, la seule politique en vigueur dans le secteur des transports est celle de la réglementation par le gouvernement du prix des combustibles utilisés dans les transports. D'autres options de politiques, telles que le contrôle des importations de véhicules, une inspection et un entretien exigés, ainsi qu'une réglementation du secteur des transports publics, n'ont pas été mises en vigueur. Dans un pays en développement, dix pour cent ou plus constitue une évaluation typique des économies possibles que peut réaliser un programme de conservation dans les transports; il n'est pas déraisonnable de supposer qu'il est également possible de réaliser de telles économies à Djibouti.

Cependant, avant que l'on ne conçoive un programme de conservation dans le secteur des transports, il est impératif de corriger l'absence d'informations suffisantes sur le parc de véhicules proprement dit. Il est nécessaire de rassembler les informations relatives au nombre total de véhicules par catégorie, le kilométrage annuel moyen, la consommation de combustible, et les procédures d'entretien. Il serait indiqué de faire fusionner le système d'immatriculation actuel de nouveaux véhicules et le paiement de vignettes pour tous les véhicules dans le pays, et les réunir en un seul service. Il faudrait également qu'un effort plus grand soit entrepris en vue de s'assurer que tous les propriétaires effectuent chaque année l'immatriculation de leurs véhicules. Cet effort non seulement permettrait au gouvernement

d'accroître ses revenus, mais permettrait également de se faire une meilleure idée de la composition du parc de transport du pays.

Le secteur des transports publics se compose à la fois de taxis et de minibus. Les taxis sont de petites voitures à conduite intérieure japonaises qui consomment relativement peu d'essence. Les chauffeurs de taxis passent peu de temps à circuler à la recherche de clients, préférant les attendre aux stations de taxis situées près des endroits achalandés. Les minibus ont des trajets fixes à travers l'ensemble de la ville. D'après ce que nous avons pu remarquer, les minibus sont souvent sous-utilisés. C'est là une situation qui semble être unique, considérant ce que nous connaissons des autres pays africains. Il nous semble clair que toute étude du trafic entreprise dans l'avenir devrait inclure une analyse des trajets d'autobus et de la demande en transport, de façon à pouvoir mettre sur pied des horaires plus efficaces pour les mini-bus.

Il semble que les motocyclettes et les mobylettes deviennent de plus en plus populaires. Leur faible consommation d'essence est assez avantageuse en termes d'amélioration de l'utilisation globale de l'énergie par les transports. Toutefois, une plus grande acceptation de ce type de transport semble rendu plus difficile par le taux élevé d'accidents associé au voyage par route à Djibouti. Un effort continu, visant à enseigner aux chauffeurs des techniques de conduite plus sûres, permettra d'établir sécurité plus grande pour le public et de réduire encore plus l'utilisation de combustibles dans le secteur des transports.

Le parc de véhicules privés se compose surtout de petites voitures japonaises importées. Djibouti ne peut que se louer du fait qu'il ne semble pas que la population mette un accent sur les grands véhicules luxueux, gros consommateurs de combustible. Cependant, on trouve dans le pays un parc important de véhicules tous-terrains (véhicules à quatre roues motrices), particulièrement parmi les étrangers résidant à Djibouti. Ces véhicules sont utilisés, à l'occasion, lors de voyages dans les zones rurales du pays, mais sont également utilisés pour les déplacements à l'intérieur de la ville-même. Manifestement, les propriétaires de ces véhicules ont choisi de sacrifier quelque peu le rendement en combustible, afin de pouvoir bénéficier de transport tous-terrains lorsqu'ils le désirent. Que le gouvernement djiboutien choisisse ou non de limiter l'utilisation de véhicules consommant beaucoup d'énergie, en instituant des taxes ou des quotas d'importation plus élevées, constitue une décision politique aussi bien qu'économique, comme il faut également considérer que le même type de véhicules est fréquemment utilisé dans le cadre du travail de développement des campagnes.

Toute discussion de la conservation dans le secteur des transports doit également traiter de la question fondamentale du choix de combustible. Les personnes qui conduisent des véhicules ont tendance à penser que les moteurs diesel ont un rendement en combustible plus élevé que les moteurs à essence. Cette perception

provient du fait que la gravité spécifique plus élevée du diesel signifie qu'un volume donné de diesel contiendra plus d'énergie thermique. (Le poids plus élevé du moteur compense quelque peu cet avantage chez les petits véhicules). Cependant, ce qui est plus important encore c'est la différence très évidente qui existe, au niveau des pompes de distribution, entre le prix du diesel et celui de l'essence. Ces différences ne proviennent pas de différences entre les coûts de production, mais plutôt du fait que l'essence est plus imposable. Cette situation est également vraie pour Djibouti où le litre d'essence normale a un prix à quai de 39,8 FD (0,22 dollar américain), et un prix à la pompe de 120 FD (0,68 dollar américain). Alors que son prix à quai est presque identique (39,5 FD (0,22 dollar américain)) à celui de l'essence normale, le diesel se vend à 68 FD/litre (0,38 dollar américain) dans les stations à essence. Le prix de l'essence normale à la pompe revient à 460 FD (2,60 dollars américains) par gallon (et traduit ainsi les prix mondiaux), alors que le diesel se vend à 260 FD (1,47 dollars américains) le gallon US, ce qui le situe à un niveau qui n'est pas très éloigné de celui du prix aux Etats-Unis, mais qui est bien plus bas que celui qui existe en Europe.

Ceux qui pensent que le combustible diesel est un moteur nécessaire de l'économie se déclarent favorables à ce que des subventions lui soient accordées. Presque tous les "véhicules de travail" marchent au diesel et doivent, par conséquent, être autorisés à marcher à un coût inférieur. Malheureusement, il est difficile de limiter l'effet d'une telle subvention de prix aux seuls véhicules qui sont liés à la production économique à proprement parler. Le coût moins élevé du diesel encourage de grands nombres d'acheteurs à préférer le diesel à l'essence pour des raisons d'économie personnelle. En même temps, le gouvernement perd des revenus importants. Alors qu'à Djibouti, le combustible diesel ne reçoit pas de subvention véritable (c'est-à-dire que son prix de vente n'est pas inférieur à son coût), le niveau bas des taxes sur le combustible diesel produit à la fois une perte de revenus pour le gouvernement et une source d'encouragement pour le gaspillage de combustible. Nous pensons que les taxes sur le combustible diesel devraient être accrues petit à petit, de façon que, d'ici quelques années, le différentiel de prix entre le diesel et l'essence ne dépasse pas dix pour cent. Dans le cas où le gouvernement désirerait exempter certains consommateurs (qu'il considère importants pour l'économie) de cet accroissement fiscal, il serait possible d'établir un système de bons hors-taxes que ces consommateurs pourraient utiliser.

Vu que l'on ne dispose pas de données à cet égard, on ne peut que faire une estimation approximative du potentiel de conservation de l'énergie, dans le secteur des transports de Djibouti; selon nous, cette estimation serait de 10 pour cent. Cependant, une estimation des coûts encourus dans le cadre d'un programme de conservation de l'énergie dans le secteur de transports routiers est hors de la portée de la présente étude.

POLITIQUES DE FIXATION DES PRIX DE L'ENERGIE

Les politiques de fixation des prix pour les combustibles liquides et l'électricité, discutées dans la Section 3, pourraient servir à encourager une utilisation rentable de l'énergie. Il est extrêmement difficile d'évaluer les possibilités de conservation de l'énergie représentée par l'application de nouvelles structures de prix. Cependant, leurs coûts sont bas, dans la mesure où elles n'exigent pas d'investissements de capitaux.

Nous pensons qu'il y a de grandes possibilités de conservation associées à l'utilisation de nouvelles politiques de prix (surtout les structures de taux électriques et les taxes sur les importations), et encourageons leur évaluation et leur application.

RESUME DU SCENARIO DE CONSERVATION

Pour ce scénario, nous avons examiné les conséquences potentielles de la conservation de l'énergie à l'EdD et dans le secteur des immeubles. Nous avons aussi discuté la conservation de l'énergie dans les transports et dans l'industrie, et avons effectué quelques estimations approximatives des possibilités de conservation de l'énergie.

Nous sommes arrivés à la conclusion qu'un programme de conservation de l'énergie est ce qui peut le plus réaliser à un faible prix de revient une réduction de la facture d'énergie importée par Djibouti, ainsi que celle des factures énergétiques des Djiboutiens. Un programme de conservation de l'énergie améliorerait la balance des paiements du pays, en réalisant des économies de devises, et accroîterait le revenu disponible de la majorité de la population de Djibouti. Un rendement énergétique élevé dans les secteurs industriel et commercial se traduirait par une production de PIB plus élevée par unité d'énergie consommée, tout en réduisant le coût des produits et des services.

Une analyse plus détaillée révèlerait que Djibouti dispose d'un potentiel encore plus grand en termes de conservation énergétique efficace en fonction du coût. Néanmoins, même le peu de temps imparti à cette évaluation a laissé voir des possibilités d'économies tellement importantes et si facilement réalisables que toute formulation de politiques énergétiques futures devrait obligatoirement en tenir compte.

CHAPITRE IV. LES ENERGIES RENOUVELABLES

Là planification énergétique, et la planification des énergies renouvelables en particulier, exige une approche pragmatique. Elle exige que l'on comprenne bien les capacités actuelles, que l'on puisse se rendre compte des possibilités de l'énergie renouvelable, et que l'on consente à planifier et à travailler aujourd'hui en vue d'objectifs à moyen et long termes.

Il faudrait souligner qu'un engagement substantiel de la part des agences gouvernementales travaillant dans le domaine, ainsi qu'un renforcement de la formation et de l'infrastructure, est essentiel en vue de l'utilisation et de la gestion des ressources renouvelables. L'importation de technologies renouvelables modernes ne produirait qu'une mince pellicule protectrice plutôt que des effets durables. Les ressources éoliennes et solaires se renouvellent sans cesse; leur utilisation efficace est ce qui préoccupe le plus. Les ressources de biomasse (bois et charbon de bois) sont plus délicate; bien qu'elle soit renouvelable, la biomasse peut s'épuiser, dans le cas où une gestion et une planification des ressources ne sont pas entreprises.

En n'oubliant pas ces mises en garde, il faut se rendre compte qu'il existe un certain nombre d'options énergétiques qui peuvent être effectives à court et à long terme, si l'on prévoit un engagement, une formation, et un soutien à ces options. Il est nécessaire de reconnaître que le qualificatif "effectives" doit être interprété comme ayant une signification autre qu'économique. Dans un sens national plus large, une action effective doit comprendre des options énergétiques qui permettent à la nation d'atteindre des buts aussi bien politiques, et sociaux, qu'économiques, même si les revenus financiers s'avèraient négligeables. En effectuant des changements dans les politiques mises sur pied (impots, primes, taxes sur les importations, termes de financement, etc.), il est possible de rendre des projets compétitifs, même dans les limites d'une interprétation économique étroite.

Il faudrait garder ces facteurs présents à l'esprit lorsqu'il faudrait envisager les options à venir et leurs différentes conséquences économiques et sociales (discutées dans la section suivante) soient envisagées, en tenant compte de ces facteurs.

ENERGIE EOLIENNE

Pompage de l'Eau

Les éoliennes ont été utilisées pendant de longues années à Djibouti. Bien que les applications des éoliennes ne soient pas limitées à l'environnement rural, c'est bien là que leur utilisation la plus importante a eu lieu. Le rendement des pompes à éoliennes dépend en grande partie du régime du vent et de la profondeur de la nappe phréatique. Considérant les régimes des vents à Djibouti, il est possible de concevoir les systèmes de pompes à

éolienne de façon telle que dans des puits d'une profondeur de 100 m ils fournissent 1 à 5 mètres cubes d'eau par jour. Dans le cas des puits peu profonds, 10 m environ, la production quotidienne d'eau peut atteindre 30 à 40 mètres cubes. Il ne faut pas s'attendre à ce qu'une seule pompe à éolienne produise une quantité d'eau pour alimenter plus de 1000 personnes ayant des structures de consommation normales, et ce, même si les vents sont très favorables; 300 à 400 personnes semble constituer un nombre plus probable à satisfaire. Compte tenu des profondeurs des puits à Djibouti-Ville, ainsi que des régimes de vents courants et de la consommation d'eau élevée, il est possible qu'une pompe à éolienne de 4 m de diamètre puisse couvrir les besoins en eau de soixante personnes environ. C'est dans les zones rurales, où la consommation par habitant est plus faible et où la population est moins nombreuse, que les pompes à eau sont le plus efficaces.

Les prix de revient des pompes à éolienne varient entre 35 400 et 106 200 FD (200 et 600 dollars américains) par mètre carré de surface de rotor. Une pompe ayant un rotor d'un diamètre de 5 m coûtera entre 708 000 et 2 124 000 FD (4 000 et 12 000 dollars américains). Le prix le plus bas suppose une manufacture locale en grandes quantités; le prix le plus élevé laisse entendre que des machines américaines sont importées. Considérant que le marché serait peu important et les coûts de production trop élevés, il n'est pas raisonnable d'envisager une manufacture des machines à Djibouti. Par conséquent, une gamme de prix plus raisonnable commencerait à environ 1 239 000 FD (7 000 dollars américains) qui couvriraient les coûts de la tour et de la livraison, et ne comprendraient pas ceux de l'installation et du réservoir d'eau.

La manière la plus raisonnable de comparer les éoliennes à d'autres machines de substitution consiste à évaluer les coûts engendrés par le pompage d'un mètre cube d'eau. Ces coûts vont de 18 à 88 FD (10 à 50 centimes américains) par mètre cube, en supposant un régime éolien annuel de l'ordre de 4 mètres/seconde, une durée de vie de vingt ans pour le système, un taux d'intérêt de 12 pour cent, et un investissement initial de 1,4 millions de FD (8 000 dollars américains) pour la machine et la tour (41). La grande variation de la gamme provient de différents rendements à des levées d'eau différentes. Le chiffre le plus bas suppose une levée de 10 m et le chiffre le plus élevé, une levée de 100 m. Dans le cas où les coûts du remplissage du réservoir en eau, le coût variera entre 26 et 106 FD (15 et 60 centimes américains) par mètre cube.

La présente analyse ne tient pas compte du coût engendré par le forage du puits, qui reste le même quelle que soit la pompe que l'on choisit. Lorsqu'on creuse un puits profond (qui devrait

---

(41) Etabli sur la base du Programme informatique interne sur "l'évaluation des coûts engendrés par le cycle de vie" de VITA.

fournir de plus grandes quantités d'eau), on a tendance, par nature, à pomper plus d'eau. On court le risque de voir le surpâturage et le déboisement s'abattre sur des régions qui, écologiquement sensibles, ne peuvent supporter l'utilisation sans cesse croissante provoquée par les approvisionnements en eau. Les pompes éoliennes effectueront des pompages moins forcés et auront, par conséquent, moins d'effets nocifs à l'égard de l'environnement. Ces pompes n'exigent en général qu'un entretien de routine annuel. Elles ont la réputation d'avoir continué à fonctionner sans problèmes pendant plusieurs années. Dans les cas où cet entretien ne leur a pas été fourni, cependant, il est nécessaire de mettre en place une organisation sensible à l'égard de ces besoins (en entretien et en réparations), dans la mesure où les coûts de chaque unité connaissent un accroissement très important, si la durée de fonctionnement du matériel est réduite du fait d'une absence d'entretien et de réparations.

Production d'Electricité

Systèmes d'Interconnexion à Courant Alternatif. Les systèmes électriques d'interconnexion à courant alternatif sont des systèmes de conversion d'énergie éolienne (SCEO) à une échelle grande, d'un diamètre généralement égal ou supérieur à dix mètres, reliés directement au réseau d'alimentation électrique, et en dépendent pour l'activation des génératrices. Ce type de technologie convient, par conséquent, seulement aux endroits où la production d'électricité a lieu toute la journée. Une pareille restriction élimine le recours à ce type de technologie en tous les lieux, excepté à Djibouti-Ville et dans les centres de districts. En outre, ces systèmes produisent plus d'énergie lorsque les vents sont plus forts. En général, pour pouvoir produire de l'électricité, ils nécessitent des vents d'une intensité de 4 à 5 mètres/seconde.

Les coûts d'investissement pour les SCEO, conçus pour des applications de systèmes d'interconnexion à courant alternatif, dépendent des dimensions de chaque machine. La façon la plus raisonnable de comparer les machines ne consiste pas à comparer la capacité de chaque génératrice ou la production calculée, mais le diamètre de leur rotor. Des systèmes ayant un rotor de dix mètres de diamètre, pouvant produire près de 12 000 kWh par an sous les régimes de vents que connaît Djibouti, coûtent près de 5,3 millions de FD (30 000 dollars américains) (installation et livraison non comprises). Ceux dont le rotor a un diamètre de quinze mètres, et qui peuvent produire près de 27 000 kWh par an, ont un prix de revient de l'ordre de 8,8 millions de FD (50 000 dollars américains) (livraison et installation exclues). En supposant une vitesse moyenne du vent de 4 mètres/seconde, un taux d'intérêt de 12 pour cent, un accroissement de 100 pour cent pour les coûts d'investissement pour la technogénie, la livraison et l'installation, et que ces systèmes aient une durée de vie de 20 ans, la production d'électricité par ces systèmes aura un prix de revient

situé entre 80 et 124 FD (0,45 et 0,70 dollar américain) par kWh. Ces coûts sont élevés parce que les régimes des vents, que l'on a mesurés jusqu'ici sur les lieux, ne sont pas favorables. Si l'on venait a trouver un emplacement où la vitesse du vent serait de 5 mètres/seconde, ces coûts tomberaient à 44 à 62 FD (0,25 à 0,35 dollar américain) par kWh.

Un nombre de facteurs entravent le caractère applicable des systèmes d'interconnexion à courant alternatif. Bien que ces projections aient été effectuées sur la base de durées de vie de 20 ans, l'industrie éolienne est encore jeune, et des périodes d'exploitation de 20 ans ne sont pas garanties. La plupart des systèmes d'interconnexion à courant alternatif ont été mis au point plusieurs années auparavant et leur possibilité de fonctionner de manière satisfaisante n'a pas encore été démontrée. Enfin, les SCEO ne peuvent pas être utilisés pour répondre aux spécifications de pointe de l'ensemble du système de production parce que le vent souffle de façon intermittente, et qu'ainsi il se pourrait qu'il ne souffle pas lorsqu'on aurait besoin de l'énergie.

Systèmes Autonomes. Les systèmes autonomes de production d'énergie éolienne possèdent un grand avantage en comparaison aux systèmes d'interconnexion à courant alternatif, dans la mesure où ils n'ont pas besoin d'être reliés à un réseau d'alimentation électrique. Malheureusement, au cours des périodes où le vent est calme, l'emmagasinage d'une forme quelconque d'énergie est, par conséquent, requis. Dans la plupart des cas, cet emmagasinage se fait grâce à des accumulateurs. Tous les systèmes autonomes produisent une forme ou une autre de courant direct, grâce à une génératrice de ce type de courant, ou par le biais d'un alternateur converti au courant direct. D'habitude, ces systèmes de conversion d'énergie éolienne ont de petites dimensions, bien qu'un ou deux fabricants produisent des machines ayant plus de 10 mètres de diamètre. A Djibouti, on peut le mieux utiliser les systèmes autonomes dans les campagnes, où l'énergie électrique est exigée et où les autres systèmes de production d'électricité sont plus coûteux, comme ceux qui sont utilisés dans les dispensaires, aux écoles, et aux postes de police reculés.

Comme pour les systèmes d'interconnexion à courant alternatif, leur coût dépend en grande partie du diamètre de leur rotor. Un système à courant direct ayant un petit diamètre de 2,5 m coûte près de 2,8 millions de FD (16 000 dollars américains) (l'emmagasinage par accumulateurs, la livraison, et l'installation ne sont pas compris). Nous estimons qu'une installation typique à Djibouti reviendrait à environ 2,6 millions de FD (15 000 dollars américains) et produirait 700 kWh par an. Une machine équipée d'un rotor de 5 mètres de diamètre, pouvant produire 2 000 kWh par an, pourrait être installée à Djibouti pour 5,8 millions de FD (33 000 dollars américains) (les accumulateurs inclus). En supposant une durée de vie de 20 ans, un taux d'intérêt de 12 pour cent, et un régime de vent de 4 mètres/seconde, le coût de production serait situé entre 425 et 496 FD (2,40 et 2,80 dollars

américains) le kWh. Ce chiffre élevé provient en grande partie également d'un régime de vent supposé de 4 mètres/seconde; les coûts seraient presque réduits de moitié dans le cas d'un régime de 5 mètres/seconde.

La construction des petites génératrices éoliennes de courant direct a lieu depuis de nombreuses années. Les techniques en sont bien connues et sont, pour la plupart, peu compliquées, même si les fabricants actuels ont peu d'expérience dans le domaine. Cependant, les garanties de durées de vie de 20 ans seraient quand même sujettes à question; ce facteur devrait certainement être pris en considération, lorsqu'il s'agirait de choisir cette technologie. D'autre part, ces machines peuvent s'avérer très appropriées lors d'applications dans des domaines, tels que la santé ou les communications, où les spécifications en termes de petites quantités d'énergie électriques pourraient justifier le coût élevé du kilowatts/heure, particulièrement lorsque les autres options sont moins fiables.

ENERGIE SOLAIRE

Les Photovoltaïques (PV)

Les appareils photovoltaïques sont récemment devenus de plus en plus populaires parce que ce sont des appareils transistorisés fiables ne comportant aucune partie mobile. Les cellules photovoltaïques (PV) produisent du courant électrique direct relativement à leur surface et à leur degré d'isolement. Normalement, les cellules photovoltaïques sont groupées en panneaux capables de produire près de 40 watts (W) et 2 ampères (A), lorsque le soleil brille dans un ciel dégagé. Lorsqu'ils sont convenablement branchés, ces panneaux peuvent être reliés les uns aux autres pour former des réseaux fournissant à peu près n'importe quel type de tension et/ou courant normaux que l'on désire obtenir. Le coût actuel, environ 1 239 à 1 770 FD (7 à 10 dollars américains) par production de Watt de pointe [Wp], limite l'utilisation efficace en fonction du coût à des applications auxiliaires qui exigent une fiabilité élevée et de petites quantités d'énergie. Cependant, la technologie en est à ses premiers pas, et les progrès réalisés dans le domaine des techniques de production et les rendements de plus en plus élevés semblent assurer des coûts plus bas pour l'avenir.

L'électricité produite par les cellules photovoltaïques est en mesure de satisfaire n'importe quelles conditions en termes d'électricité, en ayant recours à une combinaison de piles, contrôleurs, ou de convertisseurs de courant direct en courant alternatif. Les seuls obstacles, se dressant sur le chemin d'un emploi plus étendu des panneaux de cellules photovoltaïques, sont le prix de revient et la fiabilité des autres éléments les composant. Un seul panneau produisant 40 watts de pointe fournira 63 000 watt-heures (63 kWh) d'électricité par an à un coût courant initial situé entre 53 100 et 70 800 FD (300 et 400 dollars

américains). Le coût annualisé sur 20 ans (en supposant un taux d'intérêt de 12 pour cent) se situe entre 115 et 150 FD (0,65 et 0,85 dollars américians) par kWh. Dans le cas où les coûts tombaient à 177 FD (un dollar américain) par Wp (comme ils prévoient de le faire au bout du compte) (42), le même panneau produira de l'électricité pour environ 15 FD (0,085 dollar américain) le kWh (en ayant recours aux mêmes suppositions). Il existe un certain nombre d'applications des cellules photovoltaïques que l'on devrait envisager pour Djibouti, en prenant en considération les prix de marché élevés de l'électricité et les tendances favorables à des prix plus bas pour les panneaux de cellules photovoltaïques. Parmi ces applications, on compte les pompes solaires, les communications, la réfrigération, et la production de l'électricité à l'échelle de services.

Pompes Solaires. Les pays en développement se sont beaucoup intéressés aux pompes à cellules photovoltaïques. En Afrique, ce type de pompes a été utilisé dans la plupart des pays, au moins dans le cadre de démonstrations. Le projet le plus extensif a été entrepris au Mali, alors que le Botswana et la Somalie ont énormément utilisé ces pompes. Celles-ci s'avèrent être plus intéressantes dans les régions rurales, où il est difficile d'assurer l'entretien de systèmes diesel (à cause du manque de techniciens qualifiés et de pièces détachées), et où le prix du combustible est élevé (à cause des coûts de transport élevés), et où le combustible n'est pas toujours disponible. De telles régions rurales existent à Djibouti.

Les coûts des investissements pour les photovoltaïques sont élevés et dépendent presque entièrement de l'importance du réseau. A titre d'exemples de comparaison de coûts, nous avons choisi deux cas. L'un porte sur une hauteur de chute basse et l'autre sur une hauteur de chute élevée. L'exemple de chute basse que nous avons choisi suppose un niveau statique de 10 m avec une spécification de pompage de 15 m^3/jour. Le coût des investissements d'un système de pompes solaires, pouvant fonctionner dans ces conditions, serait de 885 000 FD (5 000 dollars américains), les coûts d'exploitation des puits non-compris. En supposant que l'on ait besoin de remplacer l'ensemble pompe/moteur deux fois au cours des 20 années de vie du système, et en supposant également un taux d'intérêt de 12 pour cent, ce système effectuera le pompage de l'eau à raison de 26 FD (0,15 dollar américain) le mètre cube.

Dans le cas d'une chute élevée, nous avons supposé une profondeur de 100 m pour le puits et une condition de pompage de 40 m^3/jour. En nous basant sur les mêmes hypothèses que précédemment, nous

---

(42) Institut de Recherches sur l'Energie Solaire, "Principes et Méthodes Photovoltaïques Fondamentaux", SP-290-1448, (Golden, Colorado:SERI), février 1982.

revient du mètre cube serait de près de 106 FD (0,60 dollar américain). On voit très bien que les systèmes plus petits sont plus compétitifs.

Lorsqu'on envisagera d'opter pour les pompes solaires, il s'agira surtout de ne pas perdre de vue le fait que si le moteur primaire du système n'exige pratiquement pas d'entretien, il n'en est pas de même pour les pompes et le système de pompage. La nécessité d'un fonctionnement convenable et d'un entretien adéquat pour le système est importante, dans la mesure où les systèmes photovoltaïques de pompage d'eau sont encore moins compétitifs s'ils ne sont opérationnels que pendant quelques années. Malheureusement, tel a été le cas en de trop nombreux endroits.

Communications. Le choix du recours aux photovoltaïques bute contre des facteurs comme une faible exigence énergétique (ce qui signifie un faible coût d'investissement), la nécessité d'avoir une source de courant électrique direct fiable, l'éloignement du lieu, et la fréquence à laquelle le matériel doit être réparé. Partant de ces critères, le domaine des communications est celui qui convient le mieux aux différentes utilisations des photovoltaïques. Il est difficile de généraliser les montants des coûts engendrés par ces systèmes, compte tenu de la diversité des applications (comme le montre l'utilisation faite des communications jusqu'à aujourd'hui à Djibouti). Les installations photovoltaïques de la RTD à Ali-Sabieh ont une capacité en place de 600 watts, et le système radio de la police utilise 20 W. A 1 327 FD (7,50 dollars américains) le W, la gamme des coûts des investissements va de 26 550 à 796 500 FD (150 à 4500 dollars américains) pour ces deux systèmes seulement.

Le choix s'est porté sur les photovoltaïques parce qu'elles représentent la source d'énergie la moins coûteuse pour les applications de communications à distance à travers le monde. On devrait envisager d'y avoir recours dans le cadre des applications prévues à Djibouti dans le domaine des communications, bien que leur utilisation n'aura jamais une incidence importante sur la balance énergétique (compte tenu de la faiblesse du volume total d'énergie utilisée dans le cadre de ces activités).

Réfrigérateurs. La réfrigération constitue une application possible des cellules photovoltaïques. Jusqu'à présent, l'intérêt porté aux réfrigérateurs et congélateurs à cellules photovoltaïques s'est limité en grande partie à l'entreposage de vaccins et d'autres fournitures médicales. Dans les régions dépourvues d'électricité des pays en développement, la méthode conventionnelle d'entreposage a consisté à employer des réfrigérateurs à pétrole (dont le prix de revient est inférieur à 177 000 FD (1 000 dollars américains)). Bien que le pétrole soit disponible presque partout, il coûte souvent cher, et les régions rurales connaissent parfois de courtes périodes de manque de ce produit. L'objection la plus souvent émise à l'encontre des systèmes à pétrole est due au fait qu'ils requièrent une attention constante, si l'on veut que leur fonctionnement soit convenable et continu.

Dans le cas des applications telles que la réfrigération des vaccins, la préoccupation première devrait surtout porter sur la fiabilité, et non pas sur le coût. Les systèmes à cellules photovoltaïques ne rendent plus nécessaire une telle préoccupation. En réponse à ce besoin spécialisé, on a mis au point des réfrigérateurs/congélateurs satisfaisant les spécifications strictes émises par l'Organisation Mondiale de la Santé. Parmi ces normes on trouve: 1) le maintien dans la section de réfrigération d'une température de 2 à 8 degrés Celsius, et une température maximale de moins huit degrés Celsius dans le congélateur; 2) la capacité de congeler 2 kilogrammes d'eau chaude en 24 heures; 3) la capacité de réfrigérer 60 à 100 litres; et 4) la capacité de fonctionner dans une gamme de températures ambiantes allant de 21 à 43 degrés Celsius.

Les coûts d'investissement d'un ensemble réfrigérateur/congélateur de 100 litres, y compris les panneaux solaires, varient entre 619 500 et 796 500 FD (3 500 et 4 500 dollars américains). Alors que les coûts d'investissement sont élevés, du fait des panneaux de cellules photovoltaïques (entre deux-tiers et trois-quarts des coûts d'investissement du système leur sont consacrés), la durée de vie du système est malheureusement déterminée par celle de ses éléments mécaniques, pour lesquels il faut prévoir une durée de vie située entre trois et dix ans (selon les conditions de l'environnement dans lequel le système fonctionne). Un réfrigérateur à pétrole comparable aurait un prix de revient largement inférieur à 177 000 FD (1 000 dollars américains), et prévoyerait de fonctionner pendant une durée de trois à cinq années.

Bien que les coûts d'investissement des réfrigérateurs à cellules photovoltaïques soient beaucoup plus élevés que les systèmes de substitution dont on dispose actuellement, les facteurs d'entretien et de fiabilité témoignent en leur faveur, du moins dans le cas d'applications à distance où une réfrigération continuelle est nécessaire. Les dangers pour la santé publique, que l'on associe aux vaccins périmés provenant d'une "chaîne du froid" susceptible de tomber en panne, sont de loin plus importants que la différence entre les coûts d'investissements. Alors que l'utilisation de ces systèmes à des fins de réfrigération dans les foyers puisse, en fait, être exclue à cause des coûts inabordables, on devrait sérieusement envisager l'utilisation de ces systèmes dans le secteur de la santé publique.

Production d'Electricité à l'Echelle des Services Publics (Interconnexion de Réseau). L'Histoire de la production de l'électricité d'origine photovoltaïque sur une grande échelle a été de courte durée; ces systèmes n'ont été mis au point et installés qu'au cours des quelques années passées. A l'heure actuelle, le plus grand de ces systèmes se trouve en Californie et a une production de pointe d'un MW. Ce genre d'installations exige des matériels compliqués. Il faut un convertisseur pour transformer le Courant Direct produit en Courant Alternatif correspondant à la tension de réseau appropriée. De plus (parce que les panneaux

photovoltaïques sont les éléments les plus coûteux du système), dans le but d'accroître la production du réseau, on utilise des suiveurs à un et à deux axes, des lentilles, ainsi que des réflecteurs. Actuellement, les évaluations des coûts engendrés ne réflètent pas vraiment les coûts à venir, dans la mesure où les coûts actuels doivent comprendre des suppléments tels que les coûts de conception, d'ingénieurie, et de contrôle (étant donné que ces systèmes sont essentiellement des prototypes). ARCO Solar Inc., la compagnie qui a réalisé la construction des installations de Californie, estime qu'il est possible de produire de l'énergie, dans un environnement rural des pays en développement, sur l'échelle d'une pointe de plusieurs centaines de kilowatts, pour environ 62 FD (0,35 dollar américain) (43) par kWh.

L'analyse du nouveau système photovoltaïque installé dans l'immeuble de l'ISERST donne une idée de la nature économique des photovoltaïques à Djibouti. Il est prévu que ce système de pointe de 5,3 kW fournisse près de 8 320 kWh par an, à un coût initial de près de 10,2 millions de FD (58 000 dollars américains) (la livraison et l'installation n'étant pas incluses). En supposant une durée de vie de 20 ans, un taux d'intérêt de 12 pour cent, et un remplacement de batteries après 10 ans, le coût annualisé de ce type d'énergie sera de 177 FD (un dollar américain) environ par kWh. Soixante-cinq pour cent de ce coût proviennent des panneaux-même (44). Dans les systèmes plus grands que celui-ci, le coût annualisé serait probablement inférieur parce que les suiveurs et les réflécteurs pourraient provoquer un accroissement de la production des panneaux solaires. L'analyse indique que ces méthodes permettraient d'augmenter cette production de 30 pour cent, et que, par conséquent, les prix actuels du matériel solaire devraient permettre des coûts de près de 88 FD (0,50 dollar américain) par kilowatt/heure. Les coûts annualisés pourraient baisser dans l'avenir, si les coûts des panneaux solaires baissaient. En ce qui concerne Djibouti, il est également tout à fait intéressant que les pointes de charges du système électrique aient lieu au début de l'après-midi, c'est-à-dire au même moment où le réseau solaire atteint sa production de pointe. Une installation photovoltaïque a l'avantage de pouvoir être montée en un temps court, comparativement à celui que requièrent les systèmes conventionnels. De plus, dans le cas où cela devient nécessaire, il est possible d'accroître graduellement sa capacité de production. Malgré ces avantages, il faudrait ne pas oublier qu'en plus

---

(43) ARCO Solar, Inc., "Soumission faite pour la réalisation d'un Système Photovoltaïque de 200 Kilowatt pour la Municipalité de Moyale (Kénya)". Février 1983.

(44) Analyse fondée sur les renseignements figurant dans ARCO Solar, Inc., "Soumission faite pour la Réalisation d'un Système Photo voltaïque pour l'Immeuble de l'ISERST (Djibouti)", juin 1983.

du coût élevé des investissements et les variations importantes qui existent entre les estimations des coûts annualisés de l'énergie, le matériel auxiliaire est vulnérable et doit faire l'objet de réparations et d'entretien. Il est nécessaire que cette capacité de réparation et d'entretien soit mise sur pied, avant qu'un système d'interconnexion important pour les services publics ne soit envisagé.

Solaire Thermique

Chauffe-eau. Dans un pays où l'on se rend très peu compte de la nécessité de chauffer l'eau (l'eau sortant du robinet atteint souvent 40 degrés Celsius), l'idée de chauffe-eau solaires peut sembler quelque peu déplacée. En fait, c'est le contraire qui est vrai. Un certain nombre d'utilisateurs finaux industriels et commerciaux, tels que les hôpitaux, les restaurants, et les blanchisseries commerciales fixent des normes de base pour les températures (allant de 80 à 90 degrés Celsius). Un volume substantiel d'énergie est nécessaire pour porter tout volume important d'eau à cette température. L'utilisation de chauffe-eau solaires, qu'ils soient du type actif ou passif, permettrait de satisfaire une petite partie de ce besoin énergétique.

La sélection ou la construction d'un chauffe-eau solaire est déterminée par de nombreux aspects de conception: 1) la température requise, 2) le taux de débit, 3) les capacités d'isolement, 4) des considérations en termes de matériel et de glaçage, et 5) les types d'utilisation de l'eau chaude. Les systèmes disponibles sur le marché (dont le prix de revient du mètre carré se situe entre 70 800 et 123 900 FD (400 et 700 dollars américains)) permettent de réaliser des économies de l'ordre de 2 300 MJ par mètre carré par an. Compte tenu du prix de l'électricité en vigueur à Djibouti (10,3 FD/MJ, soit 0,059 dollar américain/MJ), ces systèmes nécessiteraient une période d'amortissement de trois à cinq ans, s'ils devaient être utilisés à la place des chauffe-eau électriques. De plus, les coûts que l'on vient de mentionner pour les chauffe-eau solaires se trouvent à l'extrémité la plus élevée du spectre de coûts. On parle également de prix de revient aussi peu élevés que 8 850 à 17 700 FD (50 à 100 dollars américains) par mètre carré pour les chauffe-eau conçus et manufacturés sur place. Dans le cas de ces coûts peu élevés, la période d'amortissement est largement inférieure à une année.

En plus de fait qu'ils permettent de réaliser des économies d'énergie que l'on a estimées à 11,25 TEP par an (0,5 TJ/an), dans une situation économique favorable, les chauffe-eau solaires fabriqués sur place disposent de possibilités leur permettant de créer de nouveaux emplois et de lancer un certain nombre d'initiatives commerciales privées.

Etangs Solaires. Les étangs solaires à gradient salin sont censés constituer un moyen de capter et d'emmagasiner l'énergie solaire à un prix de revient peu élevé. Un bassin d'eau normal absorbe les rayons du soleil, mais n'en retient pas l'énergie. Au lieu de

cela, l'énergie se perd assez rapidement par le biais de l'évaporation, le rayonnement, et la conduction. Le mouvement de convection de l'eau constitue un mécanisme important pour la diffusion énergétique dans un bassin normal. Ce mouvement est activé par les différences de densité entre l'eau chaude et l'eau froide. Un étang solaire inverse ce gradient de densité, de façon que l'eau la plus échauffée (se trouvant du fond du bassin) ne soit pas transportée vers la surface, perdant ainsi son énergie au contact de l'atmosphère. En raison de plusieurs facteurs (y compris le fait que l'eau est un isolant acceptable), l'énergie captée dans les couches inférieures d'un étang solaire se perd très lentement. Le rendement de captage énergétique d'un bassin de captage solaire se situe entre 15 et 25 pour cent, sous des températures de fonctionnement de 90° C. Grâce à un échangeur de chaleur, il est possible d'extraire la chaleur emmagasinée dans la couche inférieure de l'étang. On peut utiliser cette énergie directement pour chauffer de l'eau, ou pour faire marcher un moteur thermique de basse température. Ce qui rend les étangs solaires intéressant, c'est leur prix de revient peu élevé, dû au fait qu'ils ont un collecteur à plaque plane (près de 10 pour cent du coût par unité d'énergie). Cependant, jusqu'à présent, on a surtout pensé à les utiliser pour le refroidissement d'hôtels et d'immeubles administratifs, et d'eau chaude, dans la mesure où des facteurs économiques et pratiques imposent des surfaces d'étangs évaluées en milliers de mètres carrés (avec une puissance de sortie située entre 300 et 500 W/m^2, avant qu'ils ne soient utilisés dans l'accomplissement d'un travail utile).

Les évaluations des coûts des systèmes de capteurs solaires se composent de deux éléments principaux: 1) les coûts de l'étang solaire lui-même, et 2) ceux des autres parties du système, y compris les échangeurs et les turbines à chaleurs ou les moteurs thermiques de basse température, si besoin est). Les estimations, effectuées jusqu'à présent, des coûts de construction du bassin de captage varient entre 3 540 et 8 850 FD (20 et 50 dollars américains) par mètre carré de surface. Le coût des autres parties du système dépend des conditions d'utilisation finale et des dimensions du bassin de captage, et peut être compris entre 30 et 70 pour cent du coût initial du bassin de captage. A titre d'exemple, un étang solaire de 2 000 mètres carrés peut servir à faire fonctionner un refroidisseur d'absorption qui assurerait la climatisation d'un immeuble de 800 m^2 environ. Les coûts prévus pour ce bassin de captage et ses appareils auxiliaires sont de l'ordre de 35 4 millions de FD (200 000 dollars américains) (45). Si l'on devait utiliser la puissance de sortie du bassin de captage pour produire de l'électricité, les estimations effectuées

---

(45) Kooi, C. "Soumission faite à VITA pour la Réalisation d'un Etang Solaire à Djibouti", novembre 1982.

prévoient qu'un bassin de captage de 100 000 m^2 (coûtant 400 000 dollars américains environ) produirait près de 5 000 kWh par jour (46).

Il est impératif de souligner que, vue la nature expérimentale des étangs solaires, l'analyse précédente est en grande partie fondée sur des hypothèses. Des organismes de recherche sont encore en train d'effectuer des travaux d'analyse fondamentale sur les effets du vent, les conditions du sol, la pression exercée par les algues sur le bassin de captage, ainsi que d'autres activités y afférant. L'expérience acquise est encore limitée, et, par conséquent, les travaux mentionnés sont théoriques, et les coûts présentés constituent des projections. Il semble que les utilisations finales rentables puissent comprendre le refroidissement et la production d'électricité. Les autres utilisations futures pourraient comprendre la désalinisation et les applications à basses températures dans l'industrie et l'agriculture.

Processus Thermiques Solaires à Haute Température. Deux processus à haute température que l'on pourrait considérer comme intéressants pour Djibouti de point de vue de leur utilisation: cuisinières et "tours" solaires.

Il y a plusieurs types de cuisinières solaires, les plus courants étant les cuisinières à concentration et les fours solaires dont le bon fonctionnement a été démontré. Les cuisinières à concentration dépendent de la lumière solaire directe, et atteignent facilement des températures suffisantes pour cuire des aliments. Les fours sont normalement des boîtiers isolés sur un côté par à un matériau de glaçage, généralement du verre. Un ensemble four-cuisinière concentre la lumière du soleil à l'intérieur du four pour accroître sa température, qui peut être supérieur à 200°C. Bien que ces systèmes fonctionnent vraiment, il y a une variété de raisons pour lesquelles ils n'ont pas été acceptés partout. Parmi celles-ci, on peut citer: 1) la nécessité de changer d'habitudes culinaires; 2) le coût (les fabricants locaux peuvent porter le prix de revient à un niveau vraiment bas, mais souvent, il n'est pas suffisamment bas pour attirer les utilisateurs potentiels); 3) les réflecteurs peuvent provoquer des lésions des yeux; 4) la nécessité de réorienter fréquemmment les cuisinières à réfraction, et 5) la difficulté que l'on éprouve à préparer certains repas traditionnels. Il y a peu de raisons de croire que ces problèmes pourraient être résolus plus rapidement à Djibouti que dans les autres pays où la technologie a été mise à l'épreuve.

A l'autre bout du perfectionnement, on trouve le concept de technologie avancée de "tour génératrice". Celles-ci utilisent un grand réseau de miroirs réflecteurs pour concentrer l'énergie du

---

(46) Tabor, H. "Etangs Solaires (à réflecteurs non-convecteurs)", (Jérusalem:Fondation pour la Recherche Scientifique), non-daté.

soleil sur une seule surface. Ensuite, cette énergie concentrée est utilisée pour produire de la vapeur faisant fonctionner un système de production d'électricité. On a construit des centrales électriques ayant des capacités de production de l'ordre de plusieurs mégawatts, et on a démontré que le procédé fournissait des résultats. Cependant, en raison du peu d'expérience acquise jusqu'à présent, et de la nécessité d'acquérir des systèmes et des contrôles très avancés de suivi, ce ne sera certainement pas demain que l'on pourra, en toute confiance, recommander de telles centrales comme une option viable pour Djibouti.

Dessalement par Energie Solaire

Il ne semble pas que le dessalement de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre soit nécessaire à Djibouti pour le moment, mais une population croissante, et la nature précaire des ressources d'eau potable, pourrait mener les responsables djiboutiens à envisager le recours à ce procédé dans le futur. Les technologies de dessalement solaire se répartissent en deux catégories principales: 1) le bassin peu coûteux, et 2) le système à haute technologie. Le bassin à prix de revient bas se compose d'un récipient peu profond recouvert de verre. L'humidité qui se forme sur la surface intérieure de la paroi en verre est prélevée, dans le but de fournir une petite quantité d'eau. La production quotidienne d'eau douce est d'environ 3 à 5 litres par mètre carré de surface de paroi en verre, et coûte entre 354 et 531 FD (2 et 3 dollars américains) par mètre cube d'eau produite. Considérant la nature de la conception, les économies d'échelle ont très peu à gagner des grands systèmes.

L'approche technologiquement avancée exige l'utilisation de l'énergie solaire dans une usine de dessalement conventionnelle. On utilise l'énergie solaire pour effectuer les différents procédés thermiques. Le recours à l'énergie solaire dans ce type de centrales, plus grandes et ayant une production d'au moins 50 m^3/heure, ne devrait être envisagé que si, et lorsque, les processus de dessalement sont exigés, dans la mesure où les coûts de l'eau produite par l'unité seront inférieurs que pour un système entièrement conventionnel.

Bien que les prix de revient des photovoltaïques soient aujourd'hui élevés, le jour où ils baisseront, il est possible que les systèmes d'osmose inverse se révèlent comme étant économiquement attrayants. On a déjà procédé à l'installation de plusieurs systèmes pareils dans des pays à environnement tropical. A Qatar, un système de 11 kWp prévoit de fournir près de 5,5 m^3 d'eau par jour. Alors qu'actuellement le coût de ces systèmes est élevé, il serait bénéfique de suivre de près les transformations qui surviendront dans ce domaine.

Climatiseurs Solaires

La climatisation constitue l'une des sources les plus importantes de la demande totale en électricité a Djibouti. Il est important de se pencher sur les autres moyens de répondre à cette demande.

Pendant de nombreuses décennies, on a sérieusement étudié les réfrigérateurs et les climatiseurs de types absorbants. Les refroidisseurs de cycle d'absorption, autant que les climatiseurs conventionnels à cycle de compression mécanique, fonctionnent suivant le principe d'évaporation et de recondensation d'un réfrigérant. Dans le cas du dernier, un système mécanique a recours à un compresseur pour créer la différence de pression, alors que le système à cycle d'absorption une génératrice à chaleur. Dans le cas d'un système activé par la lumière solaire, les collecteurs solaires chauffe l'eau (ou une solution d'alcool) qui fournit la chaleur nécessaire à l'évaporation du réfrigérant dans la génératrice.

Jusqu'à présent, la plupart des travaux effectués sur les refroidisseurs d'absorption l'ont été au niveaux de la recherche, ou en phase expérimentale, ou de la mise sur pied d'un prototype. Des systèmes plus grands (25 tonnes-réfrigérant (47) ou plus) ont été fabriqués. Une unité de 25 tonnes est à peu près l'équivalent de 50 à 100 climatiseurs de salles. Selon le fabricant, une unité de cette spécification devrait permettre une économie d'énergie de l'ordre de 185 000 kWh par an (15,2 TEP) (48). Pour le moment, on ne dispose pas encore des estimations de coûts nécessaires pour un tel système. Cependant, on s'attend à ce qu'ils soient suffisamment élevés pour que l'emploi de refroidisseurs à absorption soit limité pour au moins les dix années à venir. L'introduction de systèmes pareils pourrait également être retardée par les questions supplémentaires que l'on se pose quant à la fiabilité et la facilité d'utilisation de ces systèmes.

Un système de remplacement potentiel comprend l'emploi d'un desséchant, c'est-à-dire un matériau qui absorbe l'eau L'air humide chaud est séché, et passe ensuite à travers un refroidisseur à évaporation; l'énergie solaire est utilisée pour régénérer les desséchants. Bien que la théorie soit simple, une unité capable de fonctionner n'est pas encore disponible sur le marché. Ces unités en sont encore au stade de développement; il serait utile de suivre les progrès accomplis dans leur processus de mise au point, surtout pour voir s'ils conviendraient aux températures extrêmes qui sont caractéristiques du climat de Djibouti.

---

(47) Un climatiseur de une tonne-réfrigérant est équivalent à 3,5 kWh.

(48) Eshel. Residual Heat for Energy and Cooling Ltd.

BIOMASSE

La biomasse, sous forme de bois de feu ou de charbon de bois, est la ressource renouvelable la plus utilisée dans le monde. A Djibouti, nous avons estimé que la demande annuelle pour ces deux combustibles dépasse les 15 000 TEP (cf. Tableau 2-7). Toutefois, cette ressource est limitée par l'environnement. Il ne faut pas s'attendre à ce que, dans l'avenir, le bois de feu et de charbon soient disponibles en mêmes quantités que celles qui existent aujourd'hui, si le déboisement continuel et la pression exercée par les populations humaines et animales se perpétuent.

Etant donné le manque de déchets agricoles importants et la nature pastorale des activités concernant le bétail, nous avons estimé que les possibilités de production de boigaz, de fermentation ou de distillation sont négligeables.

Il est clair que l'on ne devrait pas envisager pour les combustibles de bois traditionnels une utilisation autre que celle qu'ils ont aujourd'hui. Il y a aujourd'hui très peu de chances que ces combustibles seront disponibles en quantités suffisantes pour répondre demain à la demande qu'ils connaîtront, en tant que combustibles résidentiels.

Compte tenu des objectifs du rapport actuel, on a émis l'hypothèse que la demande en combustibles de bois serait satisfaite grâce aux ressources locales. Cette supposition est discutable, mais elle a été faite à cause de l'absence de données intéressantes sur les ressources de biomasse dans le pays. Il est nécessaire que, dans le proche avenir, une solution soit apportée à ce manque de données sur une ressource locale dont la nature est vitale.

EVALUATION DES FORMES D'ENERGIE RENOUVELABLES DE SUBSTITUTION

Les technologies d'énergie renouvelables présentés précédemment se répartissent en plusieurs catégories (définies par les secteurs qui seraient le plus influencés). Ces secteurs sont les suivants: le pompage de l'eau, la production ou le décalage d'électricité, les technologies à emploi rural, le dessalement, et la biomasse pour cuisine. Les utilisations des possibilités du pompage de l'eau remplaceraient un certain type de combustible diesel, alors que celles de l'électricité permettraient de satisfaire la demande croissante en électricité. De pareilles solutions de remplacement, qui auraient une incidence sur les populations rurales, seront celles qui fourniront de l'énergie, et permettront les avantages du travail que cette énergie permet, à des endroits qui n'en avaient jamais connu jusqu'alors. Le dessalement constitue une activité future où il serait possible d'utiliser l'énergie solaire. Les ressources de biomasse pour cuisine sont renouvelables, mais seulement si elles sont convenablement utilisées.

Pompage de l'Eau

Les options de pompage de l'eau les plus importantes qui s'offrent à Djibouti sont des pompes électriques raccordées au réseau, des pompes diesel (des pompes fonctionnant directement au diesel, ou des pompes électriques mues par des génératrices au diesel), des éoliennes, et des pompes solaires. Les coûts de l'alimentation en eau vont de 18 FD (0,10 dollar américain) par mètre cube pour certaines applications de chute basse de technologies renouvelables à plus de 885 FD (5 dollars américains) le mètre cube (pour l'eau livrée par camions). On ne peut cependant pas aisément comparer ces coûts calculés, dans la mesure où ils sont, dans la plupart des cas, spécifiques à chacun des emplacements. Basés sur des données historiques, les coûts de la pompe électrique reliée au réseau reflètent les conditions qui existent sur le champs de puits du Nagad, alors que dans le cas des pompes diesel, le coût est fonction de la profondeur moyenne du puits. (Dans les régions rurales de Djibouti, cette profondeur de 80 m est à peu près équivalente à deux fois celle des puits du Nagad.) Les coûts des puits et des pompes solaires dépendent des conditions des puits, et doivent prendre en considération des conditions climatiques moyennes (520 Langleys/jour et une vitesse du vent moyenne de 4 mètres/seconde). Néanmoins, une comparaison de ces données peut être importante, dans la mesure où elle indique certaines conditions sous lesquelles les pompes solaires et éoliennes deviennent des options les moins préférables.

Dans le but d'effectuer une évaluation des conditions qui conviennent le mieux à la mise en pratique du pompage éolien, un simple calcul est nécessaire. Le produit de la quantité quotidienne d'eau exigée (calculée en mètres cubes) et le niveau statique du puits ou hauteur de chute (calculée en mètres), une fois évalués, peuvent être comparés à certaines valeurs limitatives qui dépendent du régime du vent. Dans le cas où ce produit est inférieur à 500 sous un régime de 3 mètres/seconde, ou inférieur à 1 000 sous un régime de 4 mètres/seconde, il est probable que le pompage par éolienne soit l'option la moins coûteuse. Ce produit représente un des limites supérieures pour une production rentable de pompes éoliennes. A titre d'exemple, dans un puits dont le niveau statique est de 80 m, une pompe éolienne constituerait l'option la moins coûteuse, au cas où la spécification pour l'eau était de 6 mètres cubes ou moins. Dans le cas où plus est exigée, une seule pompe éolienne ne serait pas suffisante pour répondre à la demande. Les pompes éoliennes constituent presque toujours l'approche la moins onéreuse sous des régimes de vents de l'ordre de 3 mètres/seconde ou plus, leur permettant de satisfaire la demande.

Une analyse similaire pour les pompes solaires n'est pas aussi évidente, car leur production ne connaît aucune limite. L'énergie solaire peut faire fonctionner des pompes de n'importe quelles dimensions, dans le cas où le réseau de panneaux est suffisamment grand. Dans les cas où la fourniture d'eau revient cher, le recours aux pompes solaires pourrait être justifié. Normalement, un

produit de hauteur de chute de production situé entre 100 et 200 représente la limite supérieure d'un pompage solaire économique. Etant donné le coût élevé de la fourniture d'eau dans les régions rurales de Djibouti, il est possible, toutefois, que l'on puisse utiliser un produit beaucoup plus grand (de l'ordre de 500 à 700) pour ce genre de calculs. A de telles valeurs, la majorité des besoins de pompage de hauteurs de chutes basses (moins de 20 m), dans les campagnes, soient satisfaite par des pompes solaires à des coûts moins élevés que ceux des pompes diesel (bien qu'il ne faille pas oublier que les pompes éoliennes pourraient s'avérer être encore plus économiques).

Compte tenu du fait que des exigences limitées et des conditions modérées de niveaux de chutes existent réeliement à Djibouti, les pompes solaires et éoliennes pourraient se présenter comme des options les moins coûteuses pour le pays. Cependant, il n'est pas raisonnable de s'attendre à ce qu'une partie importante du travail de pompage d'eau soit effectuée grâce à des méthodes renouvelables, à la lumière des coûts économiques actuels et projetés.

Production et/ou Décalage d'Electricité

Cette catégorie comprend plusieurs technologies renouvelables: 1) production d'énergie de réseau photovoltaïque, 2) chauffe-eau solaires, 3) étangs solaires, 4) climatiseurs solaires, 5) tours solaires, et 6) production électrique par éolienne. Comparer ces technologies est difficile, vu que certaines sont des génératrices directes et que d'autres ne le sont pas, et que d'autres encore sont conçues pour être utilisées par le consommateur, et que d'autres sont des technologies de production.

Les technologies de production sont les suivantes: la production d'électricité par éolienne, la production par photovoltaïque, certaines mises en pratique d'étangs solaires, et les tours solaires. Ces technologies, à l'exception de la production par éolienne, sont actuellement toutes à l'état expérimental, ou à celui des démonstrations, et il ne faut pas s'attendre à ce qu'elles soient fiables à Djibouti avant plusieurs années. A Djibouti, les vitesses des vents sont insuffisantes pour permettre une utilisation économique de la production d'énergie éolienne. Alors que les démonstrations à grande échelle de la production d'énergie photovoltaïque ont récemment montré que la technologie est opérationnelle, les coûts actuels rendent impossible une telle option et ce, pour des raisons économiques. En supposant que les prix des photovoltaïques baissent, celles-ci pourraient constituer une option compétitive d'ici 5 à 10 ans. Il a été prouvé que les tours solaires fonctionnaient comme on s'y attendait, mais le caractère perfectionné des équipements et l'expertise technique limitée disponible à Djibouti représentent des arguments contre l'installation de cette technologie dans un proche avenir. Pareillement, les étangs solaires mis en commun avec des moteurs thermiques à basse température qui entraînent des génératrices ne sont pas viables pour Djibouti également, surtout parce

que la technologie est loin d'être au point, et parce que la fiabilité des moteurs thermiques à basse température n'a pas encore été prouvée.

Les utilisateurs d'électricité peuvent décaler une partie de leur demande électrique, et réalisant ainsi des économies d'argent, en envisageant le recours à des technologies solaires qui présentent des périodes de récupération raisonnables. Une fois que leur caractère fiable et compétitif aura été démontré, les deux formes de climatisation, solaire et desséchante, pourraient représenter un apport de taille à Djibouti. Une fois qu'il sera devenu pratique d'un point de vue commercial, il serait possible d'envisager le recours aux étangs solaires utilisables dans le cadre d'applications de procédés calorifiques à basse température (comme, par exemple, la laiterie ou l'usine de mise en bouteilles de boissons gazeuses). Aujourd'hui, les chauffe-eau solaires constituent la source d'énergie solaire la plus rentable du point de vue du coût. Ces chauffe-eau sont disponibles sur le marché, fiables, et ont des prix de revient intéressants pour ceux qui ont besoin d'eau chaude. Les périodes d'amortissement vont de cinq ans à moins d'une année, selon le type de conception et le modèle. Dans la mesure où une telle activité représente une option viable pour le moment, on devrait faire un effort pour choisir des modèles convenables et assurer leur promotion auprès des utilisateurs potentiels dans les secteurs commercial et gouvernemental.

Technologies Utilisées dans les Régions Rurales

Alors qu'aucune des technologies figurant dans cette catégorie n'est susceptible d'avoir une incidence importante sur la balance énergétique du pays, le choix portant sur une utilisation continue de ces technologies doit être axé sur d'autres considérations, telles qu'un engagement en vue d'améliorer la qualité de la vie des populations rurales. Certaines de ces options fourniraient de l'énergie à des régions qui n'en avaient jamais bénéficié auparavant. D'autres, parmi ces options, rendraient plus fiables des sources d'énergie qui ne l'étaient pas dans le passé. Dans cette catégorie, les options les plus avantageuses du point de vue du coût sont les cuisinières, les fours, et les séchoirs solaires. Malheureusement, ces options remplacent des alternatives pour lesquelles aucune dépense n'est nécessaire (du moins dans les régions rurales où l'on ramasse le bois de combustible). De plus, les barrières sociales, culturelles, et celles de la nature pratique semblent être grandes. A Djibouti, il y a trop peu de produits agricoles nécessitant un séchage, et le poisson séché n'est pas consommé en quantités importantes. Par conséquent, il ne faut pas s'attendre à ce que les séchoirs solaires soient l'objet d'un emploi répandu.

Il semble qu'à Djibouti, les technologies à couts élevés reliées aux photovoltaïques aient plus de chances dans l'avenir, même si jusqu'à présent, seules quelques utilisations de ces technologies dans le domaine des communications aient été prouvées comme étant rentables du point de vue du coût. Parce que Djibouti connaît des

régimes de vents relativement faibles, la production d'électricité par éolienne n'est pas compétitive, comparée à la production par photovoltaïques. On devrait envisager l'utilisation de réfrigérateurs solaires, pour des raisons de fiabilité et de santé, aussi bien que celle de moyens de communications à petite échelle. Il est nécessaire que les différents aspects du recours aux communications à grande échelle(comme, par exemple, les relais téléphoniques ou les émetteurs/récepteurs radio) soient examinés les uns après les autres.

Dessalement

Dans la mesure où aucun besoin urgent n'a été identifié en matière de déssalement, on n'a pas essayé d'évaluer les économies que l'on pourrait réaliser. Sauf dans le cas des procédés à petite échelle, les distillateurs à plaque plate ne constituent probablement pas une technique raisonnable à appliquer. Le déssalement à grande échelle faisant appel à l'énergie solaire est plus rentable du point de vue énergétique que les usines à diesel conventionnelles comparables. Il serait possible d'utiliser les étangs solaires ou les collecteurs à plaque plate comme sources d'énergie à basse température dans le cas de certains procédés de déssalement, et dans le cas où les prix des photovoltaïques baissent, il est possible que les systèmes photovoltaïques d'osmose inverse s'avèrent pratiques.

Biomasse pour Cuisson

A l'heure actuelle, la biomasse constitue la source d'énergie renouvelable la plus importante de Djibouti. Cependant, on dispose de peu d'informations relatives aux approvisionnements et ressources en bois actuelles, et, autant que l'on sache, il n'existe pas de plans gouvernementaux destinés à étudier les besoins futurs en combustibles de ce type. La planification, l'estimation des ressources, et la gestion constituent les clés d'une utilisation efficace des ressources de biomasse. Jusqu'à présent, on a peu fait à cet égard à Djibouti. Compte tenu de l'importance de cette ressource, il est fortement recommandé d'entreprendre des études sur sa disponibilité et son approvisionnement. Il est également recommandé d'entreprendre des études pour déterminer les options quant à l'approvisionnement dans le futur.

CONTRIBUTIONS DE L'ENERGIE RENOUVELABLE

L'examen effectué précédemment nous pousse à conclure que l'implantation de programmes, destinés à promouvoir des applications peu coûteuses de technologies renouvelables n'aurait pas d'incidence notable sur la balance énergétique globale du pays. Une fois de plus, il est nécessaire de souligner que le choix des options renouvelables ne devrait pas être effectuer sur la base de considérations économiques seulement. Les économies d'énergie ne sont pas les seuls critères entrant dans le choix d'un type

donné d'applications de technologies renouvelables. Les projections que nous avons effectuées sur l'incidence des différentes technologies renouvelables figurent dans le Tableau 5-13 (version anglaise, Figure 5-14). Ces projections sont basées sur la considération d'une vaste gamme de critères discutés ci-dessous. Dans le but de permettre une comparaison, le Tableau 5-14 (version anglaise, Figure 5-15) comporte un résumé des projections des contributions énergétiques correspondantes pour chaque type de technologie renouvelable.

De manière essentielle, aujourd'hui, deux applications de technologies renouvelables sont efficaces en fonction du coût: 1) le pompage de l'eau dans les campagnes, et 2) les chauffe-eau solaires. Les pompes solaires et éoliennes offrent toutes les deux, et dans des cas choisis, des options de pompage d'eau à coût économique et énergétique bas. Nous supposons qu'il est possible d'installer cinq pompes éoliennes par année, sur les cinq années à venir, dans le but de permettre des économies énergétiques annuelles de 0,15 TEP par emplacement. Cependant, après 1990, nous supposons que la plupart des emplacements convenant à l'installation de pompes éoliennes auront été exploités, et que, par conséquent, on ne procédera à l'installation d'aucune autre pompe.

Nous supposons également qu'en 1985, 1 000 Wp de pompage solaire pourraient être fournis, avec une production annuelle moyenne de 1 000 Wp pour chaque année suivante. On prévoit qu'une certaine partie de ce pompage remplacera l'eau actuellement transportée par camions jusqu'aux lieux de livraison dans les campagnes. Le total de la demande énergétique qui sera remplacée par le pompage solaire et éolien comprendra l'énergie de pompage proprement dite et la portion d'énergie dont on n'aura plus besoin pour le transport par camions. Les économies réalisées provenant de la réduction du transport par camions sont équitablement réparties, dans le Tableau 5-14, entre les formes solaires et éoliennes du pompage de l'eau.

Il est prévu que les chauffe-eau solaires auront un effet notable sur les besoins énergétiques de Djibouti. Dans la mesure où les périodes d'amortissement sont courtes, nous sommes d'avis que ce type d'activité commencera presque immédiatement, avec 10 mètres carrés de surface de captage installés en 1985, 150 en 1990, 300 en 1995, et 500 d'ici l'an 2000.

D'autres technologies renouvelables n'auront pas des conséquences notables dans l'avenir, bien que les cuisinières et les fours solaires, ainsi que la réfrigération et les systèmes de communications par cellules photovoltaïques, puissent être utilisés en petits nombres.

L'utilisation des cellules photovoltaïques sur une grande échelle pour la production d'énergie de réseau pourrait devenir pratique d'ici 1990; à cet égard, on prévoit de mettre en place une installation de 200 kW au cours de cette période, et une autre de la même puissance, vers l'an 2000.

TABLEAU 5-13

Energies Eolienne et Solaire: Impact Potentiel(a)

(Correspond à la Figure 5-14, Version Anglaise)

	Résidences Urbains	Institutions Commerciales Urbaines (b)	Institutions Publiques Urbaines (c)	Milieu Rural (d)	Electricité Centrale (EdD)
Energie éolienne:					
Production d'Electricité				Petite échelle	Grande échelle
Pompage de l'Eau				*	
Energie solaire thermique:					
Chauffe-eau		*	*	Dispensaires/ Ecoles	
Climatisation		*	*		
Fours ou cuiseurs solaires	*			Famille	
Dessalement solaire (y compris P.V.)			Grande échelle	Petite à moyenne échelle	
Etangs solaires		*	*		
Energie Photovoltaïque:					
Pompes solaires				*	
Réfrigération				Dispensaires	
Communications			*	*	
Alimentation Réseau					*

Pour les notes, voir la page suivante.

TABLEAU 5-13 (suite)

(a) L'impact potentiel prévu pour les applications qui sont marquées d'"étoile" ou autrement marquées.

(b) Commercial urbain comprend l'industrie, les hôtels, les restaurants, les blanchisseries et autres établissements commerciaux.

(c) Les institutions publiques urbaines comprennent les hôpitaux, les écoles et les autres utilisateurs du secteur publique.

(d) Le milieu rural comprend les utilisateurs au niveau de la famille et du village, le ravitaillement en eau (Génie Rural), les dispensaires, les écoles et les communications rurales du gouvernment local, de la police, de la RTD et des P.T.T.

TABLEAU 5-14

Ressources Renouvelables: Projections des Contributions Energétiques (TEP)

(Correspond à la Figure 5-15, Version Anglaise)

	1985	1990	1995	2000
Energie éolienne:				
Production d'Electricité	-	-	-	-
Pompage de l'Eau	1,8	9,0	9,0	9,0
Energie solaire thermique:				
Chauffe-eau	0,5	7,5	15,0	25,0
Climatisation	-	(a)	15,0	45,0
Fours ou cuiseurs solaires	(a)	(a)	(a)	(a)
Dessalement solaire (y compris P.V.)	-	-	(b)	(b)
Etangs solaires	-	-	-	15,0
Energie Photovoltaïque(PV):				
Pomps solaires	1,7	7,0	12,8	17,9
Réfrigération	(a)	(a)	(a)	(a)
Communications	(a)	(a)	(a)	(a)
Production d'Electricité pour le Réseau	-	33,0	33,0	66,0
Biomasse: (c)				
Bois de feu	9 674,0	9 917,0	10 266,0	10 203,0
Charbon de bois (d)	7 376,0	8 788,0	10 576,0	12 304,0

* Pour les notes, voir la page suivante.

TABLEAU 5-14 (suite)

(a) La technologie peut être utilisée sur une échelle trop petite pour que les quantités soient exprimées en TEP.

(b) Si nécessaire, le dessalement pourrait se faire grâce à l'énergie solaire.

(c) En l'absence de données suffisantes sur l'approvisionnement, nous avons pris l'hypothèse que la demande sera satifaite.

(d) La valeur énergétique en TEP donnée est l'équivalent du bois nécessaire à la production de charbon de bois.

Une utilisation pratique de l'énergie solaire pour climatisation pourrait débuter d'ici 1990, mais on ne prévoit pas qu'elle soit utilisée sur une grande échelle avant les dix années suivantes. Nous prévoyons également l'utilisation de l'équivalent d'une unité de réfrigérant de 25 tonnes d'ici 1995, et de 50 tonnes supplémentaires vers l'an 2000. Compte tenu du cadre d'analyse de la présente étude, on ne considère pas comme pratiques les autres technologies solaires capables de fournir des volumes d'énergie utilisables pour Djibouti. Dans un espace de dix ans, dans le cas où cela devient nécessaire, le dessalement pourrait comprendre une utilisation de l'énergie solaire à titre auxiliaire, ou pour en assurer tout le fonctionnement, mais aucune projection de l'énergie n'a été effectuée, quant à ce type d'utilisation.

Une remarque finale: il est important de souligner que nous avons supposé que les combustibles de biomasse existent en quantités suffisantes pour répondre à la demande projetée indiquée dans la Section 4 du présent rapport. Il est nécessaire que soient effectuées des études plus poussées dans ce domaine, afin de déterminer si une telle hypothèse est valide. Dans tous les cas, il est nécessaire que des mesures soient prises, et que des politiques soient mises en vigueur, afin de s'assurer que des quantités d'énergie soient disponibles dans le futur pour répondre à la demande qui se manifestera dans l'avenir.

CHAPITRE V. ASPECTS ECOLOGIQUES DE L'ENERGIE A DJIBOUTI

Les dégats causés à l'environnement et les coûts occasionnés au bien-être des populations, qui souvent découlent de l'utilisation de l'énergie, sont inclus dans son coût, mais rarement dans son prix. On devrait prendre en considération ces facteurs, au moment où l'on effectue l'analyse du coût véritable de l'utilisation de l'énergie. Malheureusement, de tels facteurs sont difficiles à quantifier. Néanmoins, lorsque la consommation d'énergie représente un danger pour la qualité de la vie, la santé, ou la productivité économique, les coûts peuvent être élevés. Les auteurs du présent rapport ont identifié plusieurs dangers potentiels pour l'environnement qui sont associés à l'utilisation de l'énergie à Djibouti.

BIOMASSE

A Djibouti, on utilise chaque année 45 000 tonnes d'énergie de biomasse primaire, sous la forme de charbon de bois ou de bois de combustion. Toutefois, au cours des quelques années passées, cette ressource s'est trouvée quelque peu limitée par des facteurs écologiques. Dans la région de la Forêt de Day, au nord du pays, un déboisement extensif a été entrepris. La pratique qui consiste à brûler la forêt, dans le but de fournir des pâturages aux moutons et au bétail, semble avoir acculé les forêts au-delà de leur capacité de se régénérer (49). Il ne semble pas que le ramassage du bois ait contribué à ce problème. Toutefois, il est peu probable que, dans l'avenir, les quantités de bois et de charbon pour la consommation soient disponibles en quantités aussi suffisantes que celles d'aujourd'hui. Considérant que la plupart des consommateurs de combustibles de bois ne sont pas intégrés dans le cycle de capitaux de l'économie, ils ne disposent pas de la possibilité de se convertir au kérosène dans le cas où les quantités de bois et de charbon venaient à diminuer. Selon les auteurs, il est impératif de se pencher sur cette situation.

QUALITE DE L'AIR INTERIEUR: BOIS DE COMBUSTION ET CARBUREACTEUR A-1

Au cours des quelques années passées, l'attention de nombreux chercheurs a été attirée par le sujet de la pollution de l'air à l'intérieur des espaces. La majeure partie des travaux accomplis jusqu'ici dans ce domaine l'ont été dans des pays industrialisés, où les agents coupables de cette pollution ont été les formaldéhydes provenant des matériaux isolants et des colles pour meu-

---

(49) Communication personnelle, biologiste ISERST, 27 décembre 1983.

bles, le gaz carbonique et les oxydes d'hydrogène (NOx) dégagés par les combustibles employés dans la cuisson et le chauffage, etc.

Au cours des quelques années précédentes, des travaux de recherche ont été entrepris dans les pays en développement sur les effets de la combustion de la biomasse sur la qualité de l'air à l'intérieur des espaces (50). La fumée provenant des feux de cuisine est similaire à la fumée de cigarette, et le niveau d'exposition des femmes, en train de faire la cuisine, peut être très élevé (51). Certains chercheurs ont comparé l'exposition au benzopyrène, un cancérigène, au fait de fumer vingt paquets de cigarettes par jour.

Les auteurs ont également identifié un problème potentiel qui apparaît lorsqu'on brûle du kérosène. La majorité de la population utilise le kérosène autant pour s'éclairer que pour faire la cuisine. Le produit vendu à Djibouti sous l'appellation de "kérosène" est en réalité de l'essence d'aviation de type A-1. Les compagnies pétrolières n'importent pas du kérosène "pur", du fait du marché limité qui existe à Djibouti (ce qui accroîtrait le prix à quai du produit); au lieu de cela, elles vendent l'essence importée pour les besoins de l'aviation (l'essence d'aviation est du kérosène contenant plusieurs additifs chimiques). Les auteurs sont d'avis que la combustion de ces additifs dans les foyers pourrait créer un autre risque pour la santé des utilisateurs. Si, en fait, on se rend compte que ces additifs sont dangereux, il faudrait procéder à l'examen de cette situation.

DEVERSEMENT DE PETROLE

Un volume considérable de pétrole est perdu au cours du transfert et de l'entreposage, du fait de l'évaporation, le vol, et le déversement. Ce déversement constitue un danger potentiel pour l'environnement et, dans l'avenir, devrait être contrôlé avec prudence.

DEVERSEMENT D'HUILES USEES

Chaque mois, près de cinquante mètres cubes d'huiles usées sont déversées et brûlées par l'EdD. Cette opération pourrait avoir un effet autre que, bien sûr, la fumée noire qui l'accompagne: par

---

(50) K. Smith, "Cuisiniers de Villages et Pollution de l'Air Intérieur: la face cachée de "Tout ce qui est Petit est Mignon", Comptes-Rendus de la 76e Réunion Annuelle de l'Association pour le Contrôle de la Pollution de l'Air, Atlanta (Géorgie): APCA, juin 1983.

(51) Ibid.

exemple, la pollution de l'eau potable. Les auteurs pensent que l'on devrait considérer le recyclage des huiles usées comme une solution à ce problème, et il est probable que cette solution ait des conséquences économiques bénéfiques.

ENERGIE GEOTHERMIQUE (52)

Les incidences écologiques de l'extraction de l'énergie géothermique varient selon le type de source géothermique où l'on effectue l'extraction, ainsi que la technologie pour laquelle on opte. Sur les cinq ressources géothermiques de type générique, présentées ci-dessous, seules les deux premières sont, pour le moment, rentables en fonction du coût:

- Réservoirs de production de vapeur
- Réservoirs de saumure chaude
- Saumures à pression géologiques
- Roche dure chaude
- Magmas

Les trois dernières parmi les ressources sont encore aux premiers stades de leur développement, et pourraient ne jamais être exploitées de manière rentable.

Parmi les impacts écologiques pouvant provenir des réservoirs de production de vapeur et de saumure chaude, on trouve:

1. La Subsidence (c'est-à-dire l'affaissement du terrain provoqué par le drainage d'un réservoir souterrain).

2. La Salination de Surface (accumulation de sels) provenant à la fois des effluents de routine et des déversements.

3. La Pollution de l'Air par le dégagement des gaz, des composants volatiles, et de la vapeur.

4. La Rupture peu profonde d'une source aquifère.

Les réservoirs de production de vapeur, comme, par exemple, l'installation géothermique de 1 000 MW électriques dans les Geysers en Californie, représentent, de loin, les sources d'énergie géothermiques les plus bénignes et les plus efficaces du point de vue du coût. Ces réservoirs contiennent de l'eau chaude, et dégagent de la vapeur à haute température vers la surface du sol. La vapeur qui se dégage comporte des composants volatiles et des gaz. Les effets de la libération de ces gaz et composants dépendent de la composition de l'eau dans le puits en question et,

---

(52) Académie Nationale des Sciences, Etude de Systèmes d'Energie Nucléaire et d'Energie de Substitution, corroborant l'exposé n°8, L'Energie et le Sort des Ecosystèmes (Washington, D.C.: National Academy Press, 1980).

ainsi, devraient être estimés séparément. Du fait du volume relativement bas de liquides provenant du dégagement de vapeur, la pollution et la subsidence de la surface ne constitue pas une préoccupation majeure.

D'autre part, l'exploitation des réservoirs de saumure chaude comprend l'utilisation de grandes quantités de saumure (eau nocive de part sa composition chimique et ayant un degré de salinité élevé). Les possibilités de déversements et de subsidence posent une menace grave. La destruction de terres arables et de ressources en eau par la salination et la contamination chimiques constitue une préoccupation majeure. La subsidence peut endommager les systèmes d'irrigation, en modifiant les contours du terrain. Ainsi, on devrait prendre soin à envisager l'emplacement des puits géothermiques à proximité des fermes et des ressources aquifères (surtout parce que ces ressources sont rares à Djibouti). Le dégagement de gaz d'acide sulfhydrique dissolu dans les saumures constitue une autre source de préoccupation. L'acide sulfhydrique peut être extrêmement dangereux lorsqu'il se dégage dans l'atmosphère. Les effets physiologiques peuvent être détectés à des concentrations aussi basses que 0,005 parties par million (par volume).

Les puits géothermiques de Djibouti doivent être situés dans des régions arides éloignées de la mer. La conséquence de cela est que la phase de refroidissement du cycle de production d'électricité devra être réalisée grâce au recours à l'une des méthodes suivantes:

1. Tours de refroidissement à sec, qui ne consomment pas d'eau de refroidissement, mais sont très coûteuses et exigent un environnement ambiant relativement frais ou une température de saumure extrêmement élevée pour qu'elles soient d'une efficacité raisonnable (elles ont un rendement plus bas pendant les journées chaudes de la saison estivale, lorsque la demande en électricité est la plus forte).

2. Tours de refroidissement par humidité, qui exigent une source d'eau fraîche pour l'évaporation. Cette eau peut provenir des nappes phréatiques souterraines. Cette demande exige cependant une utilisation substantielle de ressources en eau limitées.

3. Tours de refroidissement par humidité, qui utilisent le condensat liquide ou la saumure provenant du puits. Cette option n'est pas coûteuse. Toutefois, elle permet le dégagement dans l'atmosphère d'agents de pollution gazeux qui se sont dissipés.

Il faudra tenir compte de toutes ces considérations lorsqu'il s'agira de calculer le prix de revient de l'électricité géothermique pour Djibouti.

L'ENVIRONNEMENT SOCIAL ET CULTUREL

L'énergie a des conséquences très importantes sur la vie sociale et culturelle de la population d'un pays. Les systèmes transforment la société, tout comme la pluie et le vent transforment le paysage. Le degré de centralisation et la rapidité des systèmes de transport et de communication ont exercé leur influence sur le développement dans les sociétés industrialisées. Par exemple, l'expansion des banlieues a eu lieu lorsqu'a été introduit un système de transport bon marché et commode. Ce déplacement vers les banlieues a donné lieu à de nombreux changements sociaux, y compris la séparation entre les lieux de travail et de résidence et l'effondrement de la communauté qui s'ensuivit.

Il est important d'admettre ces effets, afin de prendre des décisions réfléchies en matière de technologies énergétiques à venir, compte tenu des implications sociales découlant de chaque voie suivie, en termes de politiques énergétiques. Chacune d'entre elles aura des conséquences différentes sur le revenu personnel, l'emploi, l'égalité, et l'accès des individus aux ressources en énergie, afin de satisfaire des besoins fondamentaux, la stabilité et la sécurité du pays, etc. Ce sont tous des aspects de l'environnement social, et il devrait en être tenu compte lorsque viendra le moment pour Djibouti de faire des choix en matière d'énergie.

CHAPITRE VI. APPROVISIONNEMENT A VENIR: CAS HETEROGENE

La stratégie énergétique nationale la plus probable que choisirait Djibouti rassemblera un mélange d'importation de combustible, de production d'énergie géothermique, de conservation d'énergie, et d'utilisation d'énergie renouvelable. La composition de ce mélange d'options dépendra des capitaux disponibles et des priorités sociales et économiques telles qu'elles seront fixées dans le plan de développement national de Djibouti.

L'addition des coûts et des économies pour chacune des différentes options de conservation et d'approvisionnement en énergie aurait comme conséquence de compter double. Les effets des différentes options d'approvisionnement en énergie ne sont pas cumulatives, dans la mesure où l'une des options pourrait rendre évident le besoin en l'autre. Par exemple, la production d'électricité géothermique pourrait empêcher la production éolienne. Inversement, la production d'énergie géothermique et la conservation sont complémentaires, compte tenu du fait que l'option géothermique est une technologie de chargement "de base" pour le remplacement des génératrices électriques à pétrole, alors que la conservation réduit les charges "de pointe" et, ainsi, élimine le besoin en génératrices auxiliaires.

C'est au cours des années à venir que Djibouti choisira l'ensemble des options qui serviront à définir la politique énergétique que le pays suivra. La production de l'électricité géothermique, ainsi que la conservation de l'électricité et des combustibles pourraient réduire la facture électrique de Djibouti jusqu'à une portion beaucoup plus petite des coûts actuels, et pourrait faire baisser ses importations d'hydrocarbures, et par la même, sa dépendance et sa vulnérabilité énergétique. Nous croyons fermement que cela peut se faire à un coût situé bien en-dessous celui de la voie "des affaires sans changement aucun".

L'utilisation des formes solaire et éolienne d'énergie pour le pompage d'eau dans les campagnes, celle des chauffe-eau solaires, ainsi que la réfrigération de médicaments pour les centres de santé, ainsi que des provisions convenables en ressources de biomasse destinées à la cuisine, peuvent permettre à Djibouti de respecter son engagement de fournir un niveau de vie décent à l'ensemble de sa population.

Afin que Djibouti puisse suivre une stratégie énergétique, il faudra qu'elle mette sur pied une planification minutieuse et un ensemble intégré de politiques énergétiques. Une stratégie employant un mélange d'options est, de par sa nature même, la plus diverse de toutes les stratégies énergétiques, et, par conséquent, exigera une politique nationale souple et un fort engagement de la part des institutions. Nous sommes d'avis qu'une stratégie hétérogène peut le mieux satisfaire les besoins--à la fois locaux et nationaux--de Djibouti en offrant la réussite la plus totale, en engendrant le moins de dépenses possibles.

SECTION 6

RECOMMANDATIONS

CHAPITRE I: FONDATIONS D'UNE STRATEGIE ENERGETIQUE NATIONALE
CHAPITRE II: RECOMMANDATIONS

CHAPITRE I. FONDATIONS D'UNE STRATEGIE ENERGETIQUE NATIONALE

Bien que n'étant pas directement relié au bien-être d'un peuple, le produit intérieur brut (PIB) d'un pays et sa balance des paiements constituent des indicateurs approximatifs du bien-être économique d'un pays, et ainsi, sont d'une importance capitale pour ceux qui doivent prendre des décisions au niveau national. Le rôle reconnu de l'énergie dans ces indicateurs économiques nationaux, surtout le PIB, est un facteur important dans la prise de décisions dans le secteur énergétique, formant la base d'une stratégie énergétique nationale.

La relation qui existe entre les importations énergétique et la balance des paiements de Djibouti est claire; toute réduction de l'importation de produits pétroliers entraînera une amélioration de la balance des paiements, à condition que le coût de cette amélioration n'excède pas les économies. La totalité des exportations de Djibouti couvre moins de 40 pour cent du coût de l'importation des hydrocarbures, et près de 10 pour cent du PIB sont consacré au réglement de cette facture d'importation. Cette situation entraîne une fuite des ressources économiques de Djibouti et contribue a l'aspect négatif de la balance des paiements, ce qui a pour conséquence un effet négatif sur le PIB.

Mais les services et le PIB ne sont pas fixés par la quantité d'énergie consommée. L'énergie est un apport au processus de production et est utilisée pour faire fonctionner des appareils qui rendent certains services, tels que les climatiseurs et l'éclairage. La quantité d'énergie consommée ne détermine cependant pas la productivité des industries, pas plus que la somme des services fournis. En fait, la quantité d'énergie consommée lors de la production d'une unité du PIB est déterminée par le rendement d'un processus de production donné pour une industrie donnée. La quantité d'énergie nécessaire pour fournir un service donné dépend du rendement d'appareils divers et de la façon dont ils sont utilisés. Ainsi, la relation entre l'énergie et les services et l'énergie et le PIB est fonction du rendement de l'utilisation énergétique. Une augmentation du rendement à la production peut très bien s'accompagner d'une augmentation simultanée du PIB et d'une diminution de la consommation énergétique. De la même façon, il n'est pas correct d'estimer que l'énergie détermine le niveau des services et donc celui du PIB.

L'hypothèse de base concernant les projections énergétiques, présentée à la fin de la Section 4, est en fait une projection de la demande en services plus que celle de la demande d'énergie. Comme les services tels que transports, pompage de l'eau ou services fournis par les machines industrielles lors du processus de production constituent ce que la population et les machines industrielles consomment, la consommation d'énergie peut servir d'indicateur de la demande en services.

L'analyse des divers choix énergétiques a pour objectif de fournir des options destinées à satisfaire cette demande. Ces choix, à leur tour, doivent être examinés à la lumière de la façon dont ils fournissent les services nécessaires et à quel coût -- social, pour l'environnement et économique. Les voies ou scénarios énergétiques dont les grandes lignes sont tracés dans la Section 5 décrivent les conséquences possible de certains des choix qui s'offrent à Djibouti.

Une stratégie énergétique nationale fournit le cadre permettant de choisir entre les options, en définissant les critères et les facteurs qui devraient entrer en ligne de compte lors des processus de prise de décision et en leur attribuant une importance relative en fonction des priorités nationales. Afin de permettre une certaine souplesse concernant toute décision donnée, ce cadre devrait définir les limites acceptables à l'intérieur desquelles les effets d'une politique donnée peuvent être jugés appropriés ou non. En général, les critères se répartissent en trois catégories principales: social, économique, et technique; dans chaque catégorie il existe de nombreuses considérations particulières ayant trait aussi bien à la cause qu'à l'effet, et qui doivent entrer in ligne de compte lors de processus de prise de décision. L'importance relative des facteurs généraux et particuliers dépendra de la politique ou de la technologie envisagée, de son application et des buts spécifiques des personnes appelées à prendre les décisons. Les facteurs généraux et certains -- mais certainement pas tous -- des éléments qui leur sont associés comprennent ce qui suit:

- Considérations Sociales

  - Justice: la répartition des coûts et des bénéfices -- ceux qui en tirent les avantages payent-ils le prix plein?

  - Emploi: sa nature et son ampleur;

  - Besoins Essentiels: satisfaire les besoins indispensables;

  - Acceptation Sociale: compatibilité avec les valeurs et les modes de vie actuels;

  - Continuité: la rapidité des changements et leurs effets au plan social;

  - Stabilité Nationale: stabilité interne de la nation et la façon dont elle est affectée par les autres facteurs inclus dans cette liste;

  - Vulnérabilité: vulnérabilité du système énergétique à un conflit armé, au sabotage ou à un embargo; vulnérabilité de la nation à une désorganisation du système énergétique;

- Dépendance Nationale: dépendance des combustibles, des produits, du capital ou de l'expertise importés;

- Environnement: effets sur l'environnement naturel et social;

- Ressources des Institutions: les points forts des institutions nationales;

- Ressources Humaines: personnel formé et équipe de soutien;

- Propriété: nationale ou privée, de groupe ou individuelle;

- Echelle: complexité et importance; et

- Facteurs Economiques: une sous-catégorie des considérations sociales.

- Considérations Economiques

  - Avantages Monétaires

  - Coûts Monétaires

  - Balance des Paiements et Devises

  - Ressources Financières

  - Stimulation du Développement

  - Produit Intérieur Brut

- Considérations Techniques

  - Echelle: l'échelle est-t-elle en rapport avec les besoins;

  - Complexité: la technologie est-t-elle trop compliquée pour les aptitudes techniques existantes et les systèmes de soutien;

  - Compatibilité: la technologie peut-elle être utilisée avec les technologies existantes;

  - Fiabilité: la technologie et sa source énergétique sont-elles fiables;

  - Vulnérabilité: la source énergétique ou la technologie sont-elles sujettes à des accidents, au sabotage ou à une mauvaise utilisation;

  - Synchronisation: la technologie est-elle au point et la fourniture des services synchronisée avec la demande;

- **Souplesse:** la technologie ou la source énergétique peut-elle satisfaire différents besoins;

- **Durée:** pendant combien de temps la ressource va durer à l'avenir; et

- **Environnement:** l'environnement va-t-il endommager la technologie ou la technologie va-t-elle endommager l'environnement?

Il y a clairement un chevauchement considérable entre ces diverses considérations. Les décisions concernant les stratégies, les politiques, les projets et les technologies énergétiques sont affectées par et affectent les facteurs social, économique et technique. Les choix devraient être basés sur une combinaison de ces considérations. Dans le cas de Djibouti, les prix énergétiques élevés plaident en faveur de la conservation énergétique et du développement des ressources thermiques, alors que le désir de satisfaire les besoins et services essentiels de la totalité de la population plaide en faveur de l'utilisation de sources énergétiques renouvelables. Toute décision concernant chaque élément énergie-politique doit refléter les objectifs et les critères de la stratégie énergétique nationale.

Les informations contenues dans ce rapport devraient aider le gouvernement de Djibouti à choisir une stratégie énergétique et à sélectionner des politiques et des projets particuliers.

Nous présentons ci-après certaines possibilités d'application pour Djibouti. Nous estimons que toutes les possibilités offertes valent la peine d'être étudiées, ce qui n'empêche que c'est au gouvernement de Djibouti qu'il revient de choisir quels choix adopter, en fonction de ses priorités.

CHAPITRE II. RECOMMANDATIONS

Les recommandations présentées par l'équipe d'évaluation se répartissent en cinq catégories relativement distinctes: recommandations générales et concernant la conservation au niveau de la compagnie d'électricité, conservation dans les bâtiments, autres conservations et sources énergétiques renouvelables. Les recommandations particulières qui suivent sont présentées pour chacune de ces catégories:

- Général

  - Assistance technique au Service de l'Energie
  - Politique des prix du diesel
  - Politique des prix du kérosène
  - Révision des tarifs de l'électricité
  - Etude de la politique d'importation
  - Centre de documentation énergétique

- Conservation Centrale Electrique

  - Correction du facteur de puissance
  - Changement de combustible par l'EdD

- Conservation dans les Bâtiments

  - Equipe d'enquête énergétique
  - Amélioration des bâtiments administratifs
  - Programme de prêts pour améliorations favorisant la conservation
  - Campagne de presse
  - Nouveaux bâtiments à haut rendement énergétique

- Autres Conservations

  - Eclairage public
  - Utilisation de véhicules économiques en carburant par le gouvernement
  - Etude du transport routier
  - Recyclage et utilisation de l'huile de vidange

- Renouvelables

  - Poursuivre la collecte des données météorologiques
  - Etude de l'approvisionnement en biomasse
  - Analyse de la biomasse des terres arides
  - Programme de formation en pompage de l'eau par énergie éolienne
  - Déplacer et/ou réparer les éoliennes situées dans le nord
  - Chauffe-eau solaires
  - Programme de démonstration de pompes solaires
  - Réfrigérateurs photovoltaïques
  - Technologies futures utilisant les sources énergétiques renouvelables

Une discussion détaillée de ces recommandations figure ci-après. Elle porte sur les besoins en personnel et l'estimation des coûts d'application ainsi que sur les avantages prévus.

RECOMMANDATIONS GENERALES

Assistance Technique au Service de l'Energie

Alors qu'il existe une politique énergétique du gouvernement de Djibouti, celui-ci n'a actuellement pas les moyens lui permettant de surveiller, analyser et planifier l'utilisation de l'énergie. En conséquence, la plupart des décisions concernant les projets industriels et de développement sont prises sans que l'on sache quel sera l'effet des aspects énergétiques de ces décisions sur le reste du secteur énergétique ou sur l'économie nationale. Dans bien des cas, les politiques des prix ont été établies en réponse à des conditions qui n'existent plus et il faudrait donc entre prendre leur réévaluation. Il devient de plus en plus apparent qu'il faut une coordination entre les bureaux gouvernementaux chargés des principaux secteurs énergétiques, que ce soit pour l'offre ou pour la demande (EdD, EPH, TP, Génie Rural, ONED, etc.).

Le Service de l'Energie a récemment été créé dans le cadre du Ministère de l'Industrie, pour servir d'organisme de coordination avec le gouvernement en ce qui concerne la politique et la planification énergétiques. A ce jour, ce service se compose d'un administrateur djiboutien.

Nous recommandons vivement qu'une aide technique soit fournie au Service de l'Energie afin de former et d'accroître son personnel en vue de surveiller, coordonner et appliquer tout ce qui a trait aux activités relatives à la politique et à la planification énergétiques. Un conseiller étranger devrait être affecté au Ministère de l'Industrie pour qu'il y travaille avec le Service de l'Energie pendant une période d'un an.

Ce conseiller aiderait le Service de l'Energie dans les domaines suivants:

1. Développement de recommandations spécifiques en vue d'améliorer la politique énergétique du gouvernement, surtout dans les domaines prioritaires;

2. Explication, aux responsables chargés de prendre les décisions dans ce domaine au sein de la structure gouvernementale, des raisons qui obligent à adopter les changements recommandés;

3. Application des politiques approuvés et des changements de politique;

4. Coordination du flot des informations relatives à l'énergie dans tous les services gouvernementaux ainsi que les principaux fournisseurs et utilisateurs d'énergie;

5. Coordination des études à venir et ayant trait à l'énergie;

6. Analyse des plans de développement à venir pour déterminer leur impact sur le plan énergétique;

7. Poursuite et informatisation de la collecte des données et des analyses entamées lors de la présente étude;

8. Analyse de l'impact des changements proposés dans les politiques énergétiques actuelles du gouvernement ou dans des domaines économiques tels que les prix du pétrole et les tarifs à l'importation; et

9. Formation du personnel du Service de l'Energie dans tous les aspects des tâches mentionées ci-dessus, par expérience sur le tas et sessions de formation.

Le coût du maintien d'un tel conseiller dans le pays pour un an est estimé à environ 22,1 million FD (125 000 dollars).

Politique des Prix du Diesel

Le gouvernement de Djibouti fixe les prix de cinq combustibles vendus dans le pays par l'Etablissement Public des Hydrocarbures. Ces prix sont déterminés en prenant le prix de revient à l'arrivée et en y ajoutant des pourcentages fixes couvrant les coûts de l'importation et les marges bénéficiaires des importateurs, ainsi que les revenus gouvernementaux sous forme de taxes à l'importation et de surtaxes. Le prix de gros qui en résulte est alors modifié par un "ajustement" qui est en fait une taxe supplémentaire imposée par le gouvernement. Les prix à la pompe sont ensuite calculés en ajoutant la marge bénéficiaire du détaillant.

Aucun des carburants importés à Djibouti n'est actuellement vendu à un prix inférieur aux coûts de l'importation. Les prix du kérosène et du diesel sont cependant maintenus artificiellement bas car ces combustibles ne sont soumis qu'a de très faibles surtaxes et ajustements. Il en résulte que, dans le cas du diesel, le prix à la pompe est nettement inférieur à celui de l'essence (68 FD (0,38 dollar) le litre pour le diesel contre 120 FD (0,68 dollar) pour l'ordinaire). Le diesel est utilisé principalement par le secteur des transports (chemin de fer, bateaux et trarsports routiers), le secteur industriel et pour la production électrique. La compagnie d'électricité et celle du chemin de fer achètent toutes deux leur carburant par contrat; les ventes au détail aux pompes sont presque exclusivement réservées aux transports routiers.

Il est vrai que la presque totalité des véhicules participant à une activité "économique" véritable (par exemple, les camions) consomment du diesel, mais cela ne justifie cependant pas vraiment le fait de conserver les prix de ce carburant à près de 50 pour cent en dessous de ceux de l'essence.

On a estimé que le coût du carburant ne constitue qu'une part relativement faible des coûts globaux du transport; les données concernant le Royaume Uni pour 1975 indiquent que 24 pour cent seulement des coûts totaux étaient dûs au carburant (53). Toute augmentation du prix du diesel n'affectera donc pas énormément le coût du transport.

Nous recommandons que le gouvernement étudie l'impact que pourrait avoir une augmentation progressive du prix de détail du diesel (progressive de façon à éviter le choc associé à tout changement brutal des prix). Une telle augmentation peut être imposée par le biais de surtaxes et taxes "d'ajustement" plus élevées, comme c'est le cas pour l'essence ordinaire et le super. Si une telle augmentation du prix relatif du diesel est jugée

---

(53) Banque Mondiale, Choix Energetiques et Questions Politiques dans les Pays en Développement, (article du Personnel de la Banque Mondiale, N° 350), août 79, p. 93.

acceptable, elle devrait être appliquée au cours des cinq prochaines années, de façon à ce qu'à l'issue de cette période les prix du diesel ne soient pas inférieurs à 90 pour cent de ceux de l'essence ordinaire. Si l'on compare avec la structure actuelle des prix de l'ordinaire et du diesel, et que l'on conserve ces prix en FD 1984 "constants", les prix correspondants pour 1990 devraient être de 120 FD (0,68 dollar) pour l'essence et 108 FD (0,61 dollar) pour le diesel. Cette augmentation relative du prix du diesel peut être accompli par une augmentation de l'ensemble surtaxe-ajustement de 10 FD (0,06 dollar) par an pendant cinq ans.

Certains clients particuliers, considérés comme d'importance cruciale pour l'économie du pays pourraient être exemptés de cette surtaxe par l'utilisation de coupons payés d'avance et détaxés destinés à l'achat de diesel.

Une telle politique aurait pour résultats d'accroître les revenus du gouvernement, réduire la consommation non nécessaire (qui constitue donc un gaspillage) de diesel et réduire la tendance actuelle à l'importation de véhicules alimentés en diesel (de tels véhicules sont plus chers à l'achat et coûtent donc légèrement plus cher au pays). Cette politique aurait un effet relatif sur les propriétaires individuels de véhicules diesel qui ne bénéficieraient plus des avantages économiques associées au diesel dont le prix est moins élevé. Une étude devraient être entreprise afin de déterminer si toute conséquence négative pourrait être ressentie au niveau national.

Comme les procédures d'application existent déjà pour la réglementation des prix des carburants, il n'est pas nécessaire de créer une autre structure gouvernementale à cet effet. Le Service de l'Energie et l'EPH devraient étudier cette option plus à fond.

Politique des Prix du Kérosène

Les prix du kérosène sont soumis à règlementation du gouvernement de Djibouti, de la même façon que pour ceux du diesel, c'est-à-dire par le biais d'un ajustement.

Dans le cas du kérosène, cependant, l'ajustement gouvernemental est négatif. Cet ajustement est tel que le gouvernement renonce à tout revenu provenant de la taxe, mais il subventionne en plus le prix de ce carburant pour environ 3 FD (0,02 dollar) le litre. Ce subside est consenti parce que le kérosène est le principal combustible utilisé pour la cuisson des aliments par une importante partie de la population, et en particulier par les pauvres de la zone urbaine. Etant donné les pressions importantes qui sont imposées sur les ressources en bois très limitées de Djibouti, et qui ont déjà obligé une partie importante de la population à passer au kérosène, nous estimons qu'il ne serait pas politiquement approprié que le gouvernement augmente le prix du kérosène au détail en augmentant la taxation de ce produit. Le kérosène est cependant le seul combustible soumis à réglementation à Djibouti et à être toujours vendu sur le marché local à des prix plus élevés que les prix contrôlés. Nous estimons que le gouvernement devrait reconnaître ce prix de marché et ajuster ses prix contrôlés de façon à éliminer les subsides actuels pour le kérosène. Une telle augmentation, d'environ 3 FD (0,02 dollar), ferait passer les prix fixés à 61 FD(0,34 dollar). On ne sait pas très bien si une telle "augmentation" serait transmise au niveau du consommateur par les intermédiaires. Le gouvernement réaliserait une économie d'environ 3 FD (0,02 dollar) par litre de kérosène vendu.

Nous recommandons que les effets de ce changement possible soient étudiées par le Service de l'Energie. Si l'étude démontre qu'il n'y a pas d'effet négatif important, cette politique devrait être adoptée. Comme la procédure d'application de la règlementation des prix des combustibles existe déjà, il n'est pas nécessaire de créer de structure gouvernementale à cet effet.

Révision du Barême de l'Electricité

La structure des prix de l'EdD se compose actuellement de 5 types de tarifs dont les prix mensuels fixes et des tarifs dégressifs. Ces tarifs dégressifs ne sont pas appropriés pour Djibouti car ils encourage la consommation électrique. Il faudrait y substituer des tarifs plus appropriés, encourageant une utilisation judicieuse de l'électricité, comme les tarifs progressifs, les prix en fonction de l'heure et les tarifs interruptifs.

L'EdD procède actuellement à l'évaluation d'une étude qui recommande la détermination des prix en fonction des saisons ainsi que d'autres changements dans la structure des prix. Tout changement qui vise à passer des tarifs encourageant la consommation à ceux qui favorisent le rendement devrait être encouragé. Les barêmes de l'électricité devraient être passés en revue périodiquement afin d'assurer qu'ils sont conformes aux objectifs de la politique énergétique nationale. Les recommandations figurant dans l'étude des tarifs constituent un pas dans la bonne direction, mais nous estimons cependant qu'il faut une analyse plus poussée et qu'il faudrait appliquer une politique plus rigoureuse.

Etude des Taxes à l'Importation, des Subsides et des Critères Concernant les Matériaux et le Matériel Energétiques

Les taxes, subsides et critères sont tous des instruments pouvant être utilisés pour encourager l'importation de matériaux, d'appareils électro-ménagers et de matériel énergétiquement rentables (voir discussion dans la Section 3). Le gouvernement de Djibouti impose actuellement une taxe de 28 pour cent sur toutes les importations. Cette taxe est une source principale de revenus et en tant que telle, elle est considérée comme intouchable. Cela n'empêche qu'il est tout aussi important pour l'économie de Djibouti de réduire les coûts du gaspillage énergétique et le gouvernement devrait envisager l'abandon d'une petite partie de ses revenus actuels en faveur d'économies à venir plus importantes. Des matériaux importés permettant des économies d'énergie (comme les isolants) ainsi que l'importation d'appareils électro-ménagers et de matériel énergétiquement rentables pourraient diminuer la consommation totale de produits pétroliers si l'on peut les rendre attrayants pour le marché intérieur privé. La manipulation de la taxe d'importation, en l'abaissant pour les importations énergétiquement rentables et en l'augmentant pour celles qui ne le sont pas, peut avoir une forte influence sur la compétitivité d'un article donné. L'importation d'articles non rentables tels que les grosses voitures ou les réfrigérateurs qui gaspillent l'électricité serait découragée alors que le matériel plus rentable deviendrait plus compétitif. Annuler tout ou partie de la taxe à l'importation signifierait une perte de revenus, mais une perte en une fois; l'argent économisé en produits pétroliers non-importés grâce au matériel plus rentable au point de vue énergie constituerait un gain se reproduisant tous les ans.

Il existe une autre méthode de promotion de l'importation de matériel rentable du point de vue énergie: en fixant des critères minimum que ces importations doivent satisfaire. Ces niveaux minimum de rentabilité énergétique (comme une consommation maximale des voitures ou un rendement minimum des réfrigérateurs) devront être satisfaits par des certains produits dans une catégorie donnée avant que ceux-ci ne soient autorisés à l'importation. De tels critères ne changent pas la structure de la taxation et leurs effets sur les revenus du gouvernement seraient donc indirects.

Il faut noter que le rendement des matériaux de construction et des appareils électro-ménagers sont très bien déterminés aux Etats-Unis et ceci peut être transféré à Djibouti (54). Nous recommandons l'examen des matériaux et appareils suivants, afin de les inclure dans une liste d'articles faisant l'objet d'une réglementation ou d'un subside:

---

(54) Laboratoire National Lawrence Berkeley, Laboratoire National de Brookhaven et Bureau d'Evaluation Technologique du Congrès des Etats-Unis.

- Isolation, calfeutrage et double vitrage;
- Automobiles, climatiseurs, réfrigérateurs, appareils d'éclairage y compris les ampoules;
- Technologies concernant les énergies renouvelables: éoliennes, unités photovoltaïques et équipement géothermique; et
- Autre matériel pouvant inclure des articles tels que des unités de pré-chauffage de commutateur de combustible de l'EdD ou des condensateurs pour l'amélioration du facteur de puissance électrique.

L'inconvénient principal de toute politique visant à accorder des subsides au matériel énergétiquement rentable, par le biais d'exemptions aux taxes à l'importation, réside dans la possibilité d'abus de la part d'acheteurs qui pourraient utiliser ce matériel à des fins n'ayant rien à voir avec l'énergie. Il est donc très important que tout article faisant l'objet d'une telle exemption soit étudié avec soin, afin de s'assurer qu'il ne puisse pas être facilement utilisé à d'autres fins sans rapport avec l'énergie. Les appareils électro-ménagers et les automobiles sont de toute évidence des consommateurs d'énergie. Il faudrait examiner de plus près les matériaux de construction énergétiquement rentables afin de déceler tout abus possible. L'établissement d'une liste judicieuse des articles pouvant être exemptés réduira cette possibilité d'abus, sans sacrificier les importantes économies d'énergie qui peuvent être réalisées grâce à l'utilisation des matériaux et des appareils appropriés.

Le coût de ce programme variera en fonction du volume réel des importations couvertes à ce titre. Les économies seront fonction de la pénétration de ces appareils dans l'économie. Bien qu'il ne soit pas possible de donner une somme précise, on peut affirmer sans trop se tromper que la réduction des importations d'hydrocarbures fera plus que compenser les pertes en taxes non imposées.

Un tel programme pourrait être entrepris pour une durée initiale de cinq ans. Une telle période de temps serait assez longue pour permettre une pénétration suffisante des appareils énergétiquement rentables de façon à assurer leur acceptation par le public. A l'issue de la période de cinq ans, le programme pourrait être passé en revue et une décision prise quant à la nécessité de poursuivre le soutien apporté par le gouvernement au matériel pouvant économiser de l'énergie. Si ce programme s'est suffisamment implanté sur le marché pour pouvoir réussir sans un tel soutien gouvernemental, le programme pourrait alors être annulé.

L'application de ce programme requérera une analyse effectuée conjointement par le Service de l'Energie du Ministère de l'Industrie et par le Ministère des Finances.

Nous recommandons que le conseiller technique, actuellement proposé au Service de l'Energie, l'aide à évaluer les mérites relatifs de ces options en matière de politiques.

Centre de Documentation Energétique

Pour assurer que le gouvernement de Djibouti, ainsi que les personnes privées, aient à leur disposition les informations concernant l'énergie, il est essentiel de créer un centre de documentation énergétique. Nous recommandons que ce centre soit installé dans le nouveau bâtiment de l'ISERST. Il devrait abriter des ouvrages et des journaux internationaux traitant de sujets techniques et économiques, ainsi que des bulletins et des catalogues. Il faudrait aussi conserver les abonnements aux périodiques anglophones ou francophones. En outre, il faudrait acquérir et utiliser un lecteur de micro-fiches avec imprimante, un lecteur de disques souples avec le logiciel correspondant et des catalogues de micro-fiches. Il faudrait passer des accords avec les institutions travaillant dans le domaine de l'énergie aux Etats-Unis, en Europe et en Afrique, pour l'échange d'informations relatives à l'énergie et ce sur une base régulière.

Un libraire à temps plein devrait être formé dans le domaine des systèmes de classification des informations aussi bien que dans l'utilisation du matériel pour micro-fiches. Cette personne pourrait aussi remplir la fonction de libraire pour les autres sections de l'ISERST.

Les personnes privées et les sociétés devraient être encouragées à utiliser ce centre de documentation et ces intéressés ainsi que les responsables du gouvernement devraient pouvoir avoir libre accès à ces informations.

La création de ce centre proposé coûterait environ 4,4 millions de FD (25 000 dollars), ce qui comprend le prix d'un système micro-fiches, les exemplaires reliés de certains documents et de livres ne se trouvant pas sur micro-fiches, ainsi que la formation du bibliothécaire de l'ISERST.

CONSERVATION CONCERNANT LA COMPAGNIE D'ELECTRICITE

Amélioration du Facteur de Puissance

L'amélioration du facteur de puissance de l'EdD pourrait réduire de 30 pour cent la demande en production électrique. Une telle correction pourrait coûter entre 150 et 250 millions de FD (0,8 et 1,5 millions de dollars) pour l'installation de condensateurs. Il s'agit là d'un investissement unique qui serait amorti en un an et continuerait à produire des dividendes pendant toute la durée de vie du système de distribution. Les économies annuelles en carburant importé seraient de l'ordre de 10 300 TEP en 1985 et pourraient atteindre 30 000 TEP d'ici à l'an 2 000. Ce chiffre représente une diminution de près de 30 pour cent de la facture actuelle de l'EdD en hydrocarbures importés.

Nous accordons une haute priorité à cette recommandation car les économies dépassent de loin les coûts et sa nature centrale en facilite l'application. Nous recommandons qu'une analyse des coûts du point de vue ingénierie soit entreprise dans un avenir proche.

Changement de Combustible par l'EdD

L'EdD produit actuellement de l'électricité en utilisant un combustible très cher, le mazout 600 secondes. Pour passer à un mazout moins cher à huiles résiduelles lourdes (1 500 sec.), il faudrait équiper les génératrices de l'EdD avec des systèmes de chauffage préalable (ou moderniser les systèmes actuels) de façon à chauffer les huiles résiduelles et en réduire la viscosité. Il faudrait aussi installer de nouveaux brûleurs. Ce changement de combustible coûterait environ 120 millions de FD (700 000 dollars) et réduirait les coûts de fonctionnement de l'EdD de 7 pour cent par an. Ce programme de modernisation pourra s'amortir en un an et les économies continueront à être réalisées durant toute la durée de vie de chaque génératrice (entre 20 et 30 ans).

CONSERVATION DANS LES BATIMENTS

Création d'une Equipe Chargée du Contrôle de la Consommation Energétique

Etant donné les tres importantes possibilités d'économies d'électricité tant dans le secteur résidentiel que dans le secteur commercial, il est important que le gouvernement de Djibouti, de concert avec l'EdD, crée les mécanismes nécessaires pour réaliser ces économies. Un élément important de tout programme de conservation d'énergie est une équipe de conseillers en énergie qui peut répondre aux questions de la population à propos de l'utilisation de cette énergie. Le rôle principal de cette équipe est d'effectuer des enquêtes énergétiques dans les bâtiments. Pour chaque bâtiment contrôlé, il faudrait donner des conseils particuliers aux propriétaires et occupants. Ces conseils pourraient tracer les grandes lignes des mesures nécessaires afin de réduire le gaspillage d'énergie.

Une telle équipe pourrait être créée à Djibouti. Elle pourrait débuter avec 2 ou 3 techniciens et un personnel de bureau restreint. Les opérations de contrôle devraient être effectuées pour les bâtiments d'habitation et pour un grand nombre de bâtiments administratifs de Djibouti. Ces opérations de contrôle pourraient être un élément essentiel de tout programme de modernisation destiné à réduire toute consommation énergétique non-nécessaire dans le secteur des bâtiments.

Aux Etats-Unis et en Europe, où de tels contrôles sont courants, les équipes chargées de ces opérations sont placées sous la direction administrative des compagnies d'électricité. Il faudrait étudier plus à fond quelle pourrait être la structure gouvernementale la plus appropriée à Djibouti pour une telle équipe.

La formation de cette équipe consisterait en un cours relativement bref (un mois) enseigné dans le pays même par un conseiller étranger. Il faudrait que celui-ci ait suffisamment de temps pour se familiariser avec les logements, tendances en utilisation énergétique et matériaux disponibles à Djibouti pour toute modernisation. Il faudrait donc que ce conseiller arrive au moins 2 ou 3 semaines avant le début des cours de formation. Il faudrait aussi prévoir une visite d'entretien de deux semaines après la première année d'entrée en fonction de cette équipe.

Le coût prévu pour l'application de ce programme est d'environ 4,4 millions de FD (25 000 dollars). Le gouvernement de Djibouti devra s'engager à long terme pour assurer la création de ces postes, le règlement des salaires et autres dépenses, ainsi que l'espace de travail et toute autre forme de soutien.

Modernisation des Bâtiments Administratifs

Le gaspillage d'électricité dans le secteur public est plus important que dans le secteur résidentiel, surtout parce que les utilisateurs de ces bâtiments n'ont pas la responsabilité du règlement de la facture énergétique associée à ce gaspillage. D'importantes économies pourraient être réalisées grâce à un programme de conservation d'énergie visant particulièrement le gaspillage dans ces bâtiments. Alors que bien des éléments nécessaires à un tel programme seraient semblables à ceux d'un programme de conservation d'énergie en zone résidentielle, tout programme concernant les bâtiments administratifs demanderaient des changements dans la structure des bureaux de façon à réduire tout gaspillage possible d'énergie. Certains de ces changements, comme l'installation de persiennes destinées à empêcher la lumière solaire de chauffer les pièces, sont aussi appropriés pour les bâtiments résidentiels. D'autres, comme l'installation sur les portes d'appareils à ressort assurant leur fermeture automatique une fois que les personnes les ont franchies, attaqueraient plus directement le problème de la certaine apathie envers la conservation de l'énergie, dont font preuve actuellement les personnes utilisant les bâtiments publics. Dans tous les cas, des modifications physiques relativement mineures peuvent avoir pour résultat des économies d'énergie non négligeables.

La nomination d'un employé chargé du contrôle de la consommation énergétique, et dont le travail consisterait à se déplacer dans le bâtiments pour fermer les portes et fenêtres des pièces climatisées et arrêter les appareils électriques la nuit (par exemple les lampes et climatiseurs), serait une étape bénéfique pour tous les bâtiments administratifs.

Les bureaux à venir devraient être conçus en gardant à l'esprit la consommation électrique; la conception du Palais du Peuple, actuellement en construction, comprend malheureusement une série de lampadaires qui font tout le tour de l'extérieur du bâtiment. De telles touches décoratives seraient à reconsidérer si les coûts énergétiques qui leur sont associées avaient été réalisés plus tôt. Le remplacement de toutes les lampes à incandescence des couloirs de la Cité Ministérielle par des tubes fluorescents exigerait un investissement de 125 400 FD (708 dollars) et qu'un tel investissement économiserait 2 052 225 FD (11 594 dollars) par an. Cet exemple constitue un cas extrême car les lampes sont allumées 24 heures par jour, mais il est certain que d'importantes économies peuvent être faites dans de nombreux autres bâtiments publics.

Nous recommandons qu'un ou deux bâtiments administratifs soient modernisés de façon à les rendre plus rentables du point de vue énergétique. Les bâtiments choisis auront leur propre compteur électrique de façon à ce que la consommation énergétique avant et après la modernisation puisse être comparée et documentée. D'autres instruments de mesure seront fournis pour que la température, les niveaux d'éclairage et d'autres paramètres puissent

être mesurés afin d'évaluer les effets d'un rendement énergétique supérieur.

La participation du gouvernement à cet effort est essentielle; l'EdD devrait aussi prêter son concours et contribuer à l'orientation de cet effort.

On estime à 3,5 millions de FD (20 000 dollars américains) le coût de cette mesure. Celui comprend les honoraires d'un expert extérieur dont les services consistent à fournir des conseils sur les modifications spécifiques nécessaires qui devraient être effectuées en vue de l'amélioration. En plus de ces services, le coût de l'option comprend aussi l'importation de matériaux et de matériel, dont Djibouti ne dispose pas actuellement, et que l'on pourrait utiliser dans ce cadre.

Programme de Prêt pour Modernisation au Profit de la Conservation d'Energie

D'importantes économies d'énergie pourrait être réalisées par la modernisation des maisons et des bâtiments de Djibouti afin qu'ils soient plus rentables du point de vue énergétique. Un tel programme de reconversion serait une excroissance naturelle des visites rendues aux foyers individuels par les inspecteurs chargés de la surveillance de l'utilisation de l'énergie, ceux-ci devant dresser une liste par maison des mesures de modernisation à entreprendre et dont le coût pourrait se justifier. Le djiboutien moyen n'a malheureusement que peu de revenus excédentaires lui permettant d'entreprendre de tels travaux. Aux Etats-Unis, un programme de subsides financiers, sous forme de prêts sans intérêt, a fait ses preuves dans ce cas. C'est normalement la compagnie d'électricité qui prête aux familles concernées le capital nécessaire pour effectuer les travaux. La compagnie d'électricité ajoute ensuite à sa facture mensuelle une somme donnée lui permettant de récupérer sur un an ou deux, en fonction de l'importance de la somme prêtée, la totalité du prêt.

A Djibouti, un tel programme pourrait être appliqué de façon plus efficace en présentant l'inspection et la modernisation comme un service "sans coût supplémentaire", sans obligation, mais pour lequel le consommateur accepte une facturation spéciale comportant une surcharge pour la conservation d'énergie. Le facteur "sans coût supplémentaire" provient du fait que l'on peut étirer la période de remboursement de sorte que les économies réalisées grâce à la modernisation dépassent la surcharge, ce qui fait que le consommation moyen participant à un tel programme a immédiatement des factures moins élevés. Ce "partage des bénéfices de la conservation" est possible parce que la période de remboursement est beaucoup plus courte que la durée de vie projetée des mesures de modernisation.

Ce programme pourrait être financé par un prêt ou un don fait par un donateur au gouvernement de Djibouti. Il pourrait être remboursé avec intérêt grâce à la collecte de la surcharge payée par le consommateur -- ou, dans le cas d'un don, il pourrait être constitué en fonds tournant, servant ainsi à moderniser d'autres bâtiments au fur et à mesure que les prêts précédents sont remboursés.

Un pourcentage de la surcharge récupérée -- qui serait proportionnel aux économies d'énergie -- pourrait aller à la compagnie d'électricité pour la dédommager des coûts administratifs et des pertes en revenus provenant de l'électricité. Une partie de cet argent pourrait aussi aller à d'autres organismes gouvernementaux afin de les dédommager des pertes subies en raison du manque à gagner des taxes sur le mazout utilisé par les génératrices de la compagnie d'électricité. Comme les périodes de remboursement de moins d'un an semblent typiques, même avec le "partage des bénéfices", les affectations d'argent et les mauvais risques de certains prêts, le remboursement devrait toujours prendre environ 2 ou 3 ans au plus, y compris le remboursement des intérêts.

Pour un programme pilote de ce type, couvrant 450 unités de logement (environ 3 pour cent de tous les clients en résidentiel) à un prix moyen de 70 800 FD (400 dollars) par unité, exigerait un prêt de 31,9 millions de FD (180 000 dollars). Ce programme pourrait réaliser des économies d'énergie de l'ordre de 1 000 000 de kWh par an. Il serait possible de moderniser environ 20 unités par semaine, soit un temps total de départ d'environ 5 mois pour cette modernisation.

Afin de mettre un tel programme en chantier, il faudrait obtenir les services à court terme d'un conseiller en planification énergétique et d'un consultant à mi-temps en ingénierie de la conservation énergétique, ce qui coûterait 17,7 millions de FD (100 000 dollars), couvrant une période d'activité de quatre ou cinq mois, plus des visites périodiques. Le coût total du programme s'élèverait alors à environ 49,6 millions de FD (280 000 dollars) (dont 31,9 millions de FD (180 000 dollars) avec intérêt seraient récupérables).

Campagne de Presse

Les habitudes et attitudes des personnes vis-à-vis des appareils utilisant de l'énergie ont un impact important sur le niveau général de la demande. Il est apparent que les gens s'inquiètent de leurs factures d'électricité pour leur résidence (ce qui indique un intérêt envers la conservation d'énergie qui ne demande qu'à être exploité). Il est, cependant, tout aussi clair que le djiboutien moyen comprend mal l'aspect technique des mesures que l'on peut prendre pour économiser, en fait, de l'énergie.

Nous recommandons le lancement d'une campagne de presse étalée sur deux ans et ayant plusieurs objectifs. Par la radio, la télévision et le journal La Nation, il faudrait faire prendre conscience à la population que le gouvernement est intéressé par et veut s'engager à économiser l'énergie et il faut faire savoir à la population les mesures qui sont prises pour améliorer le rendement énergétique. Il faudrait expliquer en termes simples et non techniques le fonctionnement d'appareils consommant de l'énergie, tels que les climatiseurs et les réfrigérateurs, de façon que la population comprenne comment réduire le gaspillage. Il faudrait faire du battage autour d'histoires vraies, montrant les résultats acquis et les économies réalisées, pour que les gens comprennent que les économies d'énergie peuvent leurs apporter des avantages directs. Il faudrait expliquer pourquoi l'électricité coûte actuellement aussi cher, afin de dissiper les suspicions de la population qui croit que l'EdD et le gouvernement réalisent un bénéfice aux dépens des consommateurs particuliers.

Cet effort d'éducation doit aussi être poursuivi activement dans les écoles. Il faudrait enseigner aux enfants des méthodes d'économie d'énergie qui pourrait être applicable non seulement dans leurs maisons actuelles, mais aussi dans celles qu'ils occuperont lorsqu'ils seront adultes.

La campagne de presse devrait être menée en français et dans les autres langues parlées à Djibouti: Somali, Afar et Arabe. Il est possible de se procurer en France ou aux Etats-Unis des supports visuels, tels que dessins animés, diapositives, etc. avec doublage du son dans les langues locales. Il faudrait obtenir, dans cet effort, la collaboration et/ou l'assistance de l'EdD, de l'ONED, de l'EPH et du Service de l'Energie, aussi bien pour la préparation de la campagne que pour la diffusion des informations concernant l'énergie.

Cette activité coûterait près de 70 800 FD (40 000 dollars).

Conception de Nouveaux Immeubles Energétiquement Rentables

Lors de la conception de la majorité des logements résidentiels existant actuellement à Djibouti, il n'a même pas été tenu compte du rendement énergétique. Bien que l'amélioration de ces immeubles puisse permettre de réaliser d'énormes économies d'énergie, l'introduction d'une conception et d'une construction rentables du point de vue énergétique pour les nouveaux immeubles peut donner lieu à des économies encore plus importantes.

Djibouti est sur le point d'entamer un vaste programme de construction de logements. Un projet financé par la Banque mondiale va bientôt voir la construction de 257 maisons dans le quartier de Salines de Djibouti-Ville. Malheureusement, comme nous l'avons noté plus haut, les plans de ces unités ne comportent pas de caractéristiques permettant d'économiser l'énergie. Des unités résidentielles, conçues avec de telles caractéristiques, pourraient toujours être incorporées au projet de la Banque mondiale. Une conception ayant fait ses preuves, une fois utilisée dans un projet d'une telle ampleur, pourrait être copiée dans d'autres constructions du pays.

La conception d'un bâtiment, énergétiquement rentable et pouvant convenir à Djibouti, a constitué l'une des premières activités du Projet pour les Initiatives Energétiques. Nous recommandons que ce travail soit poursuivi et développé. Un certain nombre de concepts pourraient être mis au point et, si les finances le permettent, quelques modèles pourraient être construits. Les aspects positifs de ces concepts pourraient alors être utilisés pour influencer leur incorporation au projet de construction de logements de la Banque mondiale.

A Djibouti, les constuctions sont soumises à une règlementation des codes de construction qui ont été directement transférés de France. Dans de nombreux cas, ces codes ont cependant peu à voir avec les conditions ou les besoins qui prévalent à Djibouti. La révision complète de ces codes serait une entreprise de portée considérable, mais il est possible d'en simplifier certains aspects concernant la construction de logements. Nous recommandons que les caractéristiques conceptuelles destinées à économiser l'énergie et agréées, lors de la mise au point des modèles de logement énergétiquement rentables, soient incorporées aux codes de construction revus et corrigés pour les unités résidentielles.

Nous recommandons aussi que les responsables recherchent la participation active des architectes et des constructeurs travaillant à Djibouti, afin d'officialiser la construction de bâtiments plus rentables au plan énergétique. En outre, une série de séminaires et de tables rondes devraient être organisées dans le cadre d'un effort global destiné à promouvoir la conception de meilleurs logements.

Le coût de la conception, de la construction de deux prototypes et de la révision des codes de construction, en tenant compte de l'opinion des architectes, est estimé à 21,2 millions de FD (120 000 dollars).

AUTRES MESURES DE CONSERVATION

Modernisation de l'Eclairage Public

L'éclairage public des rues de Djibouti est actuellement assuré par des lampes à vapeur de mercure. On dispose actuellement de lampes à sodium à haute pression (SHP) qui fournissent le même éclairage tout en dépensant moins du quart de l'énergie nécessaire aux lampes à vapeur de mercure. Remplacer chaque unité d'éclairage par des unités SHP coûterait 25 000 FD (140 dollars) par lampadaire, 6 100 FD (35 dollars) par lampe et environ 27 000 FD (150 dollars) pour les frais d'expédition et d'installation (55). Le coût total de cette modernisation, soit 49 000 FD (325 dollars), serait amorti en moins de quatre mois.

La facture de l'éclairage public est réglée par le gouvernement de Djibouti; nous recommandons vivement que celui-ci entame un programme de modernisation de tout l'éclairage public du pays.

Utilisation par le Gouvernement de Véhicules plus Economiques en Carburant

Le gouvernement de Djibouti devrait instituer une politique limitant les achats de véhicules gouvernementaux aux modèles qui respectent les normes minimales de rendement énergétique, et ce, afin de réaliser des économies dans la consommation de carburant et de donner l'exemple au reste de la population. Ces normes pourraient être fixées par la limitation de la puissance des moteurs, ou par l'utilisation d'une classification de rendement semblable à celle qui est utilisée par le gouvernement des Etats-Unis. Il faudrait, en même temps, tenter d'organiser le parc automobile du gouvernement, de façon que chaque véhicule soit utilisé pour le type de conduite qui lui convient le mieux; par exemple, les véhicules à quatre roues motrices ne devraient pas être utilisés pour le transport dans les environs de Djibouti-Ville.

L'application de cette option devrait revenir au Service de l'Energie, en collaboration avec l'ISERST.

Instituer une telle politique n'entrainerait que des coûts très réduits et les économies dépendraient de la composition actuelle et de la rapidité du remplacement des véhicules de ce parc.

---

(55) Commission Californienne pour l'Energie, "Conversion des Systèmes d'Eclairage Public à la Vapeur de Sodium," 1982.

Etude du Secteur des Transports Routiers

En général, l'institution d'un programme de conservation de l'énergie dans le secteur des transports routiers peut économiser 10 pour cent, ou davantage, de carburant par an. La formulation d'un tel programme requiert des données sérieuses concernant le parc automobile, y compris des statistiques par type de véhicule et de moteur, des estimations sur la conduite et concernant le kilométrage annuel, les tendances d'entretien, et une estimation du rendement énergétique actuel de chaque type de véhicule. Les données actuelles concernant le parc automobile de Djibouti sont inadéquates. Les documents relatifs aux importations de voitures neuves sont traités par un bureau différent de celui qui s'occupe des renouvellements annuels; il semble que de nombreux propriétaires s'abstiennent de payer les frais de leur renouvellement.

L'ISERST, en collaboration avec les Travaux Publics, devrait entreprendre une étude du secteur des transports afin d'améliorer la gestion de ce secteur par le gouvernement de Djibouti. Les lignes du service des autocars devraient aussi être étudiées et analysées, en termes de leur rendement, tant du point de vue mouvement de passagers que de celui de l'utilisation du matériel. Il serait alors possible d'établir des estimations d'économie d'énergie à partir de toutes les informations amassées. Cette analyse du trafic peut être utilisée pour la conception d'un programme approprié de conservation énergétique comprenant toutes les composantes appropriées de la politique énergétique, nécessaire à l'obtention des économies prévues.

En ayant en main les grandes lignes d'un futur programme de conservation, le gouvernement peut alors déterminer comment officialiser un tel programme.

En même temps, le gouvernement devrait envisager le regroupement en une seule entité des deux bureaux qui contrôlent actuellement l'enregistrement des véhicules nouvellement arrivés dans le pays, et le paiement de la vignette annuelle. Un tel regroupement devrait faciliter la mise à jour, par le gouvernement, des documents relatifs à tous les véhicules du parc automobile et aurait donc pour résultat de réduire le nombre des propriétaires qui ne payent pas leur vignette.

Nous estimons qu'il faudrait environ trois mois à un étranger, spécialisé dans les tendances de la circulation, pour effectuer l'étude de circulation proposée. Le gouvernement de Djibouti aurait à fournir le soutien nécessaire à cet analyste. Le gouvernement devrait aussi être prêt à appliquer les recommandations résultant de l'étude proposée.

Le prix d'une telle étude serait de trois mois du temps d'un consultant étranger, estimé à 5,3 millions de FD (30 000 dollars), ainsi que le coût du soutien nécessaire à l'analyse pendant qu'il se trouve dans le pays.

Recyclage et Utilisation de l'Huile de Vidange

L'huile de vidange lourde est actuellement un déchet produit par un certain nombre d'activités en cours à Djibouti. L'huile provenant des stations service, des armées française et djiboutienne, et de la compagnie d'électricité (EdD) est jetée et brûlée dans un endroit situé à une dizaine de kilomètres en dehors de Djibouti-Ville. Les dégâts causés à l'environnement de ce site, et peut-être aussi à la nappe phréatique de la région, exigent un changement de politique. De plus, le coût extrêmement élevé de ces lubrifiants (qui sont les produits pétroliers les plus chers importés par Djibouti) demande qu'une solution plus appropriée soit trouvée à ce problème de déchet. Il existe trois possibilités d'utilisation de cette huile de vidange, qui sont indiquées ici par ordre de préférence: 1) recyclage, 2) utilisation comme combustible par un seul gros consommateur, et 3) utilisation comme combustible par de nombreux petits consommateurs. L'application de n'importe lequel de ces choix vaut mieux que la méthode actuelle de mise en décharge.

Le recyclage de l'huile de vidange requiert un traitement mécanique et parfois un traitement chimique de façon à rendre cette huile utilisable une fois de plus. Les données économiques d'un tel processus devraient être soigneusement étudiées, afin de déterminer si une usine de recyclage pourrait être construite à Djibouti. Si les résultats sont favorables, il faudra rechercher de l'aide auprès de donateurs en vue de la construction d'une telle usine. La réutilisation de l'huile, en tant que lubrifiant, constitue l'option principale pour l'utilisation de ces déchets.

Si le recyclage n'est pas rentable, l'huile de vidange pourrait être utilisée en tant que combustible. L'huile de vidange est difficile à brûler, mais certaines techniques ont été mises au point permettant de s'en servir comme combustible. Etant donné les problèmes de transport et de ravitaillement que pose le déplacement de l'huile de vidange, des endroits où elle est produite à ceux où elle pourrait être brûlée, ce problème se trouverait simplifié si l'on pouvait arriver à identifier un ou deux utilisateurs importants. La cimenterie dont la construction a été proposée est certainement candidate, mais il faut une solution plus immédiate. Il se pourrait que d'autres candidats soient trouvés parmi les nouveaux projets industriels prévus.

Il est aussi possible d'utiliser l'huile de vidange sur une petite échelle. La production de poteries sur une petite échelle industrielle est en cours depuis 1979 en Tanzanie. Deux fours à huile de vidange ont été construits et testés à Djibouti avec la technique tanzanienne. Ce type de four peut servir à cuire de la poterie, des briques, du pain, et des aliments pour certaines collectivités. Les informations concernant cette technique peuvent être demandées au bureau ISERST/VITA par les personnes qui voudraient l'utiliser.

ENERGIES RENOUVELABLES

Poursuite de la Collecte des Données Météorologiques

Nous recommandons que les données solaires et éoliennes continuent à être collectées à Djibouti, de façon à fournir une base de données solide pouvant servir à la prise de décisions, concernant les futurs choix à faire à propos de la technologie des énergies renouvelables.

Au moins une station météorologique devrait se trouver dans le nouveau bâtiment de l'ISERST. L'unité de "Climatronics" qui se trouve actuellement au Service National de Météorologie (SNM) devrait être transférée dans le nouveau bâtiment de l'ISERST. En outre, il faudrait inclure une option de bande d'ombre, de façon que les composantes diffuses et directes du rayonnement solaire à Djibouti puissent être mesurées, et que des documents soient établis. Equiper les unités "Climatronics" existantes avec le matériel supplémentaire, nécessaire pour mesurer le rayonnement solaire diffus, et maintenir la station en fonctionnement pendant deux ans coûterait environ 708 000 FD (4 000 dollars).

Si les ressources en personnel et financières le permettent, il faudrait aussi conserver en fonctionnement deux ou trois autres stations météorologiques, et que les données soient enregistrées. Le coût de cet effort (y compris le fonctionnement de la station de l'ISERST) est estimé à environ 1 770 000 FD (10 000 dollars), répartis sur une période de deux ans.

Etude des Ressources en Biomasse

Il n'existe que peu d'informations concernant les ressources en biomasse à Djibouti. Même le visiteur occasionnel peut rapidement déduire que le bois est un produit précieux dans un pays à la végétation aussi rare que Djibouti. Il n'est pas du tout évident que la demande croissante sera satisfaite par les ressources locales; et en fait il n'est pas très facile d'évaluer quelle proportion de la demande actuelle est couverte par le bois et le charbon de bois disponibles sur place ou importés. Le charbon de bois entre à Djibouti par camions, surtout en provenance de Somalie, et par bateaux à travers le Golfe de Tadjourah et d'autres régions. Sagallou et Tadjourah sont des régions d'où vient le charbon de bois, mais on ne sait pas très bien si ce charbon est produit au niveau local ou amené d'Ethiopie. La Forêt de Day et les autres zones forestières du pays ne peuvent pas accommoder les pressions croissantes qui sont exercées sur la quantité limitée de bois qu'elles fournissent. On ne sait pas très bien si en fait ces zones boisées peuvent être utilisées comme ressource; elles ont peut-être déjà dépassé le point de capacité de régénération. En résumé, on peut dire qu'il est difficile de planifier une ressource dont on ne connaît pas l'approvisionnement, et dont les systèmes de production et de distribution sont mal compris.

Nous recommandons que le gouvernement de Djibouti, sous les auspices du Service de l'Energie, entame une étude à court terme de l'approvisionnement en bois et en charbon de bois dans le pays. Cette étude devrait être entreprise par une personne ayant une certaine expérience dans l'estimation de l'approvisionnement et des réserves de bois de feu, les techniques de conversion du charbon de bois et l'analyse de la distribution de l'approvisionnement en énergie provenant de la biomasse. Pour optimiser l'utilisation des connaissances de cet expert, nous suggérons que cette étude soit menée de concert avec une analyse de la biomasse des terres arides.

Nous estimons qu'une telle étude pourrait être terminée en un ou deux mois et coûter environ 1 770 000 FD (10 000 dollars). Il pourrait être nécessaire de fournir un certain appui à ce projet, sous forme de bureaux, transport et service de traduction.

Analyse de la Biomasse des Terres Arides

Les forêts, la brousse, les herbes et toute autre source de biomasse originaire de Djibouti subissent de graves pressions exercées par une surutilisation et d'autres causes. La situation actuelle et les projections de déclin à venir dans l'étendue et la qualité de la végétation naturelle suggèrent qu'une crise est imminente pour les personnes qui dépendent du bois et d'autres plantes pour leur combustible domestique. Cependant, c'est l'écosystème plantes-sol-eau qui est le plus en danger et, par là même, les approvisionnements en eau, l'économie actuelle de pâturage et, en général, le développement à venir des terres. La diminution, récemment remarquée, de la couverture végétale n'est probablement qu'un avant-goût d'un processus de dégradation des terres qui pourrait annuler les progrès de tout futur plan de développement dans n'importe quel domaine.

Certains pensent parfois qu'une telle situation, bien que déplorable, ne peut être corrigée dans les zones de climat aride, comme c'est le cas à Djibouti. Mais de récentes recherches effectuées dans les états désertiques de l'ouest des Etats-Unis, dans le désert du Rajasthan en nde et dans le Sahara soudanais, ont fait que l'on peut être optimiste. De fait, les recherches menées par le Département des Forêts du Soudan soulignent qu'il est possible de retourner aux pratiques des Romains et Babyloniens. La construction, dans le désert, de simples structures souterraines en terre peut permettre de récupérer les eaux saisonnières, par exemple, et probablement produire du bois de feu pour 3 540 FD (20 dollars) la tonne (en plus des avantages connexes relatifs à la rétention des eaux, et à l'arrêt de l'érosion) à partir de touffes d'espèces qui poussent bien en zone aride.

Seule une analyse des conditions locales particulières à Djibouti peut révéler si de tels plans concernant la biomasse sont judicieux et ont un aspect pratique. L'opinion d'un expert pour une analyse préliminaire nécessiterait une somme plus élevée. Il faudrait agir rapidement, car les perspectives écologiques à moyen terme sont très sombres.

Nous recommandons une courte visite (peut-être deux mois) par un botaniste spécialisé dans les terres arides, avec l'aide d'un consultant en planification énergétique, connaissant les questions économiques de la biomasse. Au total, cela reviendrait à près de 3,2 millions de FD (18 000 dollars). Le rapport de cette équipe constituerait une évaluation préliminaire, du point de vue biologique, économique et institutionnel, des possibilités d'application de plans de "modernisation de la biomasse" (sylviculture en terres arides). Nous suggérons aussi, pour utiliser au mieux les connaissances de l'expert botaniste, que cette étude soit menée de concert avec une étude de l'approvisionnement et des réserves de la biomasse.

Programme de Formation pour Pompage d'eau par Eolienne

L'énergie éolienne pouvant fournir une partie des besoins en eau dans les zones rurales de Djibouti, un programme de formation, de démonstration et d'évaluation des pompes éoliennes semble constituer une première étape logique. Certains membres du personnel de l'ISERST/VITA ont déjà eu un embryon de formation dans ce domaine, par une formation dans d'autres pays et leur travail dans le cadre du projet. Cependant, un programme de formation plus officiel, avec d'autres personnes du Génie Rural et des centres de district, ainsi qu'avec le personnel du projet ISERST, servirait à élargir la base des connaissances de ces personnes et à améliorer leur compréhension de la relation qui existe, entre les facteurs importants pour utiliser au mieux l'énergie éolienne pour le pompage de l'eau.

Pour cette option, il faudrait un puits et une pompe éolienne destinées à cette formation, situées près du bâtiment de l'ISERST pour les énergies renouvelables ou dans le périmètre même de ce bâtiment. La machine pourrait être installée et essayée dans le cadre du programme de formation en installation, entretien et réparation. Un conseiller technique pourrait être appelé à former le personnel en collecte et analyse des données, avec applications énergétiques. La formation pourrait inclure d'autres aspects, tels que le choix des machines et de leurs éléments dans le cadre du processus de conception du système, estimation de production, et analyse des résultats des essais. Il est possible d'utiliser des programmes informatiques déjà rédigés pour aider dans ces tâches.

Cette formation permettrait à un certain nombre de djiboutiens de développer les connaissances tant pratiques que théoriques nécessaires pour effectuer l'analyse, la conception du système, le choix du matériel, l'installation et l'entretien des systèmes de pompes éoliennes. Il s'agit là d'une première étape pour le développement de l'infrastructure et des connaissances techniques indispensables pour le succès à long terme du pompage de l'eau par éoliennes à Djibouti.

Un tel programme coûterait environ 3,5 millions de FD (20 000 dollars), somme qui comprendrait le prix de tout le matériel et les coûts de la formation pour une session. Il faut aussi compter, outre un consultant en énergie éolienne (instructeur), entre 10 et 15 pour cent du temps d'une personne y participant pendant un an, afin de suivre les progrès et d'évaluer les activités des personnes suivant ce stage de formation.

Déplacer et/ou Réparer les Eoliennes dans le Nord du Pays

Il y a cinq éoliennes Aermotor (de 3 et 4 mètres de diamètre) en cinq endroits situés dans les communes d'Obock et Tadjourah. En raison de la mauvaise qualité de l'eau et des réparations à effectuer, aucune de ces cinq éoliennes ne produit d'eau utilisable. Les éoliennes pourraient être réparées ou déplacées sur d'autres sites, où elles pourraient être utiles.

Après une visite des éoliennes et des sites, par des membres du personnel de l'ISERST, à des fins d'évaluation, les décisions concernant l'avenir des cinq éoliennes devraient être prises de concert avec les responsables locaux et le Génie Rural. Il faudrait trouver, pour les pompes que l'on voudrait déplacer, des puits peu profonds avec une bonne eau et ne demandant qu'un pompage modéré (un rapport production/levage de moins de 400 mètres à la puissance quatre), de préférence dans la région nord afin de réduire les frais de transport au minimum. S'il n'est pas possible de trouver de tels sites dans le nord, il en existe ailleurs dans la vallée de Hanle, tels que la région de Teoao près de Yoboki. Il serait alors possible de déplacer et réparer les éoliennes.

Tout en effectuant ce travail, le personnel de l'ISERST acquérera une expérience de première main dans l'utilisation de l'énergie éolienne grâce au processus d'évaluation des machines, de sélection des sites et de réparation et d'entretien des pompes éoliennes.

Ce travail peut être effectué sans la participation de consultants étrangers, à condition d'obtenir celle du Génie Rural et des responsables locaux. Nous estimons qu'il faudrait un séjour d'évaluation d'une semaine dans le nord du pays pour la phase initiale, et une moyenne d'un mois de travail par machine à réparer ou à déplacer. Le prix des pièces et du transport, pour la réparation des cinq éoliennes, est estimé à 3,5 millions de FD (20 000 dollars), y compris les compteurs nécessaires pour déterminer la production d'eau. Ce chiffre ne comprend pas le prix du puits, du réservoir et du ciment requis, car celui-ci pourrait être pris en charge au niveau local.

Chauffe-Eau Solaires

Notre analyse démontre que des chauffe-eau solaires sont actuellement rentables à Djibouti. Bien que le chauffage de l'eau ne soit pas une nécessité de premier ordre pour les familles moyennes, il existe plusieurs possibilités d'utilisation de chauffe-eau solaires par les secteurs commercial et gouvernemental. Il faudrait aider ces gros utilisateurs d'eau chaude (blanchisseries commerciales, hôpitaux, industries, etc.) à choisir et à installer des chauffe-eau solaires.

Afin de préparer le personnel djiboutien de l'ISERST à jouer un rôle éventuel dans l'installation de chauffe-eau solaires à Djibouti, nous recommandons que l'ISERST obtienne trois des systèmes de chauffe-eau solaires thermosyphon les plus rentables et les plus durables que l'on puisse trouver sur le marché, et que ceux-ci soient évalués avec le matériel approprié dans les conditions d'utilisation à Djibouti. Il serait aussi possible d'obtenir une trousse de réparations et d'entretien pour chauffe-eau solaires, afin de permettre au personnel de l'ISERST d'acquérir une certaine expérience dans l'assemblage de systèmes de chauffe-eau solaires, ce qui lui permettrait donc de pouvoir mieux conseiller et aider les futurs acheteurs dans le choix et l'installation de tels systèmes.

Cette option, y compris la mise en oeuvre d'un programme d'essai et de démonstration dans le nouveau bâtiment de l'ISERST, coûte 1,4 million de FD (8 000 dollars) environ.

Programme de Démonstration de Pompes Solaires

Des démonstrations de pompes solaires ont eu lieu dans les cinq districts de Djibouti, dans le cadre du Projet pour les Initiatives Energétiques. Une pompe de 300 watt SEI a été utilisée pour ces démonstrations et les responsables locaux ainsi que des coopératives agricoles ont été favorablement impressionés.

Des données sur l'ensoleillement collectées depuis deux ans semblent indiquer que Djibouti a un grand nombre de jours ensoleillés pendant l'année. Une réunion qui s'est récemment tenue sous l'égide de l'ISERST pour passer en revue les initiatives actuelles et prévues concernant les pompes solaires, a connu une forte participation et a renforcé l'impression que les pompes solaires seront sérieusement envisagées pour certaines applications à Djibouti, y compris le pompage de l'eau destinée à la consommation humaine ou animale, et à l'agriculture.

Il faudrait entreprendre un programme d'essai et de démonstration de pompes solaires, afin de s'assurer que les pompes les plus appropriées sont choisies, et pour permettre aux acheteurs possibles de comparer un certain nombre de pompes. Cinq ou six pompes solaires pourraient être achetées et installées dans l'enceinte du nouveau bâtiment de l'ISERST pour les énergies renouvelables. Ce programme, outre qu'il fournirait un moyen de familiariser les djiboutiens avec les pompes solaires et d'obtenir des données, servirait aussi d'exercice de formation pour le personnel de l'ISERST et du Génie Rural y participant.

Cet effort pourrait être entrepris avec l'appui du personnel actuel de l'ISERST. Les coûts prévus sont estimés à 7 millions de FD (40 000 dollars) environ, ce qui comprendrait le prix d'achat des pompes solaires.

Réfrigérateurs Photovoltaïques

Les vieux réfrigérateurs à kérosène constituent actuellement une forme peu sûre de réfrigération des vaccins dans les dispensaires ruraux. Etant donné leur sûreté de fonctionnement et le peu d'entretien dont ils ont besoin, les réfrigérateurs photovoltaïques présentent un choix attrayant. La plupart des réfrigérateurs que l'on peut trouver sur le marché ne sont pas très rentables; plusieurs modèles que l'on peut trouver dans le commerce sont cependant spécialement conçus pour le marché photovoltaïque, et deux de ces modèles sont destinés à la conservation des vaccins. Ces réfrigérateurs photovoltaïques ont de nombreuses caractéristiques, les distinguant les uns des autres. L'un d'eux, par exemple, est muni d'une prise qui permet de brancher d'autres appareils, chaque fois que la batterie du réfrigérateur est en pleine charge et que le panneau photovoltaïque continue à produire de l'électricité. Un autre modèle est doté d'une cellule eutectique qui permet d'emmagasiner le froid, et donc de réduire le nombre de démarrages et d'arrêts du condensateur/moteur. Bien que plusieurs de ces modèles aient été testés, les conditions d'essais étaient différentes de celles qui existent à Djibouti. Il faudrait obtenir cinq ou six des meilleurs modèles, tels que le Marvel WSR, le Solar Products, l'Artic Kold et l'Amfridge afin de les essayer pour déterminer leur sûreté de fonctionnement dans les conditions présentes à Djibouti. Les essais seraient effectués à l'ISERST, afin de déterminer quelles sont les températures intérieures produites par rapport à la quantité d'énergie consommée, et comment appliquer les diverses caractéristiques aux besoins djiboutiens.

Après une première période d'essai, les modèles pouvant convenir seraient alors envoyés dans des endroits éloignés et appropriés, tels que des dispensaires, où le personnel local pourrait continuer à surveiller leur fonctionnement. Il faudrait, en même temps, organiser des démonstrations pour les secteur public et privé à Djibouti-Ville, et passer des accords commerciaux entre les fournisseurs de réfrigérateurs photovoltaïques et les concessionnaires locaux.

Le coût d'un tel programme de démonstration serait de 4,4 millions de FD (25 000 dollars) environ.

Technologies Renouvelables à Venir

Le pompage de l'eau par éoliennes peut constituer la solution la plus rentable au problème du pompage dans certaines zones rurales. L'UNICEF en est au stade de la discussion d'un programme de forage de puits peu profonds qui doit être mis en oeuvre par le Génie Rural, et qui a pour objectif de localiser et développer les sources en eau peu profondes. Plusieurs de ces sites pourraient convenir à des pompes éoliennes. Nous recommandons donc que le personnel de l'ISERST poursuive avec l'UNICEF et le Génie Rural les discussions en vue d'inclure des pompes éoliennes dans le programme des puits peu profonds, si un tel programme est entrepris.

Un certain nombre de technologies renouvelables sont actuellement mises au point, testées et démontrées en de nombreux endroits du monde. Nous avons noté dans notre analyse les technologies qui ne sont pas prêtes à être utilisées par Djibouti pour le moment, mais qui pourraient l'être dans l'avenir. Parmi celles-ci figurent les étangs solaires, les climatiseurs dessicatifs, les climatiseurs à absorption, le dessalement solaire, et l'emploi des cellules photovoltaïques sur une grande échelle. Nous recommandons que le personnel de l'ISERST suive de très près les progrés effectués dans ces domaines, de façon qu'ils puissent être appliqués à Djibouti au moment approprié.

Les suggestions faites, dans le passé, pour l'utilisation de l'énergie marémotrice au Ghoubet et pour l'exploitation de la différence de température entre les eaux du Ghoubet et du Lac Assal, ont été considérées comme n'étant pas pratiques, surtout en raison des cas d'activités sismiques dans la région. Au fur et à mesure que l'on en saura davantage sur les tremblements de terre en général, et sur la faille de Djibouti en particulier, ces suggestions devraient être réévaluées, afin de déterminer si elles se présentent sous un jour meilleur.

ANNEXES

A. ENERGIE: CONVERSIONS

B. BALANCES ENERGETIQUES NATIONALES 1982 ET 1983 (EN TERAJOULES)

C. DONNEES OBTENUES AUPRES DES COMPAGNIES PETROLIERES

D. PRIX DES CARBURANTS PETROLIERS

E. IMPACTS DES PROJETS DE DEVELOPPEMENT A VENIR

F. RESSOURCES DE DJIBOUTI EN ENERGIE EOLIENNE

G. RESSOURCES DE DJIBOUTI EN ENERGIE SOLAIRE

H. HISTORIQUE DES APPLICATIONS DES ENERGIES RENOUVELABLES A DJIBOUTI

I. POMPAGE ET RAVITAILLEMENT EN EAU

J. RENDEMENT DE L'UTILISATION FINALE

K. ENQUETE SUR L'UTILISATION DOMESTIQUE DE L'ENERGIE

L. CALCUL DU RENDEMENT ENERGETIQUE EN COMBUSTIBLES DU CHEMIN DE FER

M. STRUCTURES DES PRIX DE L'ELECTRICITE

N. PROJECTION DU POTENTIEL DE CONSERVATION D'ENERGIE DANS LES BATIMENTS

O. CONSERVATION DES SERVICES ELECTRIQUES ET GESTION DE CHARGE

P. CALCUL DE LA PART LOCALE DE L'UTILISATION DU CARBURANT POUR AVIONS

Q. DONNEES SUR LA TEMPERATURE POUR DJIBOUTI

R. INDICATEURS ECONOMIQUES POUR DJIBOUTI

S. DONNEES HISTORIQUES: PRODUITS PETROLIERS

T. PROGRAMME SUGGERE POUR L'APPLICATION DU PROJET SUR LES INITIATIVES ENERGETIQUES

ANNEXE A

ENERGIE: CONVERSIONS

Essence Ordinaire/Super (Motor Gasoline)

1 M^3 = 0,74 T = 32,51 GJ = 30,82 MBTU = 5,27 BEP = 0,72 TEP

Densité = 0,74

Contenu Energétique Net = 43,93 GJ/T

Gas Oil (Highway Diesel)

1 M^3 = 0,84 T = 35,85 GJ = 33,97 MBTU 0 5,99 BEP = 0,82 TEP

Densité = 0,84

Contenu Energétique Net = 42,68 GJ/T

600 (Fuel Oil No. 2)

1 M^3 = 0,94 T = 38,45 GH = 36,44 MBTU = 6,42 BEP = 0,88 TEP

Densité = 0,94 (E.D.D.)

Contenu Energétique Net = 40,9 GJ/T (E.D.D.)

Carburéacteur (Jet Fuel)

1 M^3 = 0,82 T = 35,68 GJ = 33,85 MBTU = 5,96 BEP = 0,82 TEP

Densité = 0,82

Contenu Energétique Net = 43,51 GJ/T

Pétrole Lampant (Kerosene) (a)

1 M^3 = 0,81 T = 34,91 GJ = 33,09 MBTU = 5,83 BEP = 0,80 TEP

Densité = 0,81

Contenu Energétique Net = 43,10 GJ/T

(a) Le kérosène n'est pas vendu à Djibouti, le carburéacteur (Jet Fuel) est similiaire et utilisé à sa place.

Avgas (Aviation Gasoline)

1 M^3 = 0,71 T = 31,19 GJ = 29,57 MBTU = 5,21 BEP = 0,71 TEP

Densité = 0,71

Contenu Energétique Net = 43,93 GJ/T

GPL (LPG)

1 M^3 = 0,54 T = 24,40 GJ = 23,13 MBTU = 4,07 BEP = 0,56 TEP

Densité = 0,54

Contenu Energétique Net = 45,19 GJ/T

Lubrifiants (Lubricants)

1 M^3 = 0,88 T = 36,45 GJ = 34,55 MBTU = 6,09 BEP = 0,83 TEP

Densité = 0,88

Contenu Energétique Net = 41,42 GJ/T

Electricité (Electricity)

1 kWh = 3,6 MJ = 3 412 BTU = 6,01 x 10^{-4} BEP délivré
= 8,23 x 10^{-5} TEP délivré

Bois de Feu (Wood), Surtout l'Acacia (b)

1 T = 16 GJ = 15,2 MBTU = 2,7 BEP = 0,37 TEP

Charbon de Bois (Charcoal)

1 T = 28,87 GJ = 27,36 MBTU = 4,82 BEP = 0,66 TEP

(b) Une haute valeur calorifique est accordée au bois de feu en raison de sa faible humidité (Doernberg et Hayes, 1981).

Symboles et Abréviations:

k = Kilo = 10^3	W = Watt
M = Mégo = 10^6	VA = Volt Ampère
G = Giga = 10^9	CAL = Calorie
T = Tera = 10^{12}	Kg = Kilogramme
P = Peta = 10^{15}	T = Tonne (métrique) = 1 000 Kg
E = Exa = 10^{18}	TEP = Tonne d'équivalent pétrole
J = Joule	BEP = Baril d'équivalent pétrole

Facteurs de Conversion:

1 TEP = 43,73 GJ = 7,3 barils de pétrole

1 TJ = 22,87 TEP

1 BEP = 5,990 GJ

1 kWh = 3,6 x 10^6 J

1 BTU = 1 055 J

1 Quad = 10^{15} BTU

1 Therm = 10^5 BTU

1 cal = 4,184 J

1 litre = 0,264 gallons US
0,220 gallons Imp.
0,00629 baril US

1 gallon US = 3,78533 litres
0,83268 gallons Imp.
0,02381 barils US

1 gallon Imp. = 4,54596 litres
1,20094 gallons US
0,02857 barils

1 baril US = 159 litres
42 gallons US
35 gallons Imp.

1 tonne métrique = 2 204,62 livres
1 000 kilos
0,98421 long tons

1 Long Ton = 2 240 livres
1 016 kilos
1,01605 tonne métrique

1 livre = 0,45359 kilo

1 kilo = 2,20462 livres

1 hectolitre = 100 litres

Pour les graisses, petrolatums et autres: 336 livres = 1 baril

Pour les asphaltes (solides et semi-solides):

357 livres = 1 baril

Sources: Centre National d'Information sur l'Energie, "Relations entre les Différentes Formes d'Energie", FEA/B-77/166 (Washington, D.C.:CNIE), Juin 1977; Groupe d'Energie et de Ressources, Université de Californie à Berkeley, "Données sur l'Energie", (Berkeley, Californie: UC), 1981; Doernberg, Shaikh et Hayes.

ANNEXE B

TABLEAU B-1

Balance Energétique Nationale 1982 Unités: TEP

	Essence Normale	"Super"	Diesel	Mazout	Essence d'aviation Kerosène A-1(a)	Avgas	LPG	Lubrifiants	Electricité	Bois de feu	Charbon de bois	TOTAL
QUANTITE TOTALE MISE SUR LE MARCHE (b)	480,0	309,4	5 991,8	11 137,9	3 096,0	38,5	14,3	80,6	471,2(c)	721,5	62,3	22 403,5
TRANSIT, REEXPORTATION, ETC.	317,0	5,4	2 953,7	825,8	11,6	20,7		0,8				4 135,0
RAVITAILLEMENT:												
Total (d)	0,9		2 368,9	9 072,7				10,5				11 453,0
International	--	--	2 211,9	8 399,1				9,8				10 620,8
AVIATION:												
Total(d)					2 837,9	16,3						2 854,2
International					1 826,2	14,3						1 840,5
TRANSFORMATION:												
Fours à Charbon de bois (e)										308,5		308,5
Production Electrique (f)			159,2	1 218,3				32,1	91,2(g)			1 500,8
UTILISATION DOMESTIQUE:												
Résidentiel					326,2(h)		8,8(h)		129,2	413,0	61,7	938,9
Commerce et Gouvernement					6,7(h)		1,6(h)		152,6		0,6(i)	161,5
Industrie			59,2					4,1(j)	21,3			84,6
Transports:												
Par Route(k)	77,9	294,2	368,7					21,8(j)				762,6
Par Fer			28,8					1,6				30,4
Par Mer(local)	0,9		157,0	673,6				0,7				832,2
Par Air(local)					1 011,7	2,0						1 013,7
Pompage de l'eau (l)			4,4						14,8			19,2
Militaire	87,5	7,6	49,0		1,2		3,9	4,2	56,8			210,2
Autre (m)			(-4,1)	23,5				5,5	5,3			30,2
TOTAL:	166,3	301,8	663,0	697,1	1 345,8	2,0	14,3	37,9	380,0	413,0	62,3	4 083,5
TOTAL DE L'ENERGIE	483,3	307,2	5 987,8	11 140,3	3 183,6	37,0	14,3	80,6	471,2	721,5	62,3	22 489,0
DIFFERENCES STATISTIQUES	3,3	2,2	4,0	2,4	87,6	1,5	--	--	--	--	--	

* Les notes pour les Tableaux B-1 et B-2 suivent le Tableau B-2.

TABLEAU B-2

Balance Energétique Nationale 1983 **Unités: TJ**

	Essence Normale	Super	Diesel	Mazout	Essence d'aviation Kérosène A-1(a)	Avgas	GPL	Lubrifiants	Electricité	Bois de feu	Charbon de bois	TOTAL
QUANTITE TOTALE MISE SUR LE MARCHE (b)	460,1	316,9	16 569,2	6 122,2	3 506,2	15,8	14,2	68,9	531,4(c)	721,5	62,3	28 388,8
TRANSIT, REEXPORTATION, ETC.	322,0	7,4	14 121,9	894,7	175,6	3,0						15 524,6
RAVITAILLEMENT (d):												
Total	1,4	0,6	1 713,2	4 375,3				8,7				6 099,2
International	—	—	1 556,2	3 701,7				8,0				5 265,9
AVIATION(d):												
Total					2 820,0	12,2						2 832,2
International					1 971,9	9,4						1 981,3
TRANSFORMATION:												
Fours à Charbon de bois (e)										308,5		308,5
Production Electrique (f)			122,7	1 417,4				30,0	101,0(g)			1 671,1
UTILISATION DOMESTIQUE:												
Résidentiel					329,2(h)		8,7(h)		146,4	413,0	61,7	959,0
Commerce et Gouvernement					6,7(h)		1,5(h)		172,4		0,6(i)	181,2
Industrie			60,9					2,8(j)	24,1			87,8
Transports:												
Par Route (k)	63,2	291,2	468,6					18,7(j)				841,7
Par Fer			33,6					2,2				35,8
Par Mer (local)	1,4	0,6	157,0	673,6				0,7				833,3
Par Air (local)					848,1	2,8						850,9
Pompage de l'eau (l)			4,4						16,9			21,3
Militaire	84,8	9,5	58,3		2,8		4,0	6,5	64,7			230,6
Autre (m)			5,2	24,3					6,0			35,5
TOTAL:	149,4	301,3	788,0	697,9	1 186,8	2,8	14,2	30,9	430,5	413,0	62,3	4 077,1
TOTAL DE L'ENERGIE	471,4	308,7	16 588,8	6 711,7	3 334,3	15,2	14,2	68,9	531,5	721,5	62,3	28 828,5
DIFFERENCES STATISTIQUES	11,3	8,2	19,6	589,5	171,9	0,6	—	—	—	—	—	

* Les notes pour les Tableaux B-1 et B-2 suivent le Tableau B-2.

TABLEAUX B-1 et B-2: Balance Energétique Nationale (suite)

(a) Le Carburéacteur A-1 est essentiellement du kérosène (et comprend certains additifs. Aucun type de kérosène pur n'est importé; ainsi, le carburéacteur est vendu comme kérosène à des fins d'utilisation résidentielle).

(b) Quantité dérivée des données fournies par la compagnie pétrolière; cf. texte et Annexe C.

(c) Cette quantité d'électricité représente le total avant les pertes de production, de transmission, et de distribution.

(d) Les calculs de la division des combustibles de soutirages et d'aviation totaux en composantes internationales et intérieures sont expliquée dans le texte.

(e) Nous supposons un rendement de conversion de contenu d'énergie de 20 pour cent pour la production du charbon de bois, c'est-à-dire que le charbon de bois produit a 20 pour cent du contenu d'énergie original de bois utilisé dans la production. (Du fait des différents contenus énergétiques de bois et de charbon de bois, ce rendement se traduit en un facteur de conversion par poids de neuf unités de bois pour chaque unité de charbon de bois).

(f) Les nombres représentent les valeurs réelles utilisées par l'EdD dans la production d'électricité. Les différences entre ces valeurs, et celles fournies par les compagnies pétrolières, sont supposées représenter les changements de stock de l'EdD, et sont indiquées ci-dessous, sous l'intitulé "Utilisation Finale Intérieure: Autre".

(g) Cette valeur représente les pertes totales au cours de la production, la distribution, et la transmission d'électricité, autrement dit, la différence entre la production brute et les ventes nettes.

(h) On estime l'utilisation du kérosène par les restaurants à deux pour cent du total intérieur (non-aviation et non-intérieur), calculée sur la base des données rassemblées au cours de l'évaluation. Le GPL est également divisé entre la catégorie de l'utilisation résidentielle et celle des restaurants, à raison de 85 et 15 pour cent.

(i) On estime l'utilisation du charbon de bois dans les restaurants à un pour cent du total de la valeur donnée pour l'utilisation résidentielle totale.

(j) La division des lubrifiants entre les secteurs industriel et celui des transports routiers est dans le même rapport que celle du combustible diesel utilisé dans ces secteurs.

(k) Comprend tous les combustibles utilisés dans les transports routiers, sauf ceux utilisés par les militaires.

(l) Comprend seulement l'énergie réellement utilisée pour le pompage de l'eau, et non pas l'énergie utilisée au transport de l'eau par camions.

(m) Entrées pour le diesel, le mazout, et les lubrifiants sont expliquées dans la note "f" ci-dessus; les valeurs figurant dans la colonne "électricité" représentent l'éclairage des rues.

ANNEXE C

DONNEES OBTENUES AUPRES DES COMPAGNIES PETROLIERES

Chacune des trois compagnies pétrolières opérant à Djibouti -- Shell Oil, Total Oil et Mobil Oil (les ventes en carburant de ravitaillement par Esso sont comprises dans les comptes de Mobil) -- ont fourni des données sur leur réception et leurs ventes des produits pétroliers. Ces données, fournies en mètres cubes de produits, ont été additionnées pour donner les totaux nationaux; les résultats pour 1982 et 1983 figurent aux Tableaux C-1 et C-2, respectivement. Ces valeurs ont ensuite été converties en Téra-joules et les résultats figurent aux Tableaux C-3 et C-4. Ces chiffres ont ensuite été utilisés pour déterminer les balances énergétiques nationales présentées dans la Section 2.

Les valeurs du "Total des Produits Reçus" (Colonne 1) pour chaque produit comprennent toutes les importations de ce produit, les transferts provenant d'autres compagnies et les additions d'autres produits lorsque des mélanges ont lieu.

Les pertes ou gains en "Stockage" (Colonne 2) représentent les variations dues aux paramètres, aussi bien physiques (évaporation, renversement, vol et différences de densité des produits reçus), que comptables (erreurs de comptabilité et de conversion des unités). Il faut noter que certaines de ces erreurs se retrouvent dans l'analyse, et sont la cause de la différence qui existe entre le "Total Annuel de la Quantité Mise sur le Marché" (Colonne 5) et le "Total de l'Energie" (Colonne 11). Les "Changements de Stocks" (Colonne 3) sont les différences qui existent dans les quantités de carburants stockés entre le premier et le dernier jour de l'année. Si, par exemple, les stocks de mazout augmentent, cela signifie que du mazout a été importé, mais n'a pas été vendu sur le marché national ou international. Toute augmentation du stock dans la colonne réservée au mazout représente une addition à ce qui est stocké et, donc, une diminution de la quantité de mazout mise sur le marché.

Les "Transferts" (Colonne 4) résultent de deux activités premières: 1) les produits sont transférés vers d'autres compagnies, et 2) un mélange de produits a lieu, en général pour passer d'un produit à haute teneur à un produit à faible teneur (par exemple du diesel au mazout). Dans les deux cas, la réception de ces produits particuliers apparaît dans la ligne appropriée de la Colonne 1. On évite ainsi de comptabiliser deux fois les mêmes quantités.

Lorsque tous ces changements sont appliqués au total des produits reçus (Colonne 1), on obtient comme résultat la quantité réelle

de produits mis sur le marché (Colonne 5), selon les livres des compagnies pétrolières.

Cette quantité mise sur le marché est répartie dans les Colonnes 6, 7, 8, 9 et 10. Les registres de ces utilisations finales proviennent des services commerciaux des compagnies pétrolières; la somme de toutes ces utilisations finales représente la totalité de l'énergie entrant en ligne de compte (Colonne 11). La différence entre les Colonnes 5 et 11 représente les erreurs, soit présentes dans les données des compagnies pétrolières, soit introduites dans la préparation des données à partir desquelles ces chiffres ont été obtenus.

TABLEAU C-1

Produits Pétroliers 1982 (m^3)

(Agrégat National)

	Essence Ordinaire	Essence Super	Diesel	Mazout	Carburéacteur A-1 /Kérosène	Essence d'Aviation	GPL	Lubrifiants
1. RECEPTIONS TOTALES (y compris importations, transferts effectués par d'autres sociétés, additions d'autres produits)	17 105	12 606	248 722	395 580	130 567	3 001	néant	néant
2. STOCKAGE: Pertes	175	101	1 603	872		154		
ou Gains					307			
3. VARIATION DE STOCK: (1er janvier au 31 décembre) Diminutions	408							
ou Augmentations		2 446	47 728	9 616	2 693	1 462		
4. TRANSFERTS: vers d'autres sociétés	2 518	291	32 001	95 310	39 518	54		
vers d'autres produits	54	250	255	109	1 892	97		
5. QUANTITE TOTALE MISE SUR LE MARCHE	14 766	9 518	167 135	289 673	86 771	1 234		

TABLEAU C-1 (suite)

	Essence Ordinaire	Essence Super	Diesel	Mazout	Carburé-acteur A-1 /Kérosène	Essence d'Aviation	GPL	Lubri-fiants
6. TRANSIT + RE-EXPORTATIONS, ETC.:								
vers l'Ethiopie	9 743	165	19 140	10 739	325	542		
vers la Somalie	7		995			122		21
vers d'autres pays			62 255	10 738				
(total partiel)	9 750	165	82 390	21 477	325	664		21
7. SOUTAGE: (total partiel)	28		66 078	235 961				289
8. AVIATION: (total partiel)					79 538	522		
9. ARMEE FRANCAISE: (total partiel)	2 094	201	506		34		161	85
10. MARCHE INTERIEUR:								
Consommation locale (y compris stations de service)	1 738	8 575	8 361		9 196		426	353
ventes gouvernementales et ventes hors-taxe	451	286	1 480		15			161
armée nationale	598	33	861					29
EDD - Djibouti		174	2 856	32 296				1 026
- Cercles			1 469					5
Chemin de Fer (CDE)	8		802		31			44
Autres	196	12	2 218		87			195
(total partiel)	2 991	9 080	18 047	32 296	9 329		426	1 813
11. ENERGIE TOTAL JUSTIFIEE	14 863	9 446	167 021	289 734	89 226	1 186	587	2 208

TABLEAU C-2

Produits Pétroliers 1983 (m^3)

(Agrégat National)

	Essence Ordinaire	Essence Super	Diesel	Mazout	Carburé-acteur A-1 /Kérosène	Essence d'Aviation	GPL	Lubri-fiants
1. RECEPTIONS TOTALES (y compris importations, transferts effectués par d'autres sociétés, additions d'autres produits)	19 151	11 251	479 641	201 172	150 329	0	néant	néant
2. STOCKAGE: Pertes	204	86	51			45		
ou Gains				148	169			
3. VARIATION DE STOCK: (1er janvier au 31 décembre) Diminutions		567		7 432		621		
ou Augmentations	929		3 921		7 948			
4. TRANSFERTS: vers d'autres sociétés	3 718	344	7 445	49 526	40 084			
vers d'autres produits	146	1 639	6 044		4 197	69		
5. QUANTITE TOTALES MISE SUR LE MARCHE	14 154	9 749	462 180	159 226	98 269	507	néant	néant

TABLEAU C-2 (suite)

	Essence Ordinaire	Essence Super	Diesel	Mazout	Carburé-acteur A-1 /Kérosène	Essence d'Aviation	GPL	Lubri-fiants
6. TRANSIT + RE-EXPORTATIONS, ETC.:								
vers l'Ethiopie	9 783	171	19 467	12 175	415			
vers la Somalie	123	57	1 291	11 095	1 966	97		
vers d'autres pays			373 157		2 540			
(total partiel)	9 906	228	393 915	23 270	4 921	97		
7. SOUTAGE: (total partiel)	42	17	47 788	113 791				240
8. AVIATION: (total partiel)					79 036	391		
9. ARMEE FRANCAISE: (total partiel)	1 906	264	620		26		162	89
10. MARCHE INTERIEUR:								
Consommation locale (y compris stations de service)	1 616	8 562	9 708		9 403		419	348
ventes gouvernementales et ventes hors-taxe	197	95	1 510		12			78
armée nationale	702	27	1 008		52			90
EDD - Djibouti		165	1 602	37 496				824
- Cercles			1 967					
Chemin de Fer (CDE)	4		938					60
Autres	128	135	3 676					165
(total partiel)	2 647	8 984	20 409	37 496	9 467		419	1 565
11. ENERGIE TOTAL JUSTIFIEE	14 [illegible]	9 493	462 732	174 557	93 450	488	581	1 894

TABLEAU C-3

Produits Pétroliers 1982 (Terajoules)

(Agrégat National)

	Essence Ordinaire	Essence Super	Diesel	Mazout	Carburéacteur A-1 /Kérosène	Essence d'Aviation	GPL	Lubrifiants
1. RECEPTIONS TOTALES (y compris importations, transferts effectués par d'autres sociétés, additions d'autres produits)								
2. STOCKAGE: Pertes ou Gains								
3. VARIATION DE STOCK: (1er janvier au 31 décembre) Diminutions ou Augmentations								
4. TRANSFERTS: vers d'autres sociétés vers d'autres produits								
5. QUANTITE TOTALE MISE SUR LE MARCHE	480,0	309,4	5 991,8	11 137,9	3 096,0	38,5		

TABLEAU C-3 (suite)

	Essence Ordinaire	Essence Super	Diesel	Mazout	Carburé-acteur A-1 /Kérosène	Carburant d'Aviation	GPL	Lubri-fiants
6. TRANSIT + RE-EXPORTATIONS, ETC.:								
vers l'Ethiopie								
vers la Somalie								
vers d'autres pays								
(total partiel)	317,0	5,4	2 953,7	825,8	11,6	20,7		0.8
7. SOUTAGE: (total partiel)	0,9		2 368,9	9 072,7				10,5
8. AVIATION: (total partiel)					2 837,9	16,3		
9. ARMEE FRANCAISE: (total partiel)	68,1	6,5	18,1		1,2		3,9	3,1
10. MARCHE INTERIEUR:								
Consommation locale (y compris stations de service)	56,5	278,8	299,7		328,1		10,4	12,9
ventes gouvernementales et ventes hors-taxe	14,7	9,3	53,1		0,5			5,9
armée nationale	19,4	1,1	30,9					1,1
EDD - Djibouti		5,7	102,4	1 241,8				37,4
- Cercles			52,7					0,2
Chemin de Fer (CDE)	0,3		28,8		1,1			1,6
Autres	6,4	0,4	79,5		3,1			7,1
(total partiel)	97,3	295,3	647,1	1 241,8	332,9		10,4	66,2
11. ENERGIE TOTAL JUSTIFIEE	483,3	307,2	5 987,8	11 140,3	3 183,6	37,0	14,3	80,6

TABLEAU C-4

Produits Pétroliers 1983 (Terajoules)

(Agrégat National)

	Essence Ordinaire	Essence Super	Diesel	Mazout	Carburé-acteur A-1 /Kérosène	Essence d'Aviation	GPL	Lubri-fiants
1. RECEPTIONS TOTALES (y compris importations, transferts effectués par d'autres sociétes, additions d'autres produits)								
2. STOCKAGE: Pertes ou Gains								
3. VARIATION DE STOCK: (1er janvier au 31 décembre) Diminutions ou Augmentations								
4. TRANSFERTS: vers d'autres sociétés vers d'autres produits								
5. QUANTITE TOTALES MISE SUR LE MARCHE	460,1	316,9	16 569,2	6 122,2	3 506,2	15,8		

TABLEAU C-4 (suite)

	Essence Ordinaire	Essence Super	Diesel	Mazout	Carburé-acteur A-1 /Kérosène	Essence d'Aviation	GPL	Lubri-fiants
6. TRANSIT + RE-EXPORTATIONS, ETC.:								
vers l'Ethiopie								
vers la Somalie								
vers d'autres pays								
(total partiel)	322,0	7,4	14 121,9	894,7	175,6	3,0		
7. SOUTAGE: (total partiel)	1,4	0,6	1 713,2	4 375,3				8,7
8. AVIATION: (total partiel)					2 820,0	12,2		
9. ARMEE FRANCAISE: (total partiel)	62,0	8,6	22,2		0,9		4,0	3,2
10. MARCHE INTERIEUR:								
Consommation locale (y compris stations de service)	52,5	278,4	348,0		335,5		10,2	12,7
ventes gouvernementales et ventes hors-taxe	6,4	3,1	54,1		0,4			2,8
armée nationale	22,8	0,9	36,1		1,9			3,3
EDD - Djibouti		5,4	57,4	1 441,7				30,0
- Cercles			70,5					
Chemin de Fer (CDE)	0,1		33,6					2,2
Autres	4,2	4,4	131,8					6,0
(total partiel)	86,0	292,2	731,5	1 441,7	337,8		10,2	57,0
11. ENERGIE TOTAL JUSTIFIEE	471,4	308,8	16 588,8	6 711,7	3 334,3	15,2	14,2	68,9

ANNEXE D

TABLEAU D-1

Historique des Prix pour les Combustibles Réglementés

	10/3/77	3/4/79	3/7/79	13/1/80	1/8/80	1/2/83	4/1/84
SUPER							
Prix	22,19	25,92	30,22	45,39	47,95	47,95	41,80
Taxes, Redevances, Marges, etc.	44,21	47,78	54,08	58,98	59,74	59,74	60,94
Prix de Gros	66,40	73,70	84,30	104,37	107,69	107,69	102,74
Ajustements	--	--	15,50	20,63	17,31	27,31	32,26
Prix Maximum de Détail	66,40	73,70	99,80	125,00	125,00	135,00	135,00
NORMAL							
Prix	20,72	21,45	29,36	43,53	47,95	48,16	39,80
Taxes, Redevances, Marges, etc.	40,38	46,55	49,54	54,69	56,02	55,81	56,62
Prix de Gros	61,10	68,00	78,90	98,22	103,97	103,97	96,42
Ajustements	--	--	16,00	11,78	6,03	16,03	23,58
Prix Maximum de Détail	61,10	68,00	94,90	110,00	110,00	120,00	120,00

TABLEAU D-1 (suite)

	10/3/77	3/4/79	4/7/79	13/1/80	1/8/80	./2/83	4/1/84
MAZOUT							
Prix	19,65	23,91	26,28	42,29	49,71	49,79	39,50
Taxes, Redevances, Marges, etc.	15,75	19,59	20,42	28,74	30,97	30,89	27,91
Prix de Gros	35,40	43,50	46,70	71,03	80,68	80,68	67,41
Ajustements	--	--	--	(21,03)	(30,68)	(17,68)	0,59
Prix Maximum de Détail	35,40	43,50	46,70	50,00	50,00	63,00	68,00
KEROSENE							
Prix	21,84	25,80	29,27	44,49	52,92	53,15	41,80
Taxes, Redevances, Marges, etc.	15,26	19,10	23,73	33,37	35,94	35,71	32,62
Prix de Gros	37,10	44,90	53,00	77,86	88,86	88,86	74,42
Ajustements	--	--	--	(24,86)	(35,86)	(30,86)	(16,42)
Prix Maximum de Détail	37,10	44,90	53,00	53,00	53,00	58,00	58,00

GPL	1979	1980	1981	1982	1983
Prix	--	--	--	--	63
Prix Maximum de Détail	107	144	142	147	142

Sources: Annuaire Statistique, 1982; EPH, 29 mars 1983.

N.B.: FD 177 = US $ 1,00.

TABLEAU D-2

Prix Affichés des Produits

	1980 (centimes américains (¢) par gallon américain (A.G.)	1981 (¢/A.G.)	1982 (¢/A.G.)	1982 (FD/litre)	1983 (¢/A.G.)	1983 (FD/litre)
Carburéacteur Al Avtur-50 (-58F)	102	113	112	52,5	92	43
Super (Mogas 95R)	102	109	105	49	88,5	41,5
Normal (Mogas 83R)	96	104	99	46,5	83	39
Kérosène	101	112	111	52	91	42,5
Diesel (Gas Oil 53/57 D.I.)	97	106	105	49	85	39,5
	(US $ per barrel)	($/bbl)	($/bbl)	(FD/litre)	($/bbl)	(FD/litre)
Mazout Léger (600 sec.)	25,5	33	30,5	34	28	31
Mazout Lourd (Soute C)	28	31	28,5	31.5	26	29
	(US $ per metric tonne)	($/m.t.)	($/m.t.)	(FD/litre)	($/m.t.)	(FD/litre
Propane (a)	318	285	228	22	200 (b)	19
Butane (a)	310	285	258	24,5	230 (b)	22

Sources: TOTAL Kenya, Tanzanie, Ouganda, informations et coûts, SPDA/11 and SPPE/11 (prix affichés: CALTEX Bahrain; KNPC Koweït; Petromin Rastanura, Bandar Mashar.

N.B.: FD 177 = US $ 1,00.

(a) Composante de GPL.
(b) Prix approximatif.

ANNEXE E

IMPACTS DES PROJETS DE DEVELOPPEMENT A VENIR

Calcul du Coût des Combustibles Nécessaires Durant la Phase de Construction

Les investissements annuels pour les projets de développement sont estimés à un total d'environ 15 milliards de FD (1). Nous estimons que 90 pour cent de ce total annuel sont destinés à une forme quelconque de construction; 40 pour cent des fonds destinés à ces constructions seront consacrés à l'achat de matériaux et d'équipements importés. Les coûts directs des importations seront donc de:

(15 milliards de FD)(90%)(40%) = 5,4 milliards de FD

Les importations indirectes, estimées à 20 pour cent des coûts directs, feront passer le chiffre du total des importations à environ 6,5 milliards de FD.

Les coûts directs en combustibles, qui représentent, en général, 5 pour cent environ de la totalité des coûts de construction à Djibouti, seront de:

(15 milliards de FD)(90%)(5%) = 675 millions de FD par an

D'autre part, il faut une certaine quantité de carburant pour transporter les matériaux importés, dont on peut présumer qu'ils sont tous amenés par bateaux. Si nous partons de l'hypothèse que la surcharge sur les produits d'importation vendus à Djibouti est de 25 pour cent, le coût réel de l'importation (CAF) des 6,5 milliards de FD de produits importés sera de 5,2 milliards de FD. Le coût en combustibles du transport de ces importations peut être calculé en partant de l'hypothèse que les transports représentent 15 pour cent des coûts totaux, et que les combustibles entrent pour 30 pour cent en ligne de compte des coûts des transports. Le coût en combustibles des importations sera donc de:

(5,2 milliards de FD)(15%)(30%) = 234 millions de FD

Enfin, les salaires payés par l'industrie du bâtiment, à la suite des investissements dans l'industrie, seront dépensés en grande partie pour l'achat d'autres produits d'importation pour lesquels il faudra aussi fournir du carburant destiné à leur transport. Si nous partons de l'hypothèse que les coûts de main-d'oeuvre repré-

---

(1) 1 dollar US = 177 FD

sentent 40 pour cent de la totalité des coûts de construction, que l'effet multiplicateur sur la main-d'oeuvre indirecte est de 200 pour cent (c'est-à-dire qu'un emploi indirect sera créé pour chaque emploi direct créé par les activités de construction), et que 60 pour cent de tous les salaires seront dépensés pour l'achat de produits d'importation, le coût total des importations dues à cette main-d'oeuvre sera de:

(15 milliards de FD)(90%)(40%)(200%)(60%) = 6,5 milliards de FD

Si l'on part de nouveau d'une surcharge de 25 pour cent, le coût réel (CAF) de ces importations sera de 5,2 milliards de FD, ce qui est égal à celui des matériaux de construction importés. Le coût en combustible de ces biens sera aussi égal ou, tel que calculé ci-dessus, à 234 millions de FD.

La totalité des coûts en combustibles pour la phase de construction sera, donc, la somme des coûts directs en combustibles, des coûts en combustibles pour l'importation des matériaux de construction, et des coûts en combustibles, pour l'importation des biens achetés avec les salaires engendrés:

Coûts Directs en Combustibles	675 millions de FD
Coûts en Combustibles: matériaux	234 millions de FD
Coûts en combustibles: matières premières	234 millions de FD
	1 143 millions de FD

Pour toute année donnée de la phase de construction, 675 millions de FD de diesel seront utilisés directement, à 64 910 FD/TEP, et ce coût se traduit par:

(675 millions de FD) / (64 910 FD/TEP) = 10 400 TEP

Pour calculer l'équivalent énergétique du coût du carburant de ravitaillement, nous sommes partis de l'hypothèse d'un rapport de 75 pour cent de mazout, pour 25 pour cent de diesel. Le coût du mazout par TEP est de 43 180 FD et celui du diesel est de 64 910. Pour chaque million de FD dépensé en carburant de ravitaillement, les quantités relatives en TEP de mazout et de diesel peuvent être calculées par la solution des équations simultanées:

$$1\,000\,000 = 43\,180\,(F) + 64\,910\,(D)$$
$$F = 3D$$

Les résultats sont:

F = 15 428 TEP et D = 5 143 TEP

Le coût annuel de 468 millions de FD en carburant de ravitaillement durant la période de construction représente, donc, 7 220 TEP de mazout et 2 407 TEP de diesel. Le Tableau E-1 résume ces impacts pour toute année donnée, durant la période de construction qui va de 1984 à 1989.

Calcul du Coût du Carburant Nécessaire Durant la Phase Opérationnelle

L'investissement annuel total dans les projets de développement sera de 15 milliards de FD; 20 pour cent de cette somme, soit 3 milliards de FD, seront consacrés aux projets industriels. Si l'on prend une période d'amortissement de 10 ans, les bénéfices annuels seront de 300 millions de FD en monnaie constante; et si l'on prend une marge bénéficiaire d'environ 20 pour cent, les ventes annuelles seront de 1 500 millions de FD. La différence entre les ventes annuelles et les bénéfices, soit 1 200 millions de FD, représente donc les coûts de production annuels.

Comme les industries envisagées seront conçues pour minimiser les importations, les matières premières et les pièces de rechange importées ne devraient pas représenter plus de 20 pour cent des coûts, soit 240 millions de FD (1 200 millions de FD de coûts X 20 pour cent). Comme il s'agit des coûts d'un facteur de production, nous prenons ces chiffres comme étant la valeur CAF. Le coût en carburant du transport de ces importations est calculé, en partant de la même hypothèse que précédemment, et sera:

(240 millions de FD)(15%)(30%) = 11 millions de FD

Les coûts de production directs en combustibles seront fortement influencés par la consommation électrique de la cimenterie, dont la construction a été proposée; nous estimons une valeur générale d'environ 7 pour cent des coûts de production:

(1 200 millions de FD)(7%) = 84 millions de FD

jusqu'à ce que la cimenterie entre en service vers 1990, et une augmentation d'environ 20 pour cent des coûts de production après 1990, en raison de la forte consommation énergétique de la cimenterie:

(1 200 millions de FD)(20%) = 240 millions de FD

Comme dans le cas de la main-d'oeuvre destinée à la construction, les personnes employées pour la production dépenseront une importante partie de leurs revenus pour acheter des biens importés; il faut tenir compte de l'élément carburant, destiné au transport de ces marchandises, ainsi que du travail engendré de façon indirecte. Nous partons de l'hypothèse que la main-d'oeuvre constituera environ 50 pour cent des coûts de production; les autres hypothèses figurant dans les calculs de la phase de construction restent les mêmes, c'est-à-dire que l'effet multiplicateur sur la main-d'oeuvre indirecte est de 200 pour cent, et que 60 pour cent de tous les salaires seront consacrés à l'achat de produits d'importation. Le somme totale dépensée pour les importations est donc:

(1 200 millions de FD)(50%)(200%)(60%) = 720 millions de FD

Si nous reprenons notre hypothèse d'une surcharge de 25 pour cent sur ces achats, comme nous l'avons fait précédemment, le coût réel (CAF) de ces importations sera de 576 millions de FD. Le coût en combustibles du transport de ces importations est calculé de la même façon, et sera de:

(576 millions de FD)(15%)(30%) = 26 millions de FD

De plus, nous pouvons estimer que 90 pour cent des ventes de ces nouvelles industries remplaceront des importations (tout marché créé serait petit). Des 1 500 millions de FD de ventes totales, 90 pour cent, soit 1 350 millions de FD, représenteront donc des importations qui auront été remplacées. Les combustibles indispensable au transport de ces importations ne seront plus nécessaires. Si l'on part de l'hypothèse d'une surcharge de 25 pour cent sur les prix, les 1 350 millions de FD représenteraient 1 080 millions en importations CAF. Calculons la composante combustibles du transport de ces importations:

(1 080 millions de FD)(15%)(30%) = 49 millions de FD <u>économisés</u>

Il faudrait noter que l'impact général cité précédemment sera ressenti chaque année pour toute tranche de 3 000 millions de FD investis, une fois que les projets industriels seront en service. Les effets sont, donc, cumulatifs pour les années suivantes.

Dans la "phase de construction", les impacts calculés sont indépendants les uns des autres, alors que dans la "phase opérationnelle" ils sont interdépendants et cumulatifs. Tous ces impacts sont résumés dans les Tableaux E-1 et E-2.

TABLEAU E-1

Impact du Développement Industriel à Venir:
Toute Année Donnée Durant la Phase de Construction de 1984-1989

	Valeur Annuelle
IMPORTATIONS: COUT LOCAL (millions de FD)	
Matériaux de construction	6 500
Biens de consommation	6 500
IMPORTATIONS: VALEUR CAF (millions de FD)	
Matériaux de construction	5 200
Biens de consommation	5 200
COUTS EN CARBURANTS (millions de FD)	
Diesel pour la construction	675
Réserves destinés au transport de matériaux de construction	234
Réserves destinées au transport de biens de consommation importés	234
Réserves totales	468
EQUIVALENT ENERGETIQUE DES COUTS EN CARBURANTS (TEP)	
Diesel pour la construction	10 400
Diesel de réserve	2 407
Total diesel	12 807
Mazout de réserve	7 220

N.B.: FD 177 = US $ 1,00.

TABLEAU E-2

Impact du Développement Industriel à Venir: Phase Opérationnelle

	1984	1985	1986	1988	1990	1995	2000
Investissement dans l'Industrie de Production (millions de FD)	3 000	3 000	3 000	3 000	?	?	?
Importations (millions de FD)							
Pour l'Industrie (a)	-	150	350	680	2 000	3 500	5 000
Pour les Biens de Consommation (a)	-	360	840	1 632	4 800	8 400	12 000
Economies en Importations que l'on peut Attribuer aux Substitutions (b)	-	(720)	(1 680)	(3 264)	(9 600)	(16 800)	(24 000)
Impact Total sur les Importations (Économies)	-	(210)	(490)	(752)	(2 800)	(4 900)	(7 000)
Coûts en Carburants (millions de FD)							
Carburant de Réserve Économisé par la Réduction des Importations (Phase Opérationnelle) (c)	-	(10)	(23)	(35)	(129)	(225)	(322)
Consommation Directe de Carburant (Phase Opérationnelle) (d)	-	84	168	336	504	1 704	2 904
Consommation Nette de Carburant (Phase Opérationnelle)	-	74	145	301	375	1 479	2 582
Equivalent Energétique des Coûts en Carburant (TEP) (e)							
Diesel	-	381	746	1 548	1 929	7 606	13 279
Mazout	-	1 142	2 237	4 644	5 786	22 818	39 835

* Voir les notes à la page suivante.

TABLEAU E-2 (suite)

N.B.: FD 177 = US $ 1,00.

(a) Basé sur l'estimation de la production industrielle et les dates d'entrée en service.

(b) Tient compte d'un léger décalage entre l'arrivée des matières premières et la mise sur le marché des produits.

(c) Calculé sur la base du carburant de réserve représentant 4,6 pour cent des coûts de l'importation (voir texte).

(d) En partant de l'hypothèse que l'utilisation directe du combustible est un rapport entre le mazout et le diesel en tant que combustible de réserve, c'est-à-dire 75 pour cent de mazout et 25 pour cent de diesel. Cette hypothèse est basée sur un important pourcentage de la demande par la cimenterie. La cimenterie proposée doit entrer en service en 1991, augmentant, de manière substantielle, la consommation directe de combustibles.

(e) Calculé sur la base suivante: chaque million de FD de coûts en combustibles représente 15 428 TEP de mazout et 5,143 TEP de diesel.

ANNEXE F

RESSOURCES DE DJIBOUTI EN ENERGIE EOLIENNE

Les vitesses des vents ont été mesurées aux stations météorologiques de Djibouti-Ville, Aérodrome, et Serpent durant les dernières décennies. Les données collectées à ces stations ont été analysées par Pieterse et Van Veldhuizen dans leur rapport "Eoliennes pour Djibouti". Certaines des données originales figurent sous forme de résumé dans le rapport "Annales Météorologiques France d'Outre-Mer, Décennie 1961-1971". Des données plus récentes peuvent être obtenues auprès du Service National de Météorologie de Djibouti.

Dans le cadre du programme pour les initiatives énergétiques de l'ISERST/VITA, qui est financé par l'AID, un réseau de systèmes de collecte des données a été mis en place dans tout le pays. Au début de 1983, quatre stations ont été installées (à Djibouti Serpent, à Ali-Sabieh, à Obock et à Dikhil). Il s'agit de stations météorologiques Climatronics qui collectent et enregistrent sur cassette la vitesse horaire moyenne des vents, leur direction, la température et l'ensoleillement. Des bandes de papier continu sont aussi utilisées, en tant que système de secours.

Ces quatre systèmes n'ont pas été sans connaître de problèmes, mais les récents étalonnages indiquent que, jusqu'à présent, ils ont fonctionné correctement. Les données collectées en 1983, par l'ISERST/VITA sont résumées dans le Tableau F-1. Les données à ce jour, pour 1984, sont résumées dans le Tableau F-1a.

Trois autres systèmes, mais sans enregistreur cassette, ont été installés vers la mi-1983. Ces stations sont situées à Tadjourah, Hol Hol et Yoboki. La station de Yobiki enregistre correctement les vitesses des vents, mais il y a toujours des problèmes à Hol Hol et à Tadjourah, de sorte que les données collectées par les unités Climatronics de ces sites ne seront pas présentées ici. Les graphiques des valeurs moyennes des vitesses mensuelles des vents figurent aux Figures F-1 à F-6 (version anglaise, Figures F-2 à F-7) pour les cinq sites. Les données à long terme ont aussi été incluses lorsque nous avons pu les obtenir. Les seules données présentées pour Tadjourah (Figure F-5) sont des données à long terme figurant sous forme de tableau en F-2a (version anglaise, Figure F-8a).

Pour la plupart des sites, les données indiquent les deux saisons des vents. Les mois de novembre à avril sont dominés par les alizés d'orientation nord-est à est, et les mois d'été sont caractérisés par les vents "Khamsin" qui soufflent de l'ouest. Les effets du "Khamsin" ont été beaucoup moins apparents aux stations de Dikhil et Yoboki qu'aux autres, bien que l'on ne sache

pas très bien pourquoi. Il faudrait collecter davantage de données, afin de déterminer si la seule année où celles-ci ont été enregistrées est typique des effets du "Khamsin" à ces stations. Il semble cependant bien que les effets du "Khamsin" soient davantage ressentis le long des côtes.

Le Tableau F-2 (version anglaise, Figure F-8) donne le résumé des données collectées à Djibouti-Ville. Les Données Météo représentent les mesures prises à la station originale de Serpent pendant que les données Climatronics étaient enregistrées au même site (à trois mètres de distance seulement). Les données pour l'Aérodrome ont été collectées à l'aéroport de Djibouti, à 10 kilomètres de la station de Serpent. On pourrait s'attendre à des régimes de vents similaires dans des sites situés à seulement 10 km d'écart; la différence de moyenne annuelle de vitesse des vents est, cependant, très surprenante puisqu'elle atteint 35 pour cent. Les vitesses moyennes mensuelles des vents enregistrées par les deux appareils de Serpent diffèrent de 17 et 60 pour cent, les enregistrements Climatronics étant constamment plus bas.

Un examen des lectures instantanées effectuées durant les périodes de vents modérés indique que les instruments plus âgés donnent des résultats plus élevés de 38 pour cent que l'unité Climatronics. Cependant, une inspection visuelle des deux anémomètres durant des vents d'environ 1 mètre/seconde, a révélé que les instruments plus récents tournaient sous l'effet de vents faibles, l'unité Papillon restait immobile. Ces deux erreurs, l'une concernant le seuil de sensibilité et l'autre, l'étalonnage de l'instrument, font qu'il est difficile de déterminer comment les données pourraient être corrigées, et remettent aussi en question la valeur des données à long terme qui ont eu pour résultat des vitesses annuelles moyennes de vents de 5 mètres/seconde (m/s).

Selon notre analyse préliminaire, 1983 a été une année de vitesses de vents en-dessous de la moyenne (à partir d'une comparaison faite entre les données Météo à long terme et Météo 1983), et en conséquence, la vitesse moyenne du vent à long terme à Serpent sera légèrement supérieure à la moyenne prise sur une année seulement, soit 3,6 m/s.

Si nous partons de l'hypothèse que la moyenne annuelle de la vitesse des vents à Djibouti est d'environ 3,7 m/s, toutes les stations du pays enregistrent, donc, des vitesses annuelles moyennes allant de 3,7 m/s à 4,4 m/s. Le mois durant lequel la vitesse des vents est la plus faible, et qui est ordinairement le mois critique pour la conception des systèmes éoliens, donne des chiffres de moins de 2,5 m/s pour deux sites seulement (2,3 m/s pour Ali-Sabieh et Dikhil en juin), et il ne s'agit pas de valeurs à long terme. Pour Yoboki, la plus faible vitesse des vents est de 3,0 m/s en juin, et elle est de 2,9 m/s à Djibouti Serpent. Les vitesses élevées ont atteint 6,6 m/s à Dikhil, en mars 1984.

A la suite de la collecte des données horaires par l'équipe ISERST/VITA, il est maintenant possible d'effectuer une analyse plus complète des ressources éoliennes. La collecte des données horaires permet la création d'histogrammes qui peuvent être traduits en modèles mathématiques, permettant une estimation de la production énergétique des systèmes éoliens. Il est aussi possible d'effectuer une analyse des grandes tendances des vitesses des vents; une telle analyse aide à déterminer l'importance du stockage énergétique (batteries ou eau pompée). La plus grande partie de cette analyse n'est pas terminée, mais les histogrammes ont été transformés en courbe, compte tenu de la fonction de Weibull, en utilisant un algorithme de probabilité maximum.

La fonction cumulative de répartition de Weibull a la forme suivante:

$$F(V) = 1 - \exp\left(-\frac{(V)^k}{C}\right)$$

La relation fonctionnelle est caractérisée par le facteur de forme (k) et le facteur d'échelle (C). L'élément qui lie ces deux facteurs l'un à l'autre est la vitesse du vent (V). En termes plus simples, le facteur de forme est une mesure de la variabilité du vent, indiquant à quel niveau supérieur ou inférieur à la vitesse moyenne, celui-ci souffle. Plus la valeur de k est élevée, plus le vent souffle de façon constante. Les valeurs normales ont tendance à figurer dans un écart d'environ 1 à 3. La répartition de Raylieh, qui est une répartition de Weibull avec k = 2, est souvent utilisée pour estimer la répartition des vitesses des vents. Bien qu'une année complète de données n'ait toujours pas été analysée, tout indique qu'à Ali-Sabieh, à Dikhil et à Obock les valeurs de k sont supérieures à 2,0, pouvant même atteindre 2,5, ce qui indique des vents constants, alors qu'à Djibouti Serpent, le facteur k semble se situer en dessous de 2,0, et pourrait même être très proche de 1,85, qui est l'estimation donnée dans "Eoliennes pour Djibouti". Bien que l'analyse soit incomplète, il semble que le "Khamsin" ait pour effet d'abaisser la valeur de k en certains endroits (Djibouti Serpent). Il ne semble pas, à ce point, que les facteurs k pour le "Khamsin" seront similaires dans les diverses stations étudiées. Ce travail se poursuivra et les résultats seront disponibles, dès qu'ils auront été obtenus.

Les variations diurnes (ou fluctuations quotidiennes) des vitesses des vents indiquent certaines tendances intéressantes pour les diverses stations. Les moyennes mensuelles représentatives figurent aux Figures F-7 à F-10 (version anglaise, Figures F-9 à F-12). Toutes les stations, à l'exception d'Obock, indiquent que des changements horaires significatifs interviennent pendant tout l'année. En outre, pour toutes les stations, la période la plus calme est la nuit, et la plus venteuse est durant la journée. Les vents atteignent toujours leur vitesse maximale en milieu de matinée à Ali-Sabieh, au tout début de l'après-midi à Djibouti, et en fin d'après-midi à Yoboki. Ces tendances sont vraies pour toutes les stations pendant toute l'année. Un tel régime de vents

est encourageant parce que la plus grande partie de l'énergie sera utilisée durant la journée. Il est possible d'effectuer une analyse plus approfondie de ces données, mais cela n'entre pas dans le cadre de cette évaluation.

TABLEAU F-1

Vitesses Mensuelles Moyennes du Vent pour 1983 (en m/s)

Mois/Station	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Djibouti-Ville	-	3,34	4,60	(a)	3,03	3,41	4,02	3,75	3,41	3,13	3,83	3,95
Ali-Sabieh	-	5,90	7,35	4,62	3,19	2,31	3,22	4,33	2,86	4,35	5,57	4.55
Obock	-	3,37	4,80	3,04	2,82	3,19	4,98	5,30	3,57	2,67	3,33	3.99
Dikhil	-	-	5,40	4,75	3,77	2,35	2,58	3,13	2,97	5,40	5,77	5,08
Tadjourah (a)	-	-	-	-	3,13	(b)	4,01	4,75	5,57	6,44	6,91	6,56
Hol-Hol	-	-	-	-	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)	1,31
Yoboki	-	-	-	-	-	2,98	3,65	3,96	3,27	4,66	4,89	4,73

Source: ISERST/VITA.

(a) Les données ne sont pas considérées comme fiables.

(b) Données non disponibles en raison de problèmes techniques.

TABLEAU F-1a

Vitesses Mensuelles Moyennes du Vent pour 1984 (en m/s)

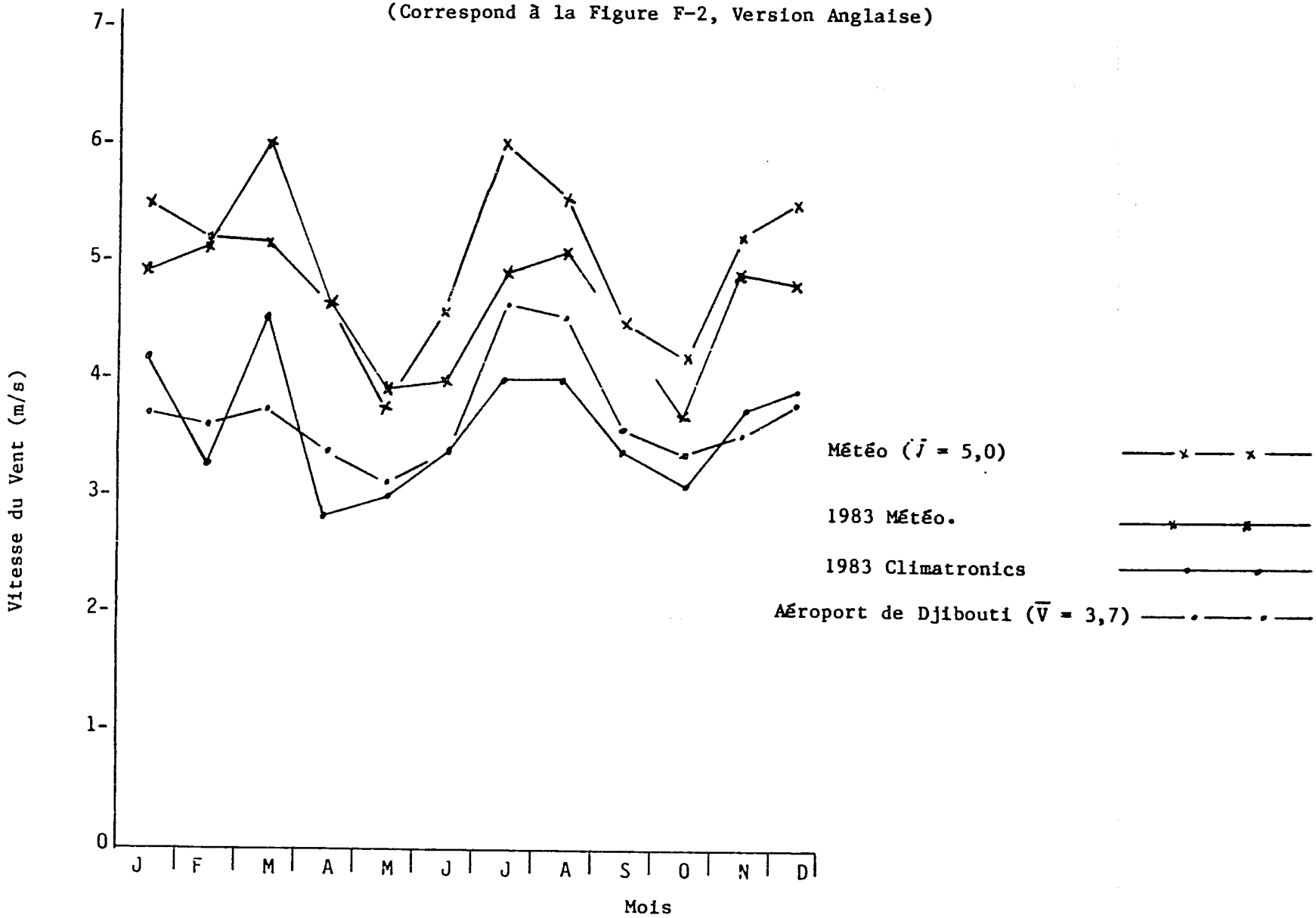
Mois/Station	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Djibouti-Ville	4,2	(a)	3,6	3,1	3,3	3,4
Ali-Sabieh	3,9	4,3	(a)	3,7	2,7	3,0
Obock	3,3	3,2	(a)	(a)	(a)	(a)
Dikhil	4,7	5,7	6,6	5,8	3,4	2,6
Tadjourah (a)	7,1	6,9	7,6	6,8	6,5	8,0
Hol-Hol	1,3	1,7	1,8	1,4	1,5	-
Yoboki	4,0	4,9	4,8	4,8	3,7	4,0

(a) Les données ne sont pas considérées comme fiables.

FIGURE F-1

Données de la Vitesse du Vent pour Djibouti-Ville

(Correspond à la Figure F-2, Version Anglaise)

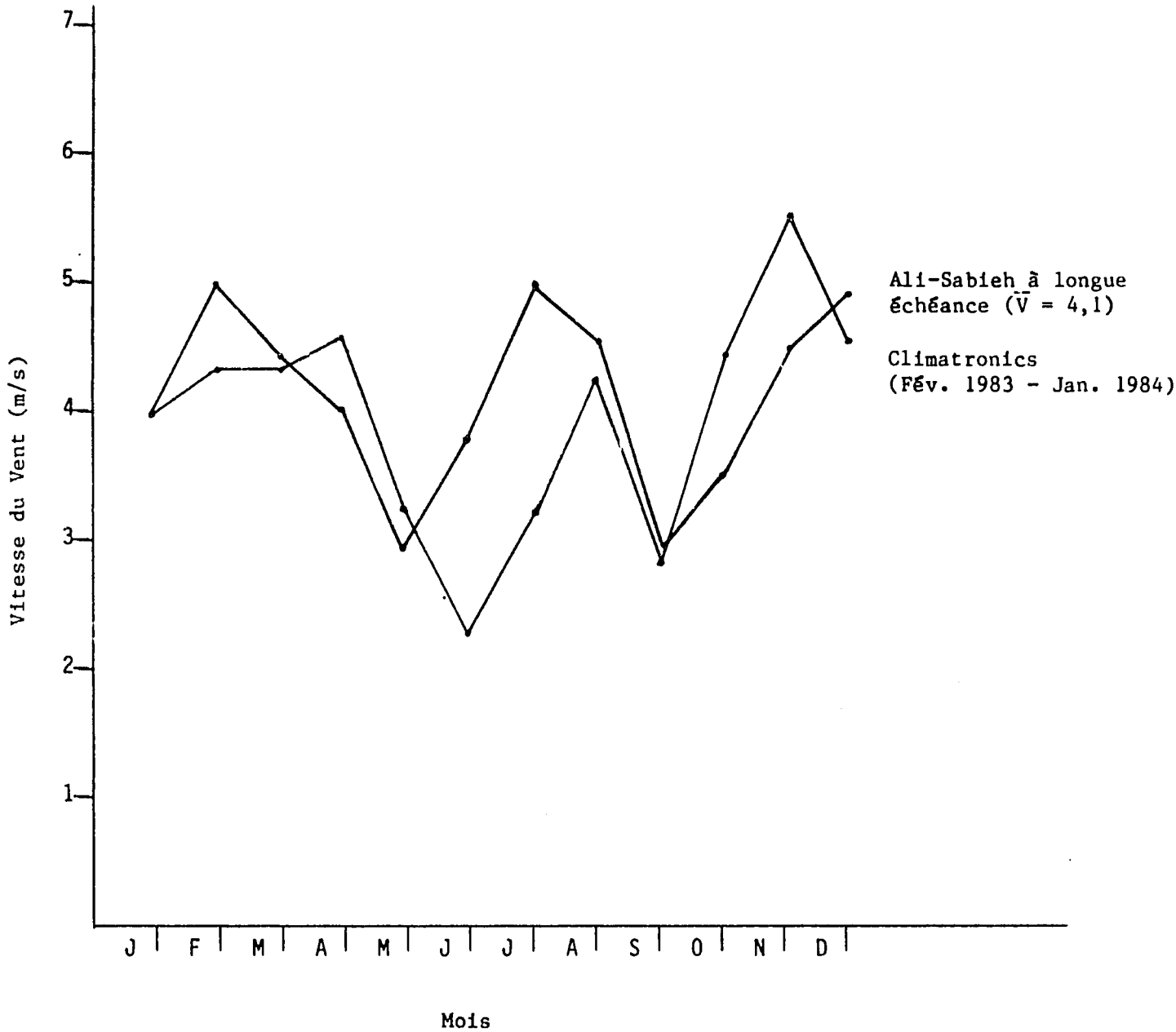


Source: SNM et ISERST/VITA.

FIGURE F-2

Données de la Vitesse du Vent pour Ali-Sabieh

(Correspond à la Figure F-3, Version Anglaise)

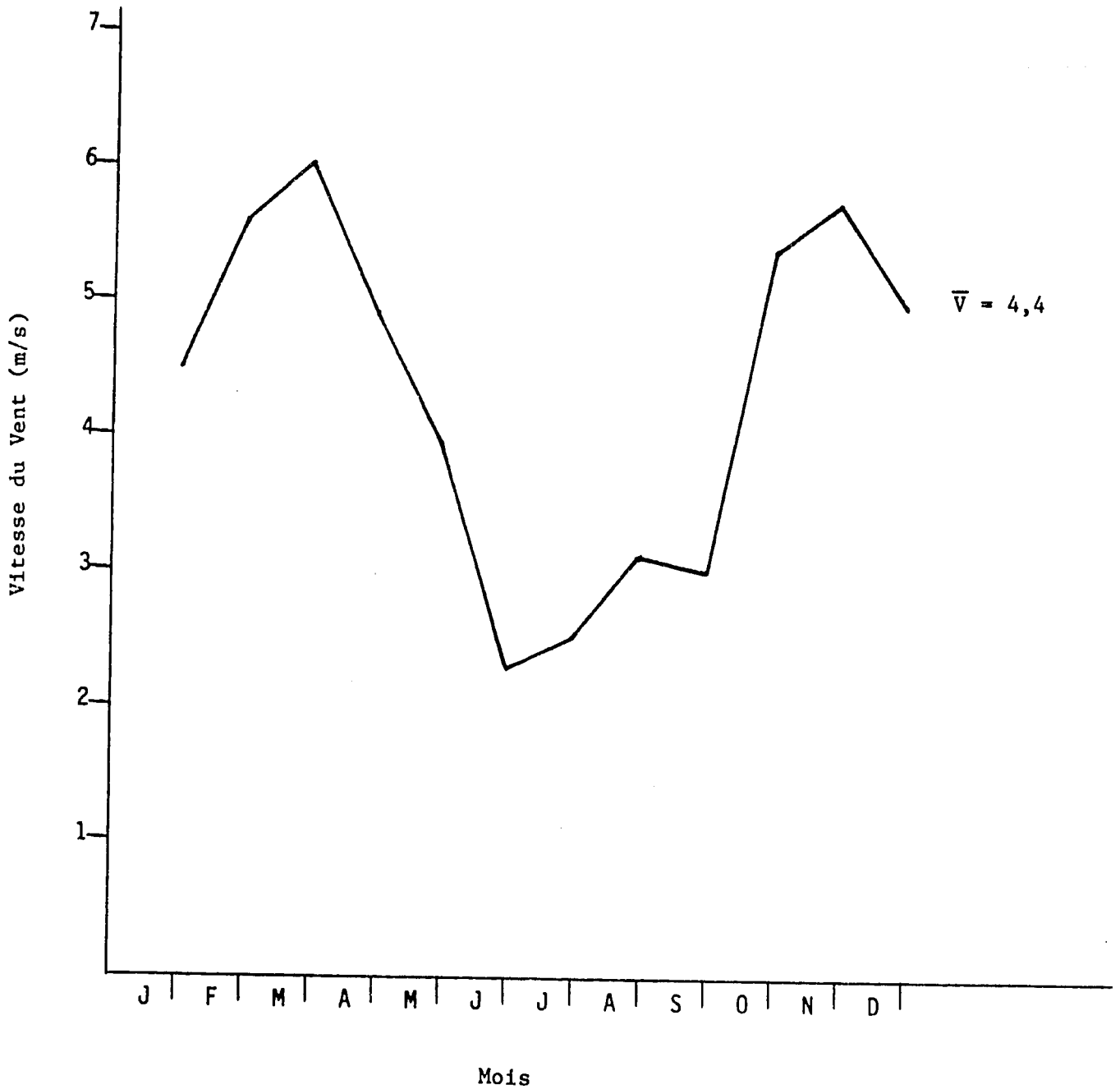


Source: ISERST/VITA.

FIGURE F-3

Données de la Vitesse du Vent pour Dikhil

(Correspond à la Figure F-4, Version Anglaise)

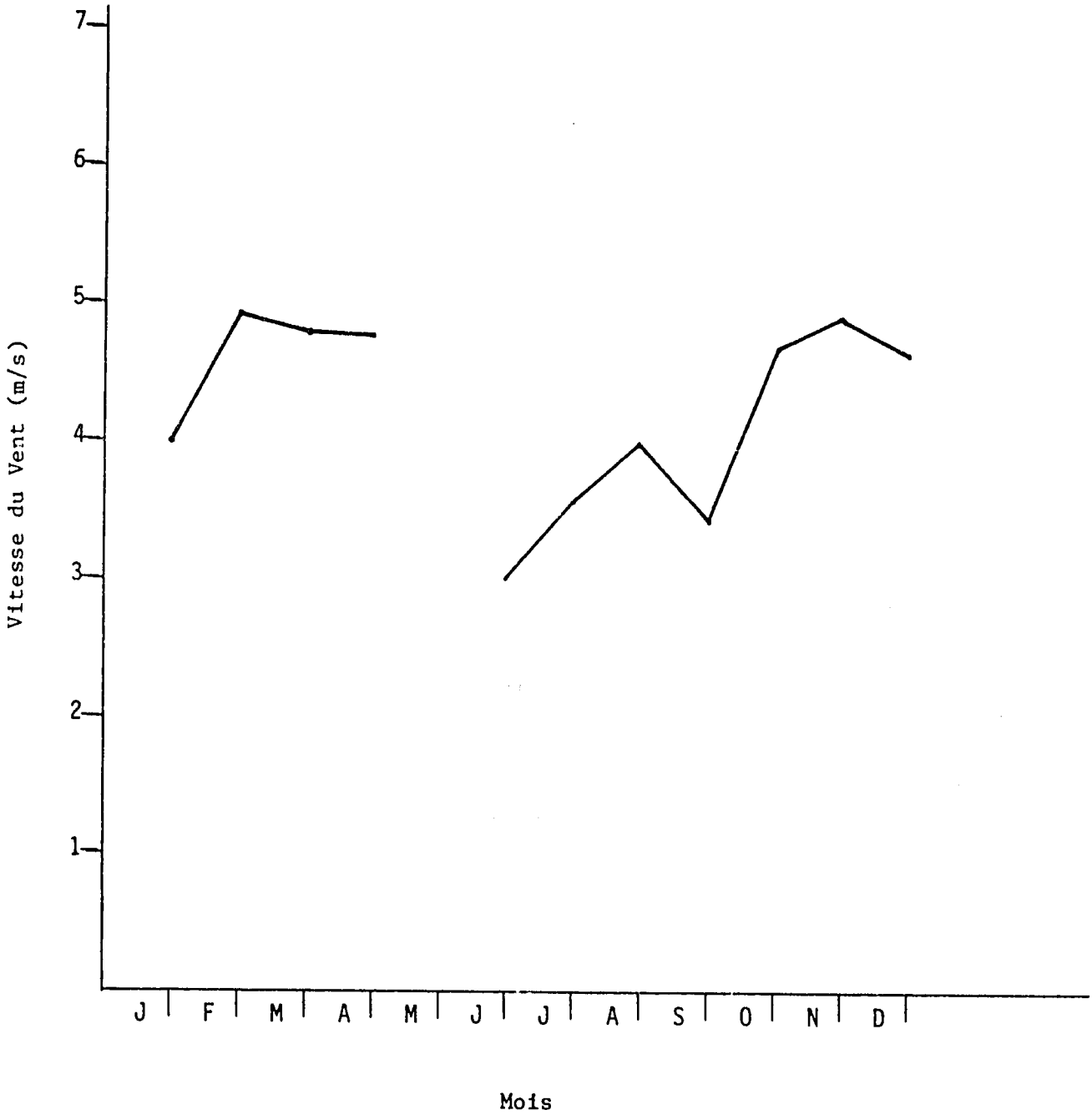


Source: ISERST/VITA.

FIGURE F-4

Données de la Vitesse du Vent pour Yoboki

(Correspond à la Figure F-5, Version Anglaise)

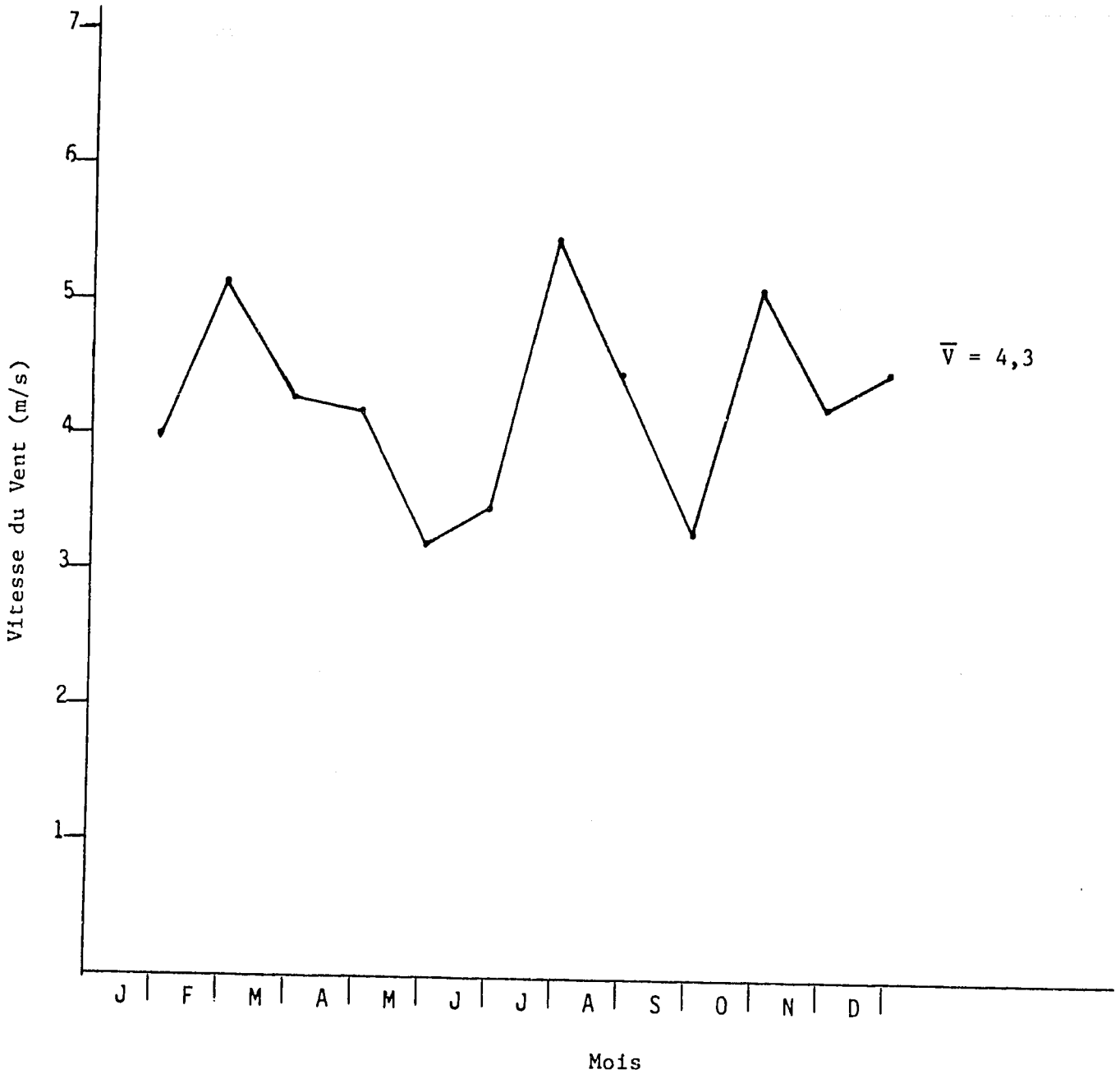


Source: ISERST/VITA.

FIGURE F-5

Données de la Vitesse du Vent pour Tadjourah

(Correspond à la Figure F-6, Version Anglaise)

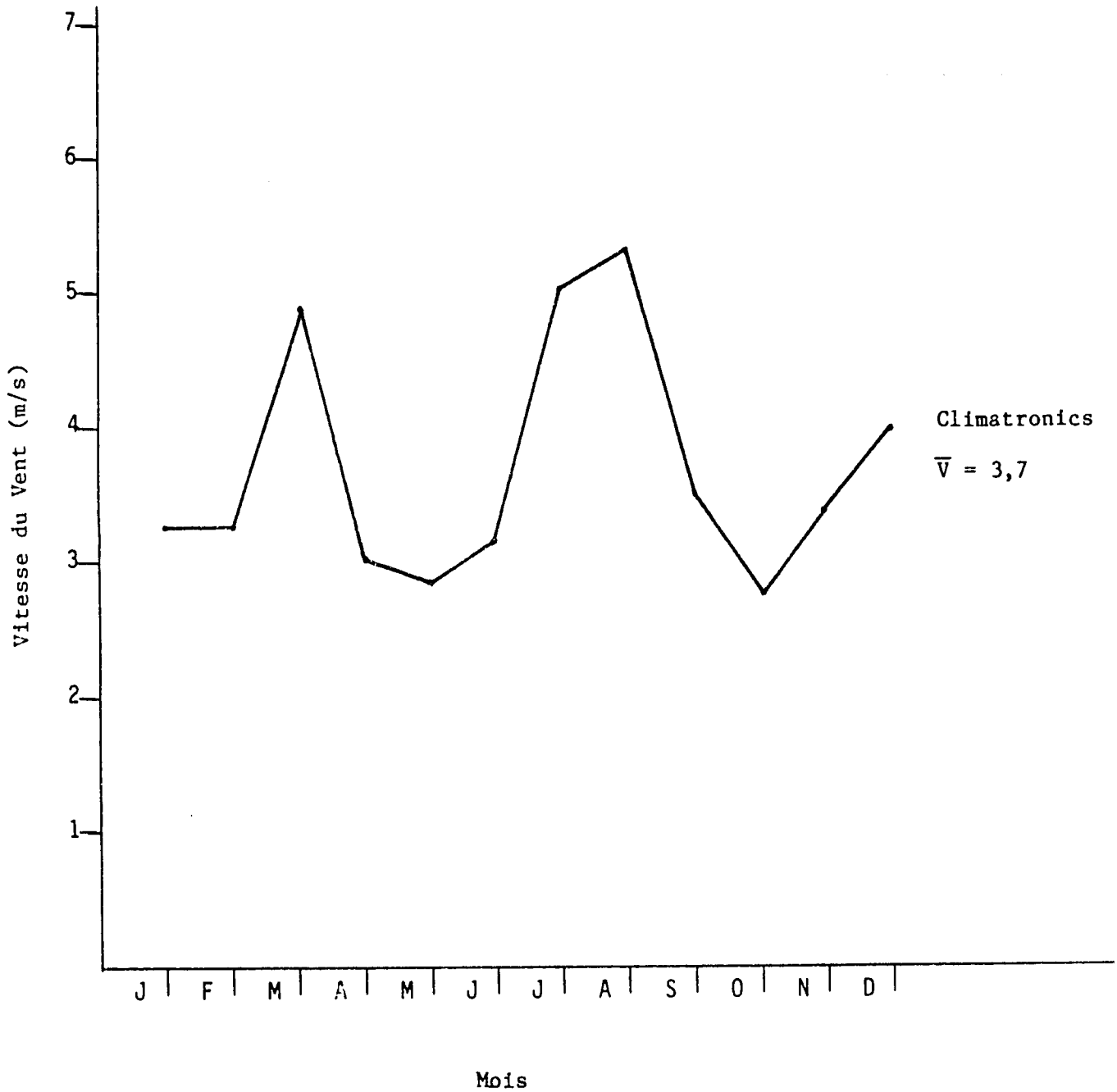


Source: ISERST/VITA.

FIGURE F-6

Données de la Vitesse du Vent pour Obock

(Correspond à la Figure F-7, Version Anglaise)



Source: ISERST/VITA.

TABLEAU F-2

Données Comparatives sur les Vitesses du Vent pour Djibouti-Ville

(Correspond à la Figure F-8, Version Anglaise)

	Météo (moyenne à long-terme)	Météo (1983)	Climatronics: Serpent (1983)	Aéroport de Djibouti (1983)
Janvier	5,5	4,9	4,2	3,7
Février	5,2	5,1	3,3	3,6
Mars	5,2	6,0	4,6	3,7
Avril	4,7	4,7	2,9	3,4
Mai	3,8	3,9	3,0	3,1
Juin	4,6	4,0	3,4	3,4
Juillet	6,0	4,9	4,0	4,7
Août	5,6	5,1	4,0	4,6
Septembre	4,5	--	3,4	3,6
Octobre	4,2	3,7	3,1	3,4
Novembre	5,2	4,9	3,8	3,6
Décembre	5,5	4,8	3,9	3,8

Sources: SNM et ISERST/VITA.

TABLEAU F-2a

Données Comparatives sur les Vitesses du Vent pour Tadjourah

(1954 - 1956)
(Correspond à la Figure F-8a, Version Anglaise)

(en m/s)

Janvier	4,0
Février	5,2
Mars	4,3
Avril	4,2
Mai	3,2
Juin	3,6
Juillet	5,5
Août	4,5
Septembre	3,3
Octobre	5,1
Novembre	4,3
Décembre	4,5

Source: Pieterse et van Veldhuizen.

FIGURE F-7

Variation Diurne de la Vitesse du Vent: Djibouti-Ville

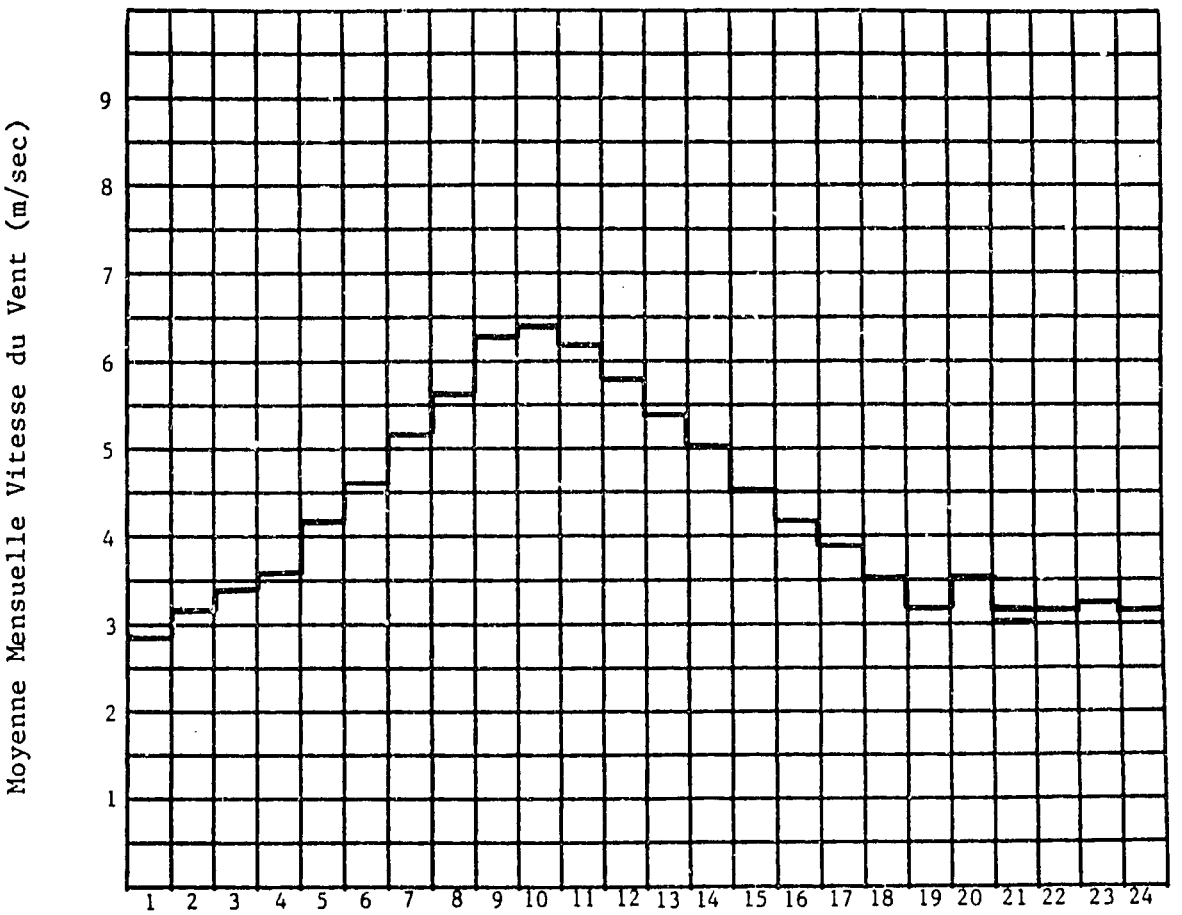
(Correspond à la Figure F-9, Version Anglaise)

Heures de la Journée
(Données pour Avril 1984)

FIGURE F-8

Variation Diurne de la Vitesse du Vent: Ali-Sabieh

(Correspond à la Figure F-10, Version Anglaise)



Heures de la Journée
(Données pour Août 1983)

FIGURE F-9

Variation Diurne de la Vitesse du Vent: Yoboki

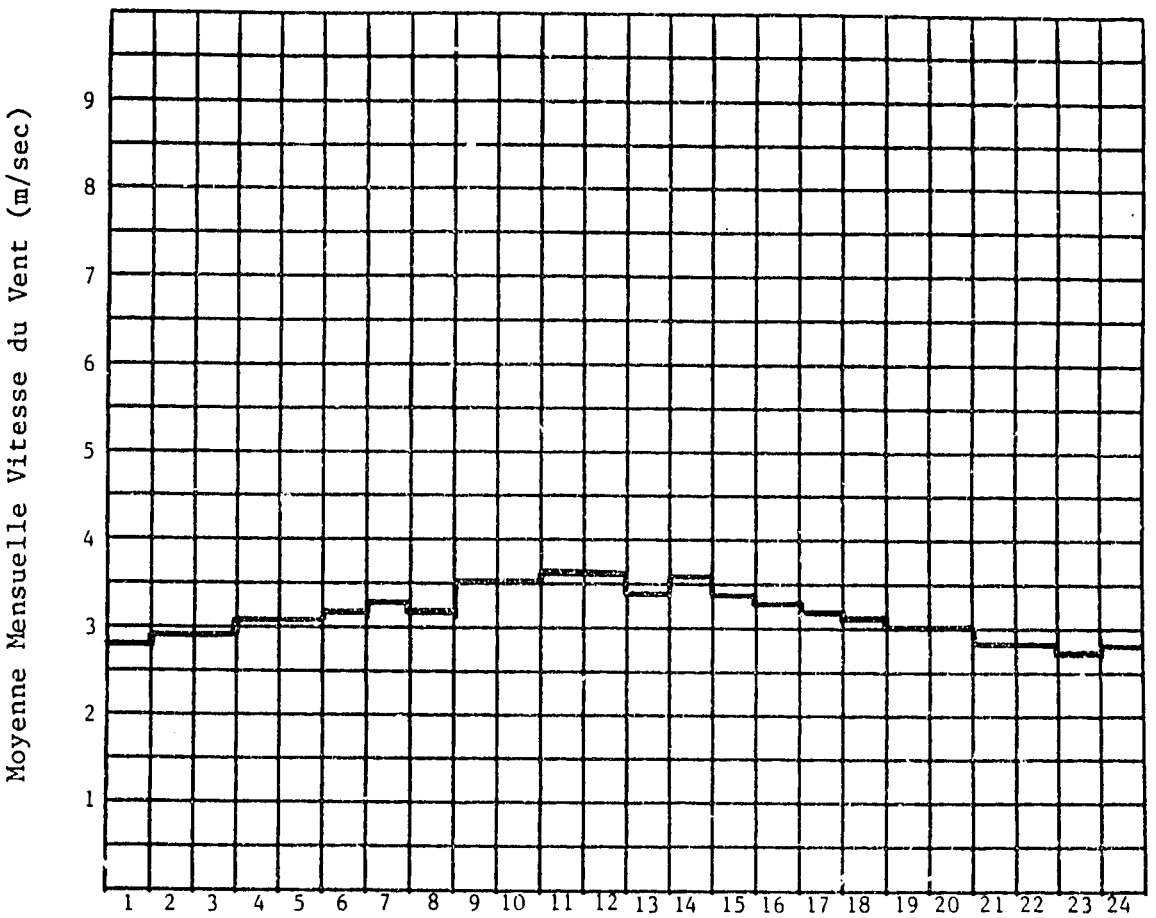
(Correspond à la Figure F-11, Version Anglaise)

Heures de la Journée
(Données pour Avril 1984)

FIGURE F-10

Variation Diurne de la Vitesse du Vent: Obock

(Correspond à la Figure F-12, Version Anglaise)



Heures de la Journée
(Données pour Février 1984)

ANNEXE G

RESSOURCES DE DJIBOUTI EN ENERGIE SOLAIRE

Très peu de données concernant l'énergie solaire ont été collectées à Djibouti. Des chiffres portant sur les heures d'ensoleillement, acquis grâce à un enregistreur Campbell-Stokes, sont disponibles pour Djibouti-Ville, et des données limitées ont été collectées dans divers autres sites. Les données globales et réelles d insolation horizontale sont limitées à quatre ans et demi pour Djibouti-Ville (de la mi 1973 à 1977), collectées par le Service National de Météorologie (SNM), à l'aide d'un appareil Kipp Zonen, auxquelles viennent s'ajouter les données collectées par le Projet des initiatives énergétiques durant les derniers dix huit mois dans sept sites répartis dans le pays.

La valeur moyenne annuelle d'insolation, notée par le SNM avec un appareil Kipp Zonen, est de 523 Langleys/jour (non corrigée pour la température). La valeur moyenne annuelle de l'insolation globale horizontale, enregistrée par les instruments Climatronics qui utilisent des détecteurs photovoltaïques, est de 525 Langleys/jour. Ces valeurs ont un écart de 0,4 pour cent, ce qui indique une constance assez remarquable. Il n'est pas surprenant que les valeurs mensuelles ne soient pas tout à fait aussi constantes, mais elles révèlent que trois mois seulement ont une moyenne de moins de 400 Langleys par jour, sur les 118 mois pour lesquels on possède des données complètes.

Les sites des stations météorologiques ISERST/VITA sont très bien placés pour permettre la collecte de données représentatives sur l'insolation, sauf pour la station d'Ali-Sabieh où le soleil matinal ne peut pas atteindre le détecteur (et la ville) à cause d'une montagne qui se trouve juste à l'est de la ville. Cette montagne affecte la radiation enregistrée depuis très tôt le matin jusqu'en milieu de matinée, selon les saisons. Cependant, même si l'on ne tient pas compte de la projection de cette ombre, Ali-Sabieh semble avoir de très fortes valeurs d'insolation.

D'un autre côté, Hol Hol fournit des valeurs d'insolation qui sont plus basses que les autres stations situées dans la partie sud du golfe. Hol Hol se trouve à peu près à mi-chemin entre Ali-Sabieh et Djibouti-Ville; les données en provenance de ce site peuvent être affectées par des conditions locales particulières ou par des erreurs d'étalonnage. On ne possède toujours que très peu de données, et il en faudrait davantage pour avoir une certaine confiance statistique. Il faudrait aussi noter que les données concernant les stations se trouvant dans la partie nord du golfe (Obock et Tadjourah) indique une insolation inférieure d'environ 10 pour cent à celle de Djibouti-Ville (sur la base d'une moyenne mensuelle). Djibouti-Ville, Ali-Sabieh et Dikhil

sont remarquablement similaires. En fait, toutes les stations indiquent une tendance annuelle similaire. Pour chaque station, l'ensoleillement maximal intervient en mai et en octobre et l'ensoleillement minimal en août et en décembre-janvier. Pour Djibouti-Ville et Ali-Sabieh, les variations sont plus faibles; ces tendances sont semblables pour toutes les données collectées par les stations météorologiques ISERST/VITA.

Les données réunies ont été comparées aux valeurs maximales théoriques qui sont basées sur la latitude, l'altitude et l'atmosphère moyenne. Les différences entre l'atmosphère moyenne et celle de Djibouti portent sur la quantité de poussière et de vapeur d'eau se trouvant en suspension dans l'air. L'absorption de la vapeur d'eau réduit l'insolation, mais la poussière éparpille surtout les radiations, réduisant ainsi la composante directe et augmentant la composante diffuse. Cette analyse prévoit une insolation maximale pendant la période allant d'avril à août, et fait qu'il est difficile d'expliquer le minimum constaté au mois d'août. Le taux d'humidité est toujours relativement bas dans toute station se trouvant à l'intérieur des terres, et il est beaucoup plus élevé dans la station côtière de Djibouti à d'autres périodes de l'année. Le "Khamsin" envoie de la poussière et du sable dans l'atmosphère durant les mois d'été. Cependant, la présence de ces particules n'explique pas les chiffres bas et anormaux enregistrés durant l'été.

L'une des causes possibles du minimum enregistré pour le mois d'août est que les détecteurs Climatronics sont sensibles à la température. Ces détecteurs sont basés sur un système photovoltaïque; il est bien connu qu'ils sont sensibles à la température. Bien que ces instruments aient une courbe de calibration linéaire durant toute la gamme normale des opérations, il se peut que les températures extrêmes auxquelles ils sont exposés, en raison du soleil d'été de Djibouti, aient réduit leur rendement. Une telle explication est confirmée par les données obtenues dans le passé avec des appareils Kipp Zonen, qui n'indiquent pas de minimum au mois d'août. Pour vérifier la situation, on pourrait effectuer des mesures conjointes avec un appareil non sensible aux températures, de type thermopile, tel qu'un pyromètre Eppley PSP. La collecte de données solaires utiles a bien débuté. Sa poursuite augmentera considérablement le capital statistique et aidera les chercheurs à comprendre les causes des minima enregistrés en août 1983 pour l'insolation.

A partir des mesures préliminaires effectuées par l'équipe ISERST/VITA, et des données fournies par les appareils Kipp Zonen, on trouve que l'insolation globale moyenne sur un an est d'environ 520 Langleys/jour (22 MJ/m^2), avec une variation d'environ 15 pour cent sur toute l'année. Cette moyenne est plus élevée que pour n'importe quel site se trouvant aux Etats-Unis, sauf un ou deux, ou pour n'importe quel site de France. L'ensoleillement est relativement uniforme pendant toute l'année, et sur la totalité du pays. Les ressources solaires de Djibouti sont donc considérables et habituellement fiables.

Un résumé des données solaires concernant Djibouti figure dans le Tableau G-1, et un résumé des mesures Climatronics effectuées par l'équipe ISERST/VITA se trouve dans le Tableau G-2. Les données disponibles à ce jour pour 1984 sont résumées dans le Tableau G-2a. Les graphiques de l'ensoleillement mensuel moyen, ainsi que l'éventail des valeurs enregistrées par chacune des stations Climatronics figurent dans les Figures G-1 à G-7 (Figures G-3 à G-9 de la version anglaise).

TABLEAU G-1

Rayonnement Solaire Horizontale Global: Djibouti-Ville (cal/cm^2/jour)

	1973	1974	1975	1976	1977	moyenne
Janvier	--	481	481	479	338	448
Février	--	505	525	522	525	526
Mars	--	461	584	--	576	540
Avril	--	611	553	--	564	576
Mai	--	525	615	597	573	577
Juin	--	489	564	--	522	525
Juillet	517	545	523	524	496	521
Août	513	547	514	538	506	524
Septembre	535	535	560	545	534	542
Octobre	563	558	557	560	447	537
Novembre	515	517	517	499	463	502
Décembre	445	473	475	448	419	452
Moyennes	--	521	539	--	497	--

N.B.: Il faudrait remarquer que ces chiffres représentent différents mois, et que les données ne sont pas corrigées en fonction de la température. Les données ont été rassemblées à l'aide d'un instrument Kipp Zonen.

Source: SNM.

TABLEAU G-2

Ensoleillement Mensuel Moyen: 1983 (kWh/m^2/jour)

Station/Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Djibouti-Ville	-	4,20	5,87	5,81	6,12	6,29	6,01	5,90	6,40	6,27	6.08	5,92
Ali-Sabieh	-	4,28	4,94	6,15	6,47	6,24	6,08	5,95	6,42	6,49	6,35	5,99
Obock	-	4,61	5,56	6,22	6,47	6,18	5,59	5,31	5,18	6,16	5,77	5,34
Dikhil	-	-	5,95	6,02	6,02	6,51	6,25	6,10	6,35	6,28	6,10	5,43
Tadjourah	-	-	-	-	-	5,77	5,44	5,05	5,86	5,60	5,02	6,79
Hol-Hol	-	-	-	-	5,07	5,62	5,59	5,54	(a)	(a)	5,24	4,43
Yoboki	-	-	-	-	5,68	6,05	5,82	5,66	6,11	6,13	5,82	5,27

Source: ISERST/VITA.

(a) Données non disponibles en raison de problèmes techniques.

TABLEAU G-2a

Ensoleillement Mensuel Moyen: 1984 (kWh/m^2/jour)

Mois/Station	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Djibouti-Ville	6,0	--	6,8	7,3	6,4	6,2
Ali-Sabieh	6,0	6,3	(a)	7,3	6,5	6,0
Obock	5,1	6,1	6,5	(a)	6,5	(a)
Dikhil	5,6	6,5	6,8	7,0	6,5	6,7
Tadjourah	4,7	5,7	6,2	6,7	5,7	5,8
Hol-Hol	4,5	5,2	5,8	6,6	5,9	--
Yoboki	5,3	6,1	6,5	6,7	6,2	6,0

Source: ISERST/VITA.

(a) Données non disponibles en raison de problèmes techniques.

FIGURE G-1 (Correspond à la Figure G-3, Version Anglaise)

Ensoleillement mesuré: Djibouti-Ville

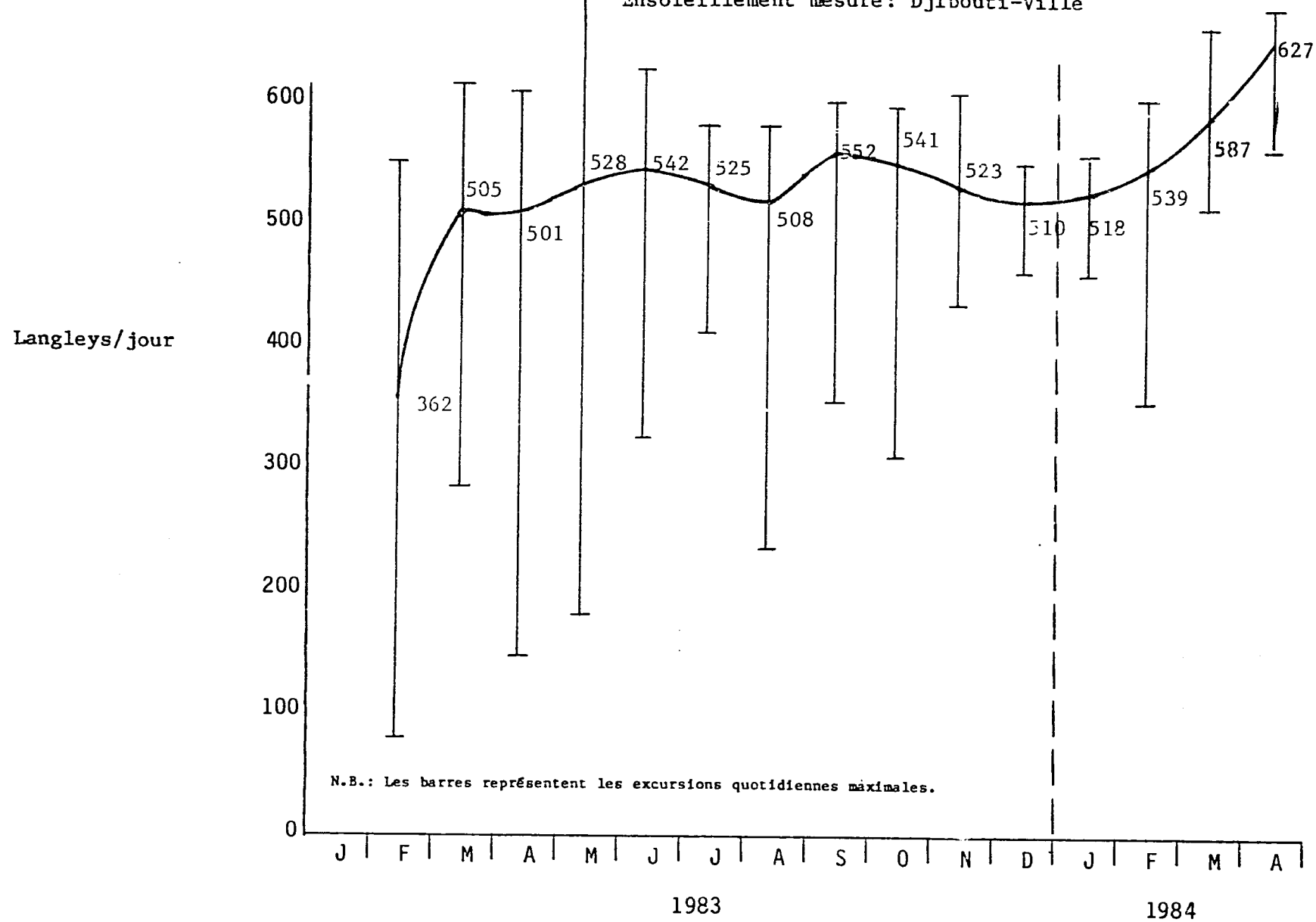


FIGURE G-2 (Correspond à la Figure G-4, Version Anglaise)

Ensoleillement mesuré: Hol Hol

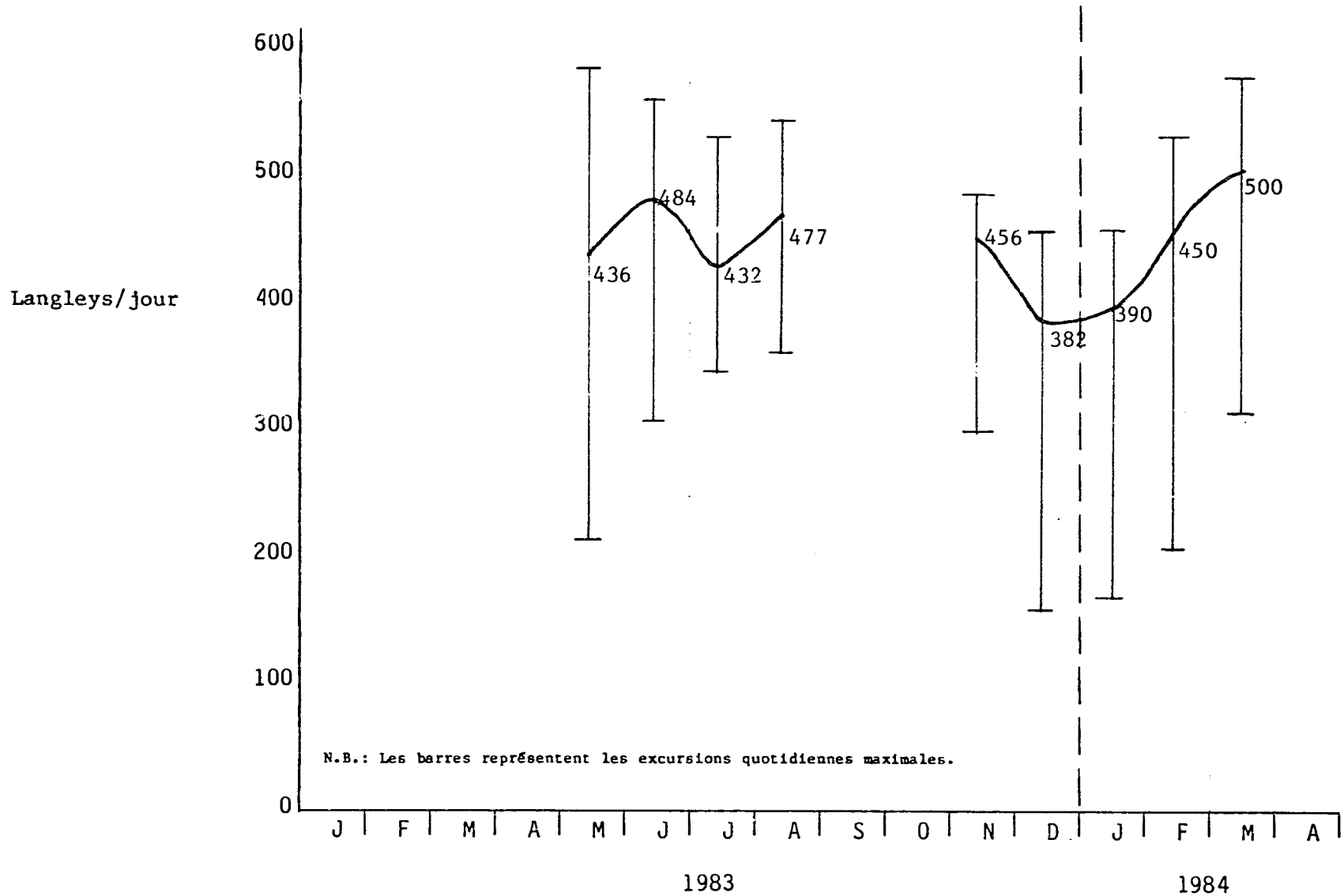


FIGURE G-3 (Correspond à la Figure G-5, Version Anglaise)

Ensoleillement mesuré: Ali-Sabieh

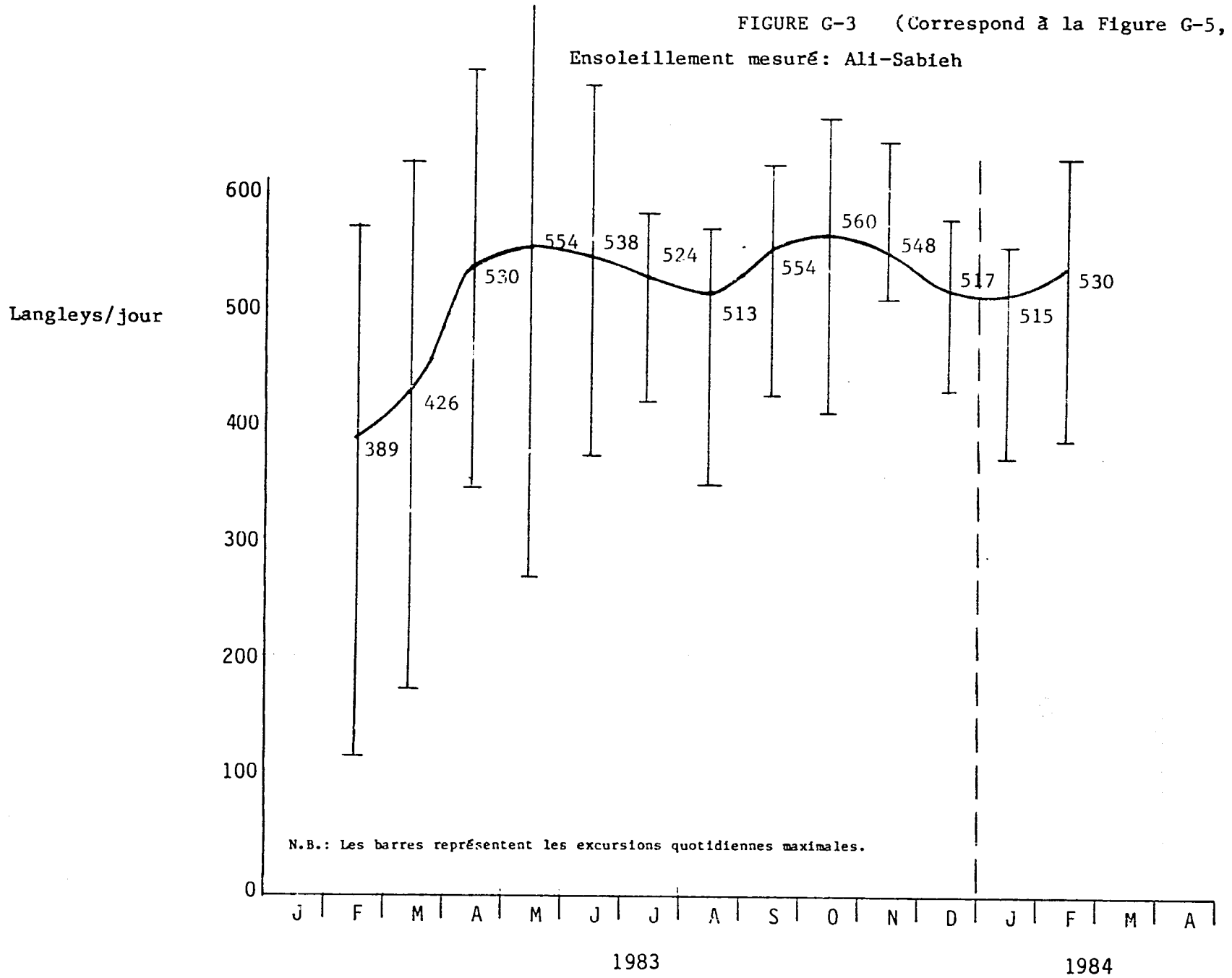


FIGURE G-4 (Correspond à la Figure G-6, Version Anglaise)

Ensoleillement mesure: Dikhil

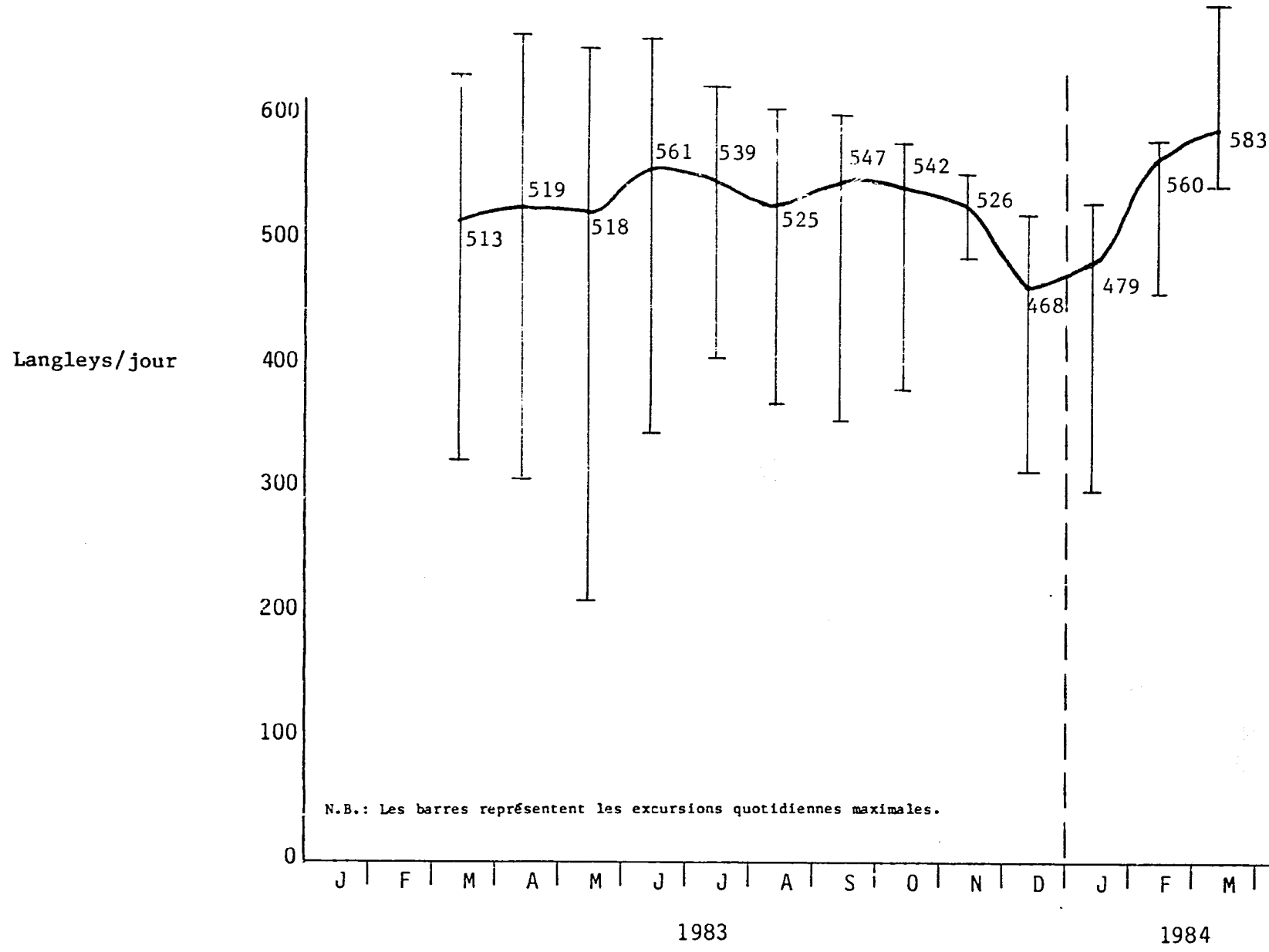


FIGURE G-5 (Correspond à la Figure G-7, Version Anglaise)
Ensoleillement mesuré: Yoboki

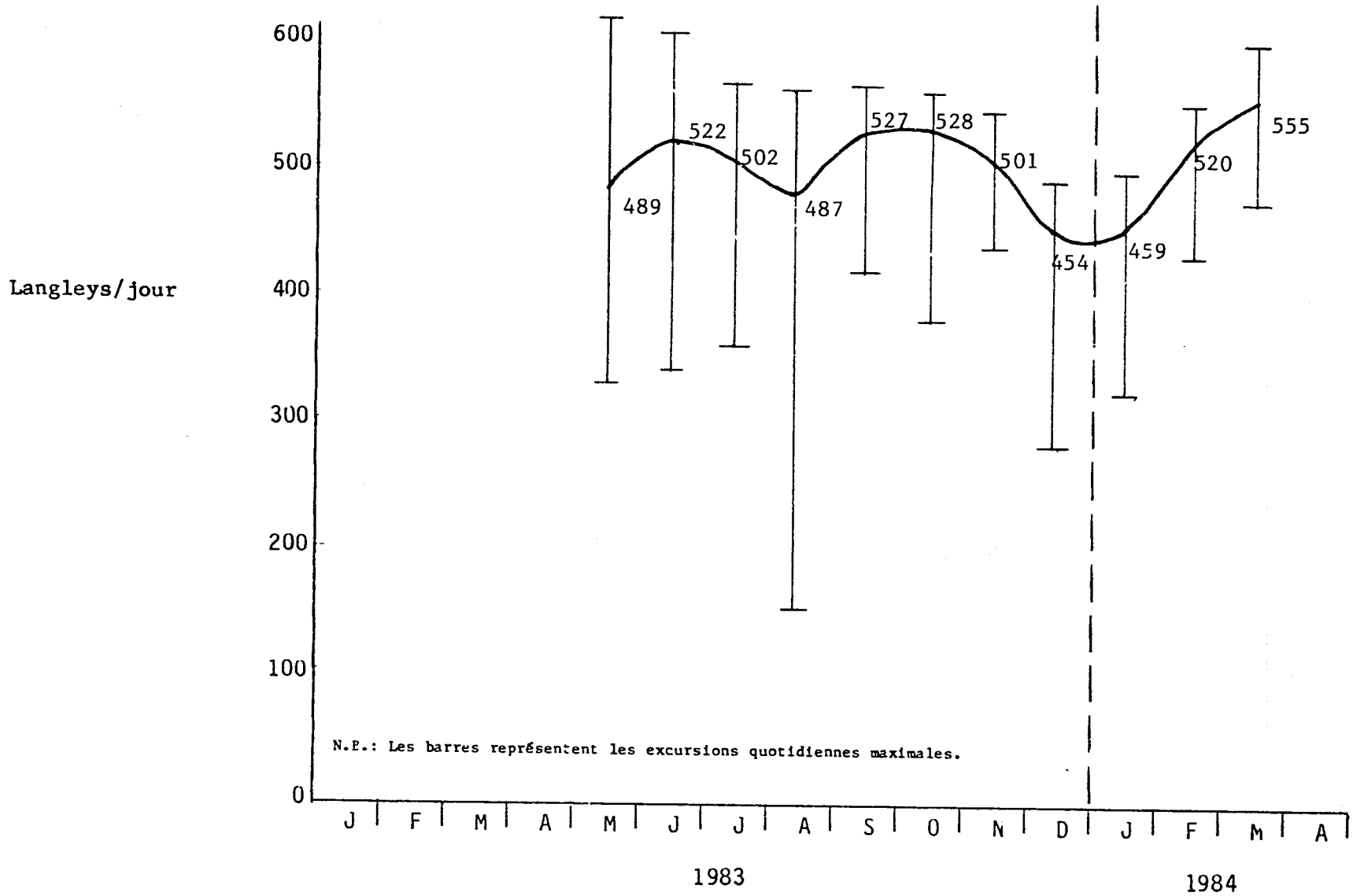


FIGURE G-6 (Correspond à la Figure G-8, Version Anglaise)

Ensoleillement mesuré: Tadjourah

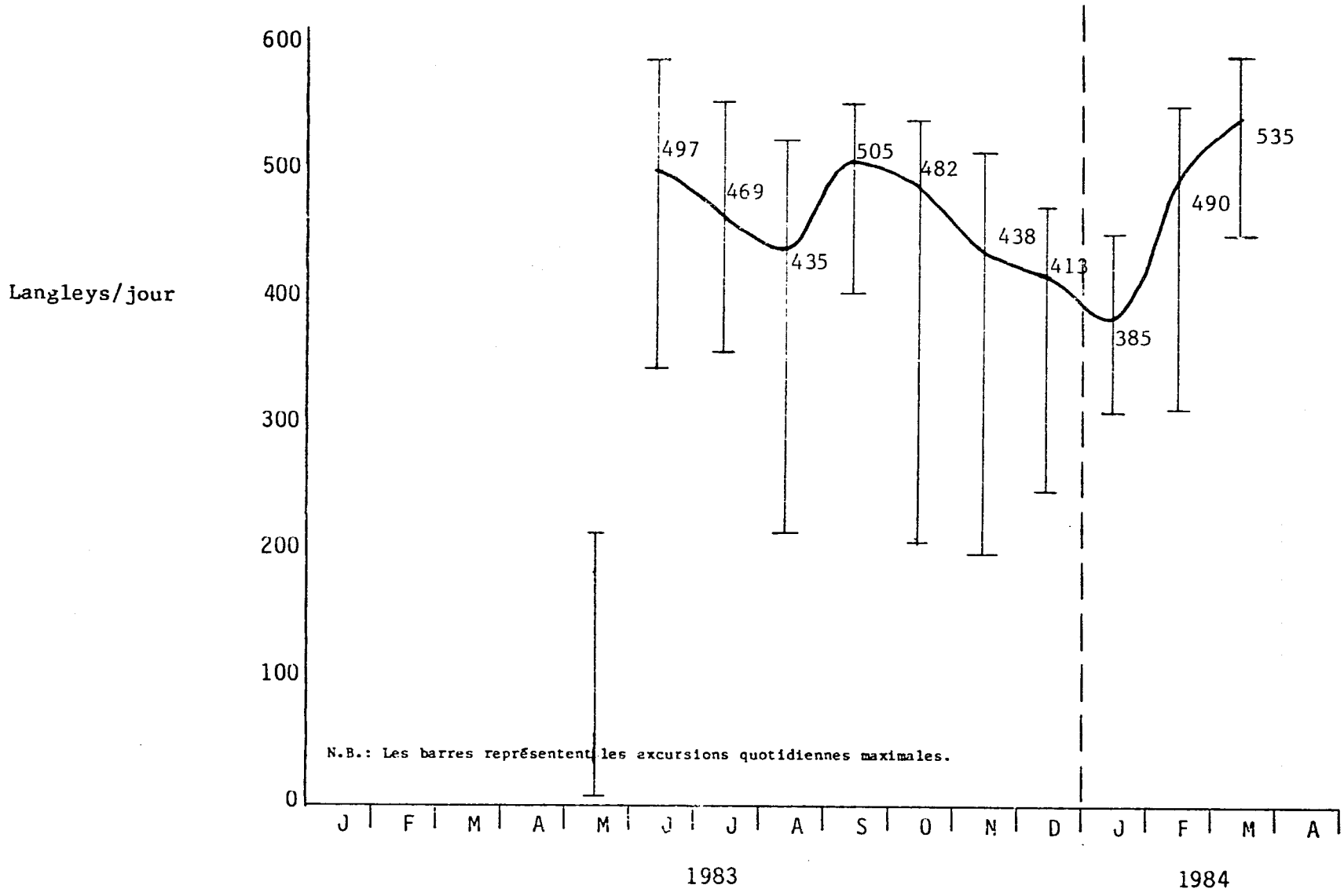
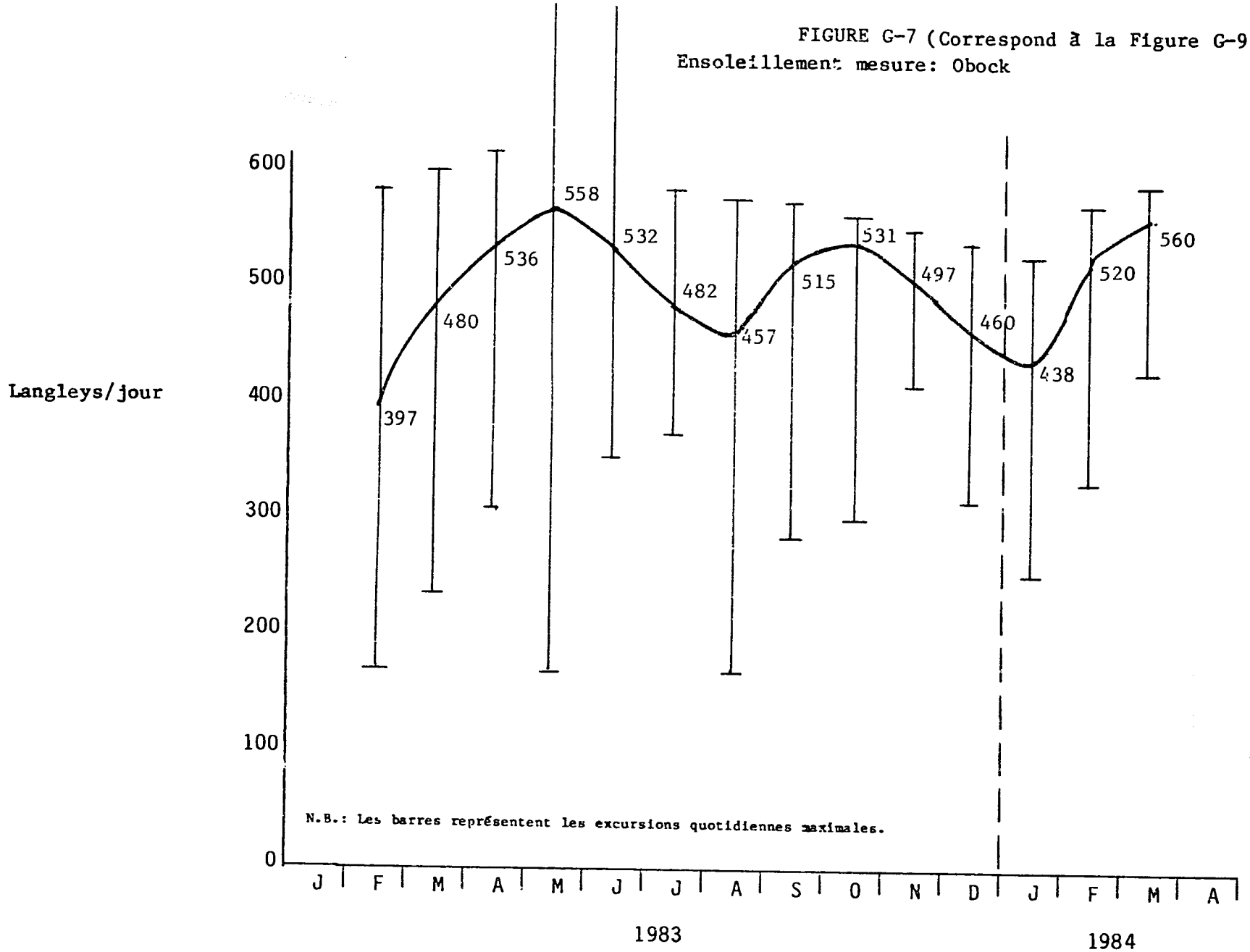


FIGURE G-7 (Correspond à la Figure G-9, Version Anglaise)
Ensoleillement mesure: Obock



ANNEXE H

HISTORIQUE DES APPLICATIONS DES ENERGIES RENOUVELABLES A DJIBOUTI

L'énergie éolienne et l'énergie solaire font partie des formes d'énergie utilisées depuis le plus longtemps par l'homme. La maîtrise de ces formes d'énergie est récemment devenu très avancé technologiquement, surtout en ce qui concerne le pompage de l'eau solaire. Les éoliennes existent depuis longtemps, alors que les cellules photovoltaïques ne sont disponibles sur le marché que depuis une dizaine d'années. Il n'est donc pas surprenant que Djibouti ait connu les technologies éoliennes plus longtemps qu'elle n'a connu celles, plus récentes, du solaire.

Energie Eolienne

Bien que Djibouti n'ait connu l'énergie éolienne (quelque peu récente) que de façon limitée, ce pays a connu les mêmes problèmes que ceux qui ont surgi dans d'autres régions du monde: 1) manque d'outils de conception de systèmes pouvant prédire de façon adéquate la performance d'un système, et 2) absence d'infrastructure adéquate pour l'entretien.

Au début des années 70, cinq éoliennes Aermotor, fabriquées aux Etats-Unis, ont été installées par le Génie Rural en divers endroits des districts de Tadjourah et d'Obock (Assa Guineita, Kor Angar, Bissidirou, Adailou et Assa Gueyla). L'équipe du projet s'est rendue sur deux de ces sites l'année dernière (1983). Dans les deux cas, il y avait un puits sur le site, l'un recouvert et l'autre ayant l'éolienne montée juste au-dessus. Chacun d'eux possédait un important réservoir, une bouche de distribution d'eau et un bassin proche. Aucune des éoliennes ne fonctionnait bien que les machines proprement dites aient été en bon état, ne nécessitant que le remplacement de plusieurs pièces rouillées.

La corrosion constitue un problème dans les régions situées près des côtes, où l'air salin rouille les pièces du mécanisme de pliage des ailes. Une telle corrosion a été constatée sur ces deux machines, bien que tout programme raisonnable de graissage des pièces aurait dû empêcher leur détérioration. Cependant, la principale raison de la panne de ces machines était que les pompes étaient en mauvais état, ayant besoin d'être remplacées, et que les puits étaient soit secs, soit bouchés. Selon les rapports en provenance des régions nord, aucune des trois autres éoliennes ne fonctionne. Bien que les raisons en soient moins claires, il est plus que probable que l'on ne s'est pas occupé comme il le fallait des pompes et de la tuyauterie.

De 1959 à 1983, une éolienne Aermotor de 3,65 mètres de diamètre était exposée pour démonstration dans le jardin du Département de

l'Agriculture à Ambouli. Cette machine était en panne depuis plusieurs années et a été démontée en 1983, dans le cadre d'une entreprise conjointe entre l'ISERST et le Secours Catholique (avec l'aide du district d'Ali Sabieh). Un examen attentif a révélé que le système avait été démonté plus tôt et réassemblé de façon incorrecte, entrainant une usure excessive de plusieurs pièces. De nouvelles pièces de rechange ont été fabriquées au Lycée d'Enseignement Professionnel (LEP) et l'ensemble de l'éolienne a été déplacé et remonté dans le jardin du Secours Catholique à Aramadoule près d'Ali-Sabieh. Un compteur de débit et un anémomètre totalisateur ont été installés afin de surveiller la performance de cette éolienne, mais aucune donnée utile n'en a été acquise à ce jour (1). Le puits a récemment donné de l'eau saumâtre et l'éolienne n'est plus utilisée actuellement pour pomper l'eau nécessaire au jardin.

En 1981, le Centre International du Développement Rural (CIDR) a commandé une éolienne Oasis, de fabrication française, de 2 mètres de diamètre. Cette éolienne multipale, à prise directe et légère a été installée dans un jardin de démonstration de Grand Douda, près de Djibouti-Ville. Au début de 1983, cette éolienne n'était toujours pas opérationnelle. La machine elle-même est en bon état; la pompe a besoin d'être remplacée. Ceci a maintenant été réalisé avec l'aide de l'équipe ISERST/VITA et un programme de contrôle à court terme est en cours afin de déterminer le niveau de production de ce système. Le CIDR voudrait déplacer l'éolienne pour l'installer en un autre endroit car il existe une pompe diesel sur le site actuel; l'éolienne pourrait être plus utile ailleurs qu'à l'endroit où elle se trouve.

A Teoao, près de Yoboki, un certain nombre d'éoliennes Pumpomat à diaphragme, de 1,7 mètre de diamètre et de fabrication allemande, ont été installées par la Mission de la Mer Rouge. Cette région de la vallée de Hanle est l'un des endroits où il existe une nappe phréatique peu profonde (environ 3 mètres). Ces pompes éoliennes sont utilisées par des agriculteurs individuels qui obtiennent ainsi l'eau d'irrigation destinée à de petits jardins. Chaque éolienne est dotée d'un réservoir d'environ 6 mètres cubes de sorte qu'il est possible de pratiquer l'irrigation par inondation dans la soirée, lorsque les pertes dues à l'évaporation sont réduites. Une dizaine de ces éoliennes sont maintenant utilisées depuis plusieurs années. Il y a eu des problèmes initiaux

---

(1) Ce manque de données utiles provient de plusieurs facteurs. Le compteur d'eau n'a pas été installé correctement et la pompe éolienne tire toujours tant d'eau que le puits s'assèche (il a été approfondi auparavant, mais cela n'a pas résolu le problème). Qui plus est, le gardien qui était responsable de l'enregistrement des valeurs de la vitesse moyenne quotidienne des vents et du volume d'eau pompée avait des difficultés à enregistrer ces chiffres de façon correcte.

avec les pompes à diaphragme, mais ils ont été résolus par l'utilisation de boulons plus importants. Ces pompes éoliennes sont toujours utilisées et l'équipe de la Mission en est satisfaite. L'entretien est toujours nécessaire, mais il peut généralement être effectué par des personnes de Yoboki.

Cette expérience démontre clairement que l'énergie éolienne peut être utilisée avec succès à Djibouti.

Les pompes éoliennes sont du matériel très simple. Elles ne comprennent que quelques pièces mobiles. Ces machines fonctionnent en changeant le mouvement de rotation de la roue de l'éolienne en mouvement de haut en bas de la tige de pompe. Tout mécanicien capable devrait pouvoir comprendre le fonctionnement d'une pompe éolienne et de la réparer si nécessaire; il existe des mécaniciens capables dans toutes les principales villes de Djibouti.

Le fiasco de nombreuses pompes éoliennes doit être le résultat d'autres facteurs. Dans les jardins d'Ambouli, une pompe diesel se trouve à côté de l'éolienne, ce qui rend inutile la réparation de cette dernière. A Assa Guineita et à Kor Angar, les pompes éoliennes ont été placées sur des puits aux eaux saumâtres, de sorte que celle-ci n'est moins désirée. A Douda, les cuirs de pompe avaient besoin d'être remplacés, une opération simple qui a maintenant été effectuée. Tous ces cas semblent résulter d'un manque d'effort organisé en vue d'utiliser l'énergie éolienne aux endroits où elle constitue une solution raisonnable et de l'absence d'une agence spécialisée et de l'engagement des responsables à entretenir et réparer les machines. Celles qui ont été installées au-dessus de puits aux eaux saumâtres devraient être déplacées vers de meilleurs endroits, comme ce fut le cas avec l'éolienne d'Ambouli.

Les essais faits à ce jour avec l'énergie éolienne révèle qu'il est possible d'utiliser les pompes éoliennes à Djibouti. Les expériences faites à Yoboki avec les éoliennes Pumpomat indiquent qu'avec un peu d'attention les pompes éoliennes peuvent satisfaire les besoins en eau pompée. Les pompes éoliennes doivent donc être localisées en des endroits convenables et elles doivent être régulièrement visitées et entretenues. Avec des pompes éoliennes telles que celles qui se trouvent dans les districts du nord, une ou deux visites d'entretien par an seulement devraient suffire. Ces visites sont néanmoins essentielles au succès à long terme de l'utilisation des pompes éoliennes.

Energie Solaire

A Djibouti, l'énergie solaire, au-delà de son utilisation traditionnelle pour le séchage (légumes, briques de terre, vêtements, etc.), en est à ses balbutiements. Un certain intérêt s'est récemment fait jour concernant les fours solaires et les systèmes à eau chaude. Les systèmes photovoltaïques font l'objet d'un intérêt considérable, en particulier pour les communications et le pompage de l'eau. Les ressources solaires sont considérables

et tout laisse à penser que les coûts d'entretien et de réparation seront minimes. Ces impressions sont justifiées en ce qui concerne les systèmes thermiques solaires mis en place à Djibouti, qui comprennent des cuiseurs solaires installés à Dikhil et un système de chauffage solaire de l'eau mis en place à Djibouti-Ville.

En 1982, le Haut-Commissaire des Nations Unies pour les Réfugiés (HCNUR) a financé la fabrication de deux unités de cuiseurs solaires à concentration de démonstration destinés à la cuisson des aliments et à la stérilisation du matériel hospitalier. Il n'y a pas eu beaucoup de suites données à cette expérience mais tout laisse à penser que ces unités ne sont plus utilisées.

Une blanchisserie commerciale s'est déclarée être très intéressée par l'installation d'un système solaire de chauffage de l'eau. Elle a besoin d'environ 1 200 à 1 500 litres d'eau par jour, dont la température doit être élevée d'environ 30 à 35 degrés C à entre 80 et 90 degrés C. Bien que des chauffe-eau solaires d'une dimension raisonnable puissent ne pas satisfaire ces caractéristiques, un système de pré-chauffage ferait baisser la consommation d'énergie conventionnelle.

L'ambassadeur des Etats-Unis fait aussi installer un chauffe-eau solaire dans sa résidence de Djibouti. Jusqu'à présent, on ne peut tirer aucune conclusion quant à l'utilisation de ce système.

Les cellules photovoltaïques sont utilisées à Djibouti depuis quelques années seulement. Leurs applications vont des communications au pompage de l'eau d'irrigation et à l'éclairage résidentiel. A Djibouti, on trouve une capacité photovoltaïque installée d'environ 10 kW de pointe. Le plus important de ces systèmes est celui qui a été installé pour démonstration sur le bâtiment ISERST/VITA à Djibouti-Ville. Ce système de 5,3 kW de pointe utilise 132 modules ARCO de 40 watts et un système de secours à batteries sur cycle de deux jours. L'énergie produite est convertie en courant alternatif de 220 volts à 50 hz et alimente l'éclairage, le matériel de bureau et les ventilateurs d'environ 400 mètres carrés de bureaux. Ce système vient d'être installé et l'équipe a l'intention de le suivre et de l'évaluer.

Les installations de la RTD (Radio Télévision Djibouti) à Ali-Sabieh sont aussi dotées d'un autre important système photovoltaïque. Ce système utilise des modules allemands (AG Telefunken) et a une capacité installée de 600 watts. La production de ces modules sert à alimenter le relai radio FM d'Arta et l'émetteur de la région d'Ali-Sabieh.

En outre, une installation de pompage par énergie solaire de 2,6 kW se trouve dans un jardin expérimental d'Attar, au sud de Djibouti-Ville. Ce système n'effectue pas le pompage primaire, mais permet de tirer de 100 à 150 mètres cubes d'eau d'un réservoir vers les canaux d'irrigation qui alimentent les jardins individuels. Les panneaux, fabriqués par la société française Photowatt, sont couplés à une Pompe Guinard.

Un certain nombre d'autres petits systèmes sont aussi utilisés. Le projet ISERST/VITA, financé par l'AID, a fourni plusieurs systèmes photovoltaïques de démonstration. Le plus visible a été une pompe de vidange de 300 watts SEI utilisée pour démontrer les possibilités de pompage à Djibouti grâce à l'énergie photovoltaïque. Des démonstrations couronnées de succès ont eu lieu à Djibouti-Ville et dans un certain nombre de villages; la pompe a aussi été montrée à la télévision. Ces efforts ont entrainé un intérêt considérable dans de tels systèmes.

Une autre installation importante est le système photovoltaïque ARCO de 480 watts qui se trouve au lycée de Djibouti. Cet ensemble est utilisé par les classes de science pour l'alimentation du matériel de laboratoire et pour les cours ayant trait au courant continu et aux cellules photovoltaïques.

On peut trouver à Djibouti d'autres appareils alimentés par énergie photovoltaïque, et tous ne résultent pas directement du projet énergétique financé par l'AID. L'armée allemande participe à un programme destiné à former et à équiper la police; elle a fourni des systèmes photovoltaïques de secours à une partie du réseau radio de la police du pays. Un système AG Telefunken de 80 watts en 24 volts a été acheté afin d'assurer le fonctionnement continu de ces radios. Quatre vingt dix panneaux de 20 watts chacun ont aussi été achetés pour les radios de 20 watts utilisées dans les zones rurales. En outre, on peut voir des modules photovoltaïques en haut des châteaux d'eau de Djibouti-Ville. Ces panneaux alimentent un système chargé de surveiller le niveau de l'eau dans les réservoirs.

L'un des aspects les plus intéressants pour l'avenir réside dans les stations photovoltaïques de pompage. Deux systèmes ARCO de 450 watts ont été commandés par le Commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés pour être utilisés à As Eyla et à Hol Hol, mais au moment de la rédaction de ce rapport ils n'étaient toujours pas arrivés à Djibouti. Un effort sérieux a été fait lors de la conférence des pays donateurs afin d'obtenir des fonds pour un groupe de huit pompes solaires devant être utilisées en milieu rural. Le Tableau H-1 donne des détails sur ces huit sites. Le gouvernement français a exprimé un certain intérêt dans le financement d'une partie de ce programme, mais il reste encore des détails à règler.

Il est clair qu'il existe d'importantes possibilités concernant l'énergie solaire à Djibouti. Il est tout aussi clair que les djiboutiens sont intéressés et impatients d'utiliser une partie de ces possibilités. Les systèmes thermiques à basse température qui n'exigent qu'un minimum d'entretien et ont un prix d'achat allant de modéré à faible, sont déjà rentables à Djibouti. Les systèmes plus onéreux, tels que les systèmes photovoltaïques qui coûtent souvent entre 1 239 FD (7 dollars US) et 2 124 FD (12 dollars US) par watt de pointe, sont cependant plus difficiles à justifier si l'on s'en tient seulement aux arguments économiques. Il faut se rappeler que bien que les systèmes photovoltaïques

n'aient pratiquement pas besoin d'entretien, ce n'est pas le cas pour les sous-systèmes électriques qu'ils alimentent. Une infrastructure adéquate et des mécanismes de réponse sont essentiels.

Au fur et à mesure que les prix des systèmes PV vont baisser, ils deviendront de plus en plus intéressants. L'application la plus tentante actuellement est le remplacement du transport de l'eau par camions par de l'eau disponible sur place et tirée par une source d'énergie renouvelable. Pour une discussion plus détaillée de cette application, voir Annexe I, "Pompage et Ravitaillement en Eau".

TABLEAU H-1

Applications Possibles en Milieu Rural pour les Pompes Solaires

Emplacement	Estimation de la Puissance Requise	Hauteur Requise (m)	Capacité Requise (en m^3)
Bissi Dirou	6,5 kW	14	250
Koudi	5,2 kW	28	130
Daouda Ouya	4,0 kW	33,3	60
Adailol	1,3 kW	5,8	55
Assa Gueila	400 W	6,0	16
Obock	400 W	2,0	30
Dikhil	400 W	2,5	30
Ali Ade	400 W	2,5	25

ANNEXE I

POMPAGE ET RAVITAILLEMENT EN EAU

L'Office National des Eaux de Djibouti (ONED) fournit de l'eau à tous les principaux centres urbains du pays. Djibouti-Ville est le plus gros consommateur en eau. C'est aussi le plus important centre de population et comme elle est dotée de l'eau courante pratiquement partout (sauf à Balbala, un peu plus loin qu'Ambouli Waddi), elle a aussi la plus importante consommation par habitant. En 1983, un peu plus de 9 millions de mètres cubes d'eau ont été livrés à un peu moins de 200 000 personnes, soit une consommation de 125 litres par jour et par habitant (voir Tableau I-1). La ville est alimentée en eau à partir de deux champs (Nagad droite et gauche) comportant environ 30 puits au niveau statique moyen de 38 mètres (les niveaux vont de 32 à 62 mètres), et par une galerie de captage sous-terrain près d'Ambouli Waddi. Le champ de puits a une capacité de stockage de quelques 3 600 mètres cubes et 700 mètres cubes supplémentaires peuvent être stockés près de la galerie de captage et des stations de pompage d'Ambouli. Trois réservoirs situés en ville même permettent en outre de stocker un total de 6 000 mètres cubes. La capacité totale de stockage représente un peu plus de 40 pour cent de la consommation moyenne par jour en 1983. Un peu plus de 3 millions de kWh d'énergie totale ont été utilisés en 1983 (1,2 mg par mètre cube fourni)(voir Tableau I-4). Toute cette énergie est produite par l'Electricité de Djibouti (EdD). Cette quantité représente un peu moins de 50 pour cent de l'énergie totale dépensée pour le pompage de l'eau dans le pays.

L'ONED est aussi responsable de l'approvisionnement en eau des différents centres de population et d'Arta-Oueah. A Arta-Oueah, environ 550 000 kWh sont utilisés pour la fourniture d'une quantité d'eau estimée à 198 000 mètres cubes (voir Tableau I-2). Ce chiffre est élevé parce que les puits sont dans la vallée et que l'eau doit être pompée et remonter une pente de plus de 300 mètres avant d'arriver aux utilisateurs finaux. L'énergie nécessaire à ces pompes est fournie par l'EdD, à partir de Djibouti-Ville qui se trouve à environ 30 km de là.

En ce qui concerne le pompage de l'eau, les villes de Dikhil, Tadjourah et Obock l'utilisation de l'eau et de l'énergie suivent des modèles semblables. Les niveaux statiques des puits dans ces villes sont semblables à ceux de Djibouti-Ville (sauf pour un des trois puits situés à Tadjourah et qui est moins profond); leur consommation énergétique particulière reflète cette similarité (voir Tableau I-4). A Obock, la consommation spécifique est un peu moindre, probablement parce que les puits sont plus près de la ville ou peut-être parce que le mécanicien responsable est plus capable. L'utilisation de 36 à 47 litres par jour et par

habitant est compatible avec le fait que l'eau est disponible mais n'est pas amenée par canalisations dans toutes les maisons, car on peut s'attendre à une consommation de 10 à 50 litres par jour et par habitant lorsqu'il existe une colonne d'alimentation d'eau (1). Les gens obtiennent souvent leur eau auprès de voisins qui ont l'eau courante ou à des fontaines publiques. Il existe une usine de mise en bouteilles d'eau à Tadjourah; la consommation énergétique associée à cette entreprise (pour le pompage et la mise en bouteilles) n'est pas comprise dans cette partie du document, mais dans le chapitre de la Section 2 qui traite des utilisations industrielles.

Ali-Sabieh est un cas spécial. Il y a des puits peu profonds en ville, mais l'eau n'est pas potable en raison d'une forte salinité et d'autres contaminants inconnus qui noircissent les langues et font pourrir les dents. En conséquence, l'eau provient de Mouloud et amenée à Ali-Sabieh par conduits sur plus de 20 km, ce qui entraine une élévation de 100 mètres. Ce pompage entraine une très forte demande particulière en énergie: plus de six fois la moyenne des autres centres urbains. En outre, la consommation par habitant est faussée de façon sensible par les pertes qui interviennent dans ce système de pompage. Des économies d'énergie pourraient être réalisées en tâchant de réduire ces pertes. Il semble qu'une autre source d'eau ait été découverte à environ 12 km d'Ali-Sabieh, mais même si elle est pompée à partir de ce point, la consommation énergétique spécifique sera élevée. Il est intéressant de noter que la consommation par habitant à Ali-Sabieh est semblable à celle des autres centres urbains (voir Tableau I-5).

Des informations concernant le ravitaillement en eau à Djibouti figurent dans les tableaux suivants. Les calculs effectués pour arriver aux chiffres mentionnés dans le texte y figurent aussi.

Analyse 1: Puits Ruraux

Selon le Génie Rural, les coûts ordinaires annuels encourus pour creuser un puits rural typique sont de 540 000 FD, soit 3 086 dollars américains (cf. Tableau I-6). Nous estimons que 85 pour cent de cette valeur représentent des coûts associés au combustible diesel, ce qui donne un coût annuel du combustible de 459 000 FD, autrement dit 2 623 dollars. EdD estime 86 FD comme prix courant d'un litre de combustible livré à Obock. Nous estimons à 90 FD le litre de combustible livré à la tête du puits. Par conséquent, 459 000 FD permettront l'achat de 5 100 litres de combustible par an, ou 14 litres par jour.

En partant de la supposition que Tadjourah, Obock, et Dikhil soient représentatifs en termes de consommation spécifique (les profondeurs de puits sont raisonnablement similaires à la moyenne

---

(1) R. Feachem, M. McGarry et D. Mara, eds. Eau, Déchets et Santé dans les Climats Chauds (New York:Wiley & Sons, 1977).

de 80 m pour les puits ruraux), chaque mètre cube exige 2,8 MJ pour le pompage, ou 0,3 litre de combustible diesel, approximativement, pour chaque mètre cube. Par conséquent, 14 litres de combustible permettront de pomper près de 47 m^3 d'eau par jour (arrondi à 50 m^3), ou 18 000 m^3 chaque année.

Analyse 2: PK 20

Il est nécessaire d'établir certaines hypothèses, si l'on veut déterminer les exigences en matière d'énergie pour le projet agricole à PK 20. Compte tenu des informations disponibles, nous supposons que le niveau statique des puits est de 100 mètres, que la superficie de terres irriguées est de 50 hectares, et qu'il faut 10 000 m^3 d'eau par an pour chaque hectare de terre. La dernière de ces hypothèses se base sur le fait que la demande en eau exigée à PK20 est de 1 litre/s (par heure pompée) pendant 10 heures/jour pendant 9 mois au cours d'une année. Par conséquent, il faut pomper 500 000 m^3 d'eau d'une profondeur de 100 m, afin d'irriguer 50 hectares. L'énergie requise pour accomplir cette opération est calculée par la formule suivante:

$$(500\ 000\ m^3) \times (100\ m) \times (9{,}8\ m/s^2) \times (100\ kg/m^3) = 0{,}49\ TJ$$

Si l'on suppose une efficacité de 30 pour cent pour la pompe, on pourra donc supposer que près de 1,6 TJ de diesel seraient nécessaires pour l'opération.

Analyse 3: Eau transporté par camion

Les hypothèses suivantes se basent sur des informations fournies par le commissaire d'Obock, (et leur importance vérifiée par le Génie Rural):

1. Chaque camion est utilisé pendant près de 300 jours par an

2. Chaque camion requiert près de 100 litres de combustible par jour

3. Chaque camion couvre une distance de près de 125 km par jour

4. Les camions coûtent 11 millions de FD chacun et ont une vie de 3 ans en moyenne

5. Le litre de combustible diesel coûte 90 FD environ

6. Le salaire quotidien d'un chauffeur est de 3 000 FD

7. Chaque camion a une capacité de 8 m^3 et effectue une moyenne de 4 voyages chaque jour

8. 10 camions sont en opération et sont utilisés pour la livraison d'eau à travers l'ensemble de Djibouti.

L'essai pour vérifier le rendement de combustible (le rapport miles/gallon ou kilomètres/litre) pour les camions, a pour résultat des rendements de 0,8 litres/km ou 2,8 miles/gallon. Ceci représente un nombre raisonnable si l'on tient compte du type de camions utilisés et de la manière de conduire des chauffeurs. Les hypothèses 2 et 3 semble, donc, raisonnables.

En supposant que le coût d'un litre de combustible soit de 90 FD, la facture totale pour le combustible s'élèvera à 2 700 000 FD/an (15 428 dollars) pour chaque camion. Si l'on suppose que les réparations et l'entretien représentent 15 pour cent des coûts du combustible, cela donne 3 105 000 FD (17 743 dollars) comme coûts ordinaires pour chaque camion (chauffeur non-compris). A 3 000 FD/jour (17,14 dollars) sur une période de 300 jours, le chauffeur perçoit un salaire annuel de 900 000 FD (5 143 dollars).

Un camion coûte 11 millions de FD (62 857 dollars) et a une vie de trois ans environ. En supposant une vie de trois années et un taux d'actualisation de 12 pour cent, le facteur de recouvrement des capitaux est de 0,416. Ce facteur multiplié par le coût initial du camion donnera un coût annualisé de 4 579 838 FD (26 170 dollars).

Pour que l'on puisse livrer l'eau, il est nécessaire qu'elle soit pompée dans le réservoir du camion. En supposant que la pompe du puits ait une consommation spécifique de 0,297 litre de combustible diesel par mètre cube d'eau pompée, le coût annuel total du pompage de l'eau dans le camion est donnég par la formule suivante:

$$(8\ m^3/\text{camion}) \times (4\ \text{camions/jour}) \times (300\ \text{jours/an})$$

$$\times\ (0{,}297\ \text{litre}/m^3) = 2\ 851\ \text{litres/an}$$

A 90 FD par litre de combustible, le coût annuel est de 256 590 FD.

Le coût total de la livraison de l'eau par un seul camion est donné par la formule suivante:

$$(3\ 105\ 000) + (900\ 000) + (4\ 579\ 838) + (256\ 590)$$

$$=$$

$$8\ 841\ 427\ \text{FD}\ (50\ 522\ \text{dollars US})$$

Dans le mesure où un camion effectue une moyenne de 4 voyages au cours desquels il transporte 8 mètres cubes pendant 300 jours/an, la quantité totale livrée par un camion revient à 9 600 mètres cubes. Cela signifie que le coût par mètre cube d'eau livrée revient à près de 921 FD, soit 5,26 dollars américains.

Si, à l'échelle nationale, on utilise dix camions, la quantité totale d'eau livrée sera, donc, de 96 000 m^3 et son coût sera de 88 414 280 FD, autrement dit 505 224 dollars.

L'énergie totale utilisée pour la livraison de l'eau est de 2 851 litres de diesel, dans le but de pomper l'eau, auxquels il faut ajouter les 30 000 litres de combustible nécessaire à l'opération du camion. Cela donne un total de 32 851 litres de combustible. Cela revient à 0,31 TJ par camion/an, ou 3,1 TJ/an pour un parc de dix camions. Cela représente 70,9 tonnes d'équivalent-pétrole comme estimation nationale totale.

Analyse 4: Coûts des Puits Ruraux

Les hypothèses ci-après sont basées sur les informations fournies par le Génie Rural (Tableau I-6). Tout au long de ces hypothèses, on a eu recours à un taux d'actualisation de 12 pour cent.

Dans le cas où une pompe doit être remplacée tous les trois ans, le coût annualisé du prix total de 1 500 000 FD sera de 624 523 FD, c'est-à-dire 3 569 dollars. Le remplacement, tous les cinq ans, de l'ensemble moteur-générateur donne un coût annualisé de son coût originel (2 200 000 FD) sera de 610 301 FD, autrement dit 3 487 dollars.

On émet l'hypothèse selon laquelle toutes les dépenses d'équipement auront une durée de 20 ans. Dans le cas d'un puits ayant une profondeur moyenne de 80 m et qui a été foré à raison de 95 000 FD par mètre, le coût annualisé du coût total (7 600 000 FD) sera de 1 017 479 FD (5 814 dollars). Le coût initial de l'abri (500 000 FD) a un coût annualisé de 66 900 FD (382 dollars). Les dépenses encourues dans le cadre de la pose de tuyaux, par le transport par camions, et par la main-d'oeuvre utilisée lors de l'installation, étaient également annualisés sur une période de 20 ans; le coût annualisé du montant estimé par le Génie Rural (300 000 FD) est de 40 164 FD, c'est-à-dire 229 dollars.

On a estimé à 540 000 FD (3 086 dollars) les coûts annuels du combustible, l'entretien, et les réparations simples. Ceux de la sécurité ont été estimés à 480 000 FD, autrement dit 2 743 dollars.

En résumé, ces coûts indiquent que le coût annualisé par puits est de 3 379 367 FD, c'est-à-dire 19 310 dollars.

L'Analyse 1 a démontré qu'une moyenne de près de 50 m^3 d'eau par jour est pompée hors de chaque puits. En supposant que l'eau est pompée de façon quotidienne sans aucune perturbation mécanique, la quantité annuelle d'eau pompée hors de chaque puits sera de 18 250 m^3. Par conséquent, le coût de chaque mètre cube est de 185 FD environ (1,06 dollars américains).

TABLEAU I-1

Quantité d'Electricité Consommée lors du Pompage de l'Eau: Djibouti-Ville (1983)

	Consommation (en kWh) Rive Gauche du Nagad	Consommation (en kWh) Rive Droite du Nagad	Station de Pompage Ambouli (en kWh)	Consommation Totale (en kWh)	Volume d'Eau Pompée (en m^3)	Consommation Electrique (kWh/m^3)
Janvier	19 509	168 700	91 245	279 454	730 563	0,382
Février	10 353	118 726	181 125	310 204	732 987	0,423
Mars	15 939	173 813	83 617	189 752	733 992	0,258
Avril	15 309	173 812	85 748	274 869	744 933	0,368
Mai	22 785	170 484	68 759	262 026	747 047	0,350
Juin	16 679	169 810	68 838	255 327	758 885	0,336
Juillet	12 579	172 536	57 818	242 933	770 336	0,315
Août	21 357	175 572	65 158	262 087	774 332	0,338
Septembre	23 898	164 005	58 905	246 808	771 890	0,314
Octobre	22 386	172 789	65 242	260 417	775 437	0,335
Novembre	18 963	194 923	47 150	261 036	760 282	0,343
Décembre	23 415	170 726	55 666	249 807	735 374	0,339
TOTAUX				3 094 720	9 036 058	0,342

Source: ONED.

TABLEAU 1-2

Quantité d'Electricité Consommée lors du Pompage de l'Eau: Oueah-Arta (1983)

Janvier		32 603 kWh
Février		27 300 kWh
Mars		23 231 kWh
Avril		30 293 kWh
Mai		49 271 kWh
Juin		(inconnu)
Juillet		88 699 kWh
Août		62 921 kWh
Septembre		55 493 kWh
Octobre		50 558 kWh
Novembre		42 578 kWh
Décembre		45 728 kWh
Consommation Totale pour onze mois:	(Electricité)	508 675 kWh
	(Volume d'eau pompé)	180 674 m^3
Consommation Totale Annuelle Estimée:	(Volume d'eau pompé)	198 000 m^3
	(Electricité)	554 918 kWh

Source: ONED.

TABLEAU I-3

Quantité d'Electricité Consommée lors du Pompage de l'Eau: Cercles (1983)

Ali-Sabieh

500 m^3 d'eau pompée/jour = 182 500 m^3/an

Consommation de diesel = 1 000 litres/jour

Profondeurs des puits de Mouloud:

1 = 91 m
2 = 86 m

Tadjourah

Consommation d'électricité au cours du premier semestre de 1983 =

116 534 kWh x 2 = 233 068 kWh/an

Volume pompé = 113 566 m^3 x 2 = 227 132 m^3/an

Pk6 = 80 m
Pk6 BIS = 131 m
Marsaki = 36 m

Dikhil

Consommation d'électricité au cours du second semestre de 1983 =

59 750 kWh x 2 = 119 500 kWh/an

Volume pompé = 72 800 m^3 x 2 = 145 600 m^3/an

1 = 85 m
2 = 85 m

Obock

400 m^3/jour pompé = 146 000 m^3/an

Consommation de diesel = 100 litres/jour

1 = 120 m
2 = 120 m

Source: ONED.

TABLEAU I-4

Consommation Spécifique d'Energie
par Unité Eau Pompée (1983)

Site	Volume Total d'Eau Pompée (m^3/an)	Volume Total d'Energie Utilisée (GJ/an)	Consommation Spécifique d'Energie (MJ/m^3)
Ali-Sabieh	182 500	3 443	18,9
Dikhil	145 600	323	3,0
Tadjourah	227 132	839	3,7
Obock	146 000	344	2,4
Oueah-Arta	555 000	1 998	3,6
Djibouti	9 036 058	11 141	1,2

TABLEAU I-5

Consommation d'Eau par Habitant 1983

Site	Population	Volume d'Eau Pompée par An (m^3)	Consommation par Habitant (litres/jour)
Djibouti-Ville	198 000	9 036 058	125
Oueah-Arta	4 200	198 000	129
Ali Sabieh	12 100	182 500	41
Dikhil	8 200	145 600	48
Tadjourah	15 800	227 132	39
Obock	9 900	146 000	40
Population Rurale	64 300	607 000 (a)	26 (b)

(a) Comprend l'eau transporté par camions:

10 camions x $8m^3$/camion x 4 voyages/jour x 300 jours/an = 96 000 m^3/an

28 puits ruraux x 50 m^3/jour x 365 jours/an = 511 000 m^3/an

(b) Ne comprend pas l'eau utilisée à partir des sources de surface.

TABLEAU I-6

Pompage d'Eau des Puits Ruraux

Coût d'un Puits dans la Brousse:	(1983 FD)
Coût d'un nouvelle pompe de dimensions moyennes	1 500 000
Coût par mètre de puits foré	95 000
Coût de l'installation de la pompe, y compris le forage, la main-d'oeuvre, la pose de tuyaux, les camions, le transport, et les fournitures	300 000
Coût d'une génératrice de dimensions moyennes	2 200 000
Coût de l'abri de la génératrice	500 000
Estimations des Autres Variables (b):	
Coût annuel de l'entretien de la génératrice, y compris la consommation de diesel, les lubrifiants, les filtres, etc.	540 000
Coût annuel de la sécurité	480 000
Durée de vie moyenne d'une pompe utilisee sur chantier	3 ans
Durée moyenne d'utilisation par jour (les coupures de courant imprévues ne sont pas comprises)	8 heures
Production moyenne d'un puits de 80 m de profondeur (profondeur moyenne)	5-40 m^3/heure

---

Source: Génie Rural, janvier 1984.

N.B.: FD 177 = US $ 1,00.

(a) Il est impossible d'évaluer la consommation de combustible par m^3 pompé du fait de l'absence de données exactes.

(b) Dans le mesure où nous ne disposons pas de données précises, ce qui suit constitue des estimations générales.

FIGURE I-1

Emplacement des Puits dans la République de Djibouti

(Correspond à la Figure I-7, Version Anglaise)

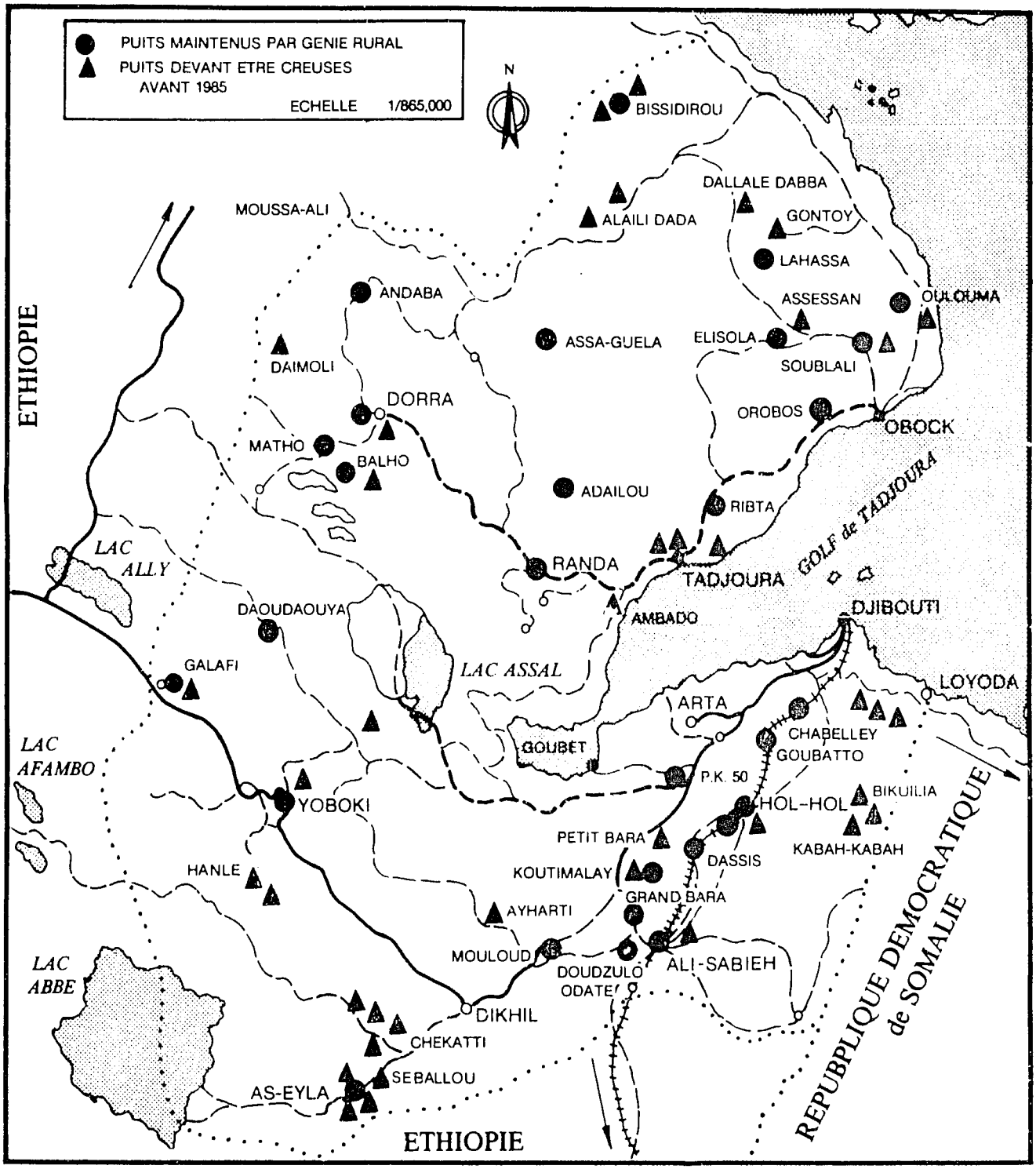


TABLEAU I-7

Puits Situés dans le District de Ali-Sabieh

(Correspond à la Figure I-8, Version Anglaise)

Emplacement	Type de Puits	Pompe	Diamètre du puits (cm)	Taux de Débit (m^3/hr)	Profondeur (m)	Début de la Production	Générateur (année)
Behidle	Foré	Souterraine	10,16	6	90	1983	10 kVA - 1983
Goubetto	Creusé	Diesel	-	6	8	1982	--
P.K. 50	Foré	Souterraine	15,24	20	80	1979	15 kVA - 1979
Holl-Holl 1	Creusé	Souterraine	10,16	12	50	1982	10 kVA - 1982
Holl-Holl 2	Foré	Souterraine	10,16	4.5	78	1981	15 kVA - 1981
Dasbio	Creusé	Electrique	10,16	4	8	1983	14 kVA - 1977 (en exploitation)
Kourtimaley	Foré	Souterraine	10,16	1.5	156	1980	14 kVA - 1980 (abandonée)
Grand-Bara	Foré	Souterraine	15,24	18	80	1979	15 kVA - 1979
Doudoub-Bolale	Foré	Souterraine	10,16	6	76	1979	15 kVA - 1979
Mouloud	Foré	Souterraine	15,24	36	75	1983	--
Hamboukto	Creusé	Diesel	-	10	7	1981	--

Source: ONED.

TABLEAU I-8

Puits Situés dans le District de Dikhil

(Correspond à la Figure I-9, Version Anglaise)

Emplacement	Type de Puits	Pompe	Diamètre du puits (cm)	Taux de Débit (m^3/hr)	Profondeur (m)	Début de la Production	Générateur (année)
As-Eyla	Creusé	Souterraine	10,16	6	8	1976	14 kVA - 1976
Yoboki 1	Creusé	Diesel	15,24	6	7	1974	--
Yoboki 2	Foré	Souterraine	15,24	30	32	1983	38 kVA - 1983
Galafi	Foré	Souterraine	10,16	6	80	--	14 kVA (abandonée)
Daoudaouya	Foré	Souterraine	10,16	13	80	1979	14 kVA - 1979
Gourabous	Foré	Souterraine	10,16	15	30	1983	10 kVA - 1983

Source: ONED.

TABLEAU I-9

Puits Situés dans le District de Tadjourah

(Correspond à la Figure I-10, Version Anglaise)

Emplacement	Type de Puits	Pompe	Diamètre du puits (cm)	Taux de Débit (m^3/hr)	Profondeur (m)	Début de la Production	Générateur (année)
Randa	Creusé	Diesel	-	6	7	1982	—
Adailou	Foré	Souterraine	10,16	5	25	1981	22 kVA - 1981
Assa-guela 1	Creusé	Diesel	-	8	7	1980	—
Assa-guela 2	Foré	Souterraine	10,16	1	100	—	22 kVA - 1981 (abandonée)
Dorra	Foré	Souterraine	10,16	8	135	1983	28 kVA - 1980 (en exploitation)
Balho	Creusé	Diesel	-	7	-	1980	—
Malho	Creusé	Diesel	-	6	-	1980	—
Ripta	Creusé	Diesel	-	5	-	1980	—

Source: ONED.

TABLEAU I-10

Puits Situés dans le District de Obock

(Correspond à la Figure I-11, Version Anglaise)

Emplacement	Type de Puits	Pompe	Diamètre du puits (cm)	Taux de Débit (m^3/hr)	Profondeur (m)	Début de la Production	Générateur (année)
Oulouma	Foré	Souterraine	15,24	15	90	1976	23 kVA - 1976
Soublali	Foré	Souterraine	10,16	7	80	1981	ONED
Orobor	Foré	Souterraine	-	-	30	1975	15 kVA - 1975
Lahassa	Foré	Souterraine	10,16	3	110	1976	14 kVA - 1976
Elisala	Foré	Souterraine	10,16	17	36	1980	15 kVA - 1980
Bissidirou	Foré	Souterraine	15,24	54	24	1974	23 kVA - 1974 (non-usée)

Source: ONED.

ANNEXE J

RENDEMENT DE L'UTILISATION FINALE

Le rendement de l'utilisation finale peut être défini de deux façons différentes:

1. Le pourcentage d'énergie utilisée ayant pour résultat de la chaleur ou un travail utile.

2. Le travail minimum nécessaire pour accomplir une tâche, divisé par le travail réellement fait. Ceci égale le pourcentage du rendement maximum possible (maximum théorique) obtenu lors de l'utilisation réelle (1).

La première définition est appelée la "Première Loi" du rendement et la seconde est la "Seconde Loi" du rendement, d'après les lois de la thermodynamique. La première définition sert à donner la quantité de gaspillage qui existe dans un système donné. La seconde indique quelles sont les marges d'amélioration. Par exemple, une génératrice électrique peut produire de l'électricité avec un rendement de 25 pour cent (Première Loi), c'est-à-dire que 25 pour cent seulement de la chaleur d'origine sont directement (totalement) transformés en production électrique. Cependant, le rendement théorique maximum (rendement Cycle Carnot) est de 60 pour cent. C'est-à-dire qu'il n'est possible de convertir en électricité que 60 pour cent seulement de la chaleur apportée. Le rendement aux termes de la Seconde Loi est donc de 41,6 pour cent (25 pour cent/60 pour cent). Donc, en théorie, le rendement de fonctionnement pourrait être plus que doublé, mais il ne pourrait en aucun cas être triplé.

La Seconde Loi du rendement n'est pas toujours facile à quantifier. Par exemple, une bonne partie du gaspillage dans le secteur des transports est dû à un choix social. Les transports publics sont beaucoup plus rentables que les automobiles privées, mais celles-ci sont plus pratiques. Les vélomoteurs utilisent aussi beaucoup moins de carburant que les automobiles. Bien que l'on ne puisse pas toujours améliorer le rendement des transports en construisant des automobiles moins gourmandes en carburant, il est très possible de le faire en encourageant un mélange plus rentable de véhicules (par exemple, davantage de vélomoteurs et des transports publics meilleurs). Pour cette raison, il vaut mieux définir le rendement par la tâche que par la technologie.

---

(1) Par exemple, rendement Cycle Carnot.

Les auteurs se sont servis de la Première Loi du rendement pour la répartition des rendements en utilisation finale. Il faut donc noter qu'il ne sera pas possible de réaliser des économies dans tous les domaines de gaspillage. Une certaine partie en est aussi nécessaire que le travail proprement dit. Quoi qu'il en soit, il est très possible d'améliorer le rendement.

TABLEAU J-1

Rendement Energétique Final dans le Secteur des Bâtiments

Combustible	Utilisation Finale	Répartition (%)	Energie (TEP)	Rendement (%)
Bois de feu	Cuisson des aliments	100	9 445	18 (a)
Charbon de bois	Cuisson des aliments	100	1 411	27 (a)
Kérosène	Cuisson des aliments	90 (b)	6 914	45 (a)
	Eclairage	10 (b)	768	20 (b)
LPG	Cuisson des aliments	100	233	55 (a)
Electricité	Climatisation	65 (c)	4 739	100 (c)
	Réfrigeration	15	1 094	100 (c)
	Eclairage	15	1 094	30 (b)
	Autres appareils électro-ménagers	5	364	90 (b)
TOTAL			26 062	46 (e)

(a) Doernberg, Shaikh, et Hayes.

(b) Estimations des auteurs.

(c) Répartition électrique basée sur les résultats préliminaires de l'enquête faite dans les bâtiments de Djibouti (Ali Abdillani, 1984). La catégorie réfrigération a été séparée de celle des autres appareils électro-ménagers par les auteurs.

(d) Les auteurs partent de l'hypothèse d'un rendement de 1 en raison de la grande différence entre les températures intérieures et extérieures.

(e) Moyenne pondérée = total utile de sortie divisé par total d'entrée.

ANNEXE K

ENQUETE SUR L'UTILISATION DOMESTIQUE DE L'ENERGIE

Dans 55 foyers, un questionnaire a été soumis afin d'évaluer la consommation énergétique des familles et d'examiner les attitudes envers l'énergie et la conservation énergétique.

La composition de la population de la République de Djibouti est assez compliquée. Elle comprend des Somalis d'origines diverses (de Somalie et d'Ethiopie ainsi que ceux qui sont originaires de Djibouti et provenant de jusqu'à 30 sous-groupes); ceux qui parlent Afar (pour la plupart originaires des régions nord et ouest de Djibouti et d'Ethiopie); des Arabes (surtout des immigrants en provenance du Yemen, bien que très souvent installés à Djibouti depuis plusieurs générations); des Ethiopiens (outre les groupes déjà mentionnés ci-dessus Djibouti a accueilli un certain nombre de chrétiens parlant Amharic); et des personnes parlant Oromo (pour la plupart en provenance de l'Ogaden). Si l'on ajoute à cette diversité ethnique les distinctions basées sur la localisation (Djibouti-Ville, Tadjourah, Obock, Ali-Sabieh, Dikhil et les autres centres urbains), le niveau de revenu, le type de logement, etc., il devient apparent qu'un échantillonnage de 55 familles ne peut en aucun cas prétendre fournir une représentation quantitative de la population de Djibouti.

L'extrapolation des résultats de l'enquête est rendue encore plus difficile en raison du manque de résultat du recensement national effectué par le Bureau Central du Recensement (BCR). En l'absence de ces résultats (et le BCR lui-même n'a pas pu prédire à quel moment les résultats de son recensement seront disponibles), il est impossible d'extrapoler à l'ensemble de la population les résultats de l'enquête portant sur 55 foyers, si ce n'est de la façon la plus imprécise.

Un nombre relativement important de familles (huit sur un total de 63 familles contactées) a refusé de répondre au questionnaire. Il se peut que leur décision ait constitué une réaction hostile à cette intrusion, ait été le résultat d'une certaine méfiance à l'égard de fonctionnaires (le sociologiste et son interprète ont invariablement été considérés par les personnes interrogées comme faisant partie des employés du gouvernement), ou d'un simple "ras-le-bol des questionnaires". Plusieurs familles ont mentionné le questionnaire du recensement qu'elles avaient eu à remplir auparavant; d'autres ont déclaré que de tels questionnaires ne semblent jamais entrainer de mesures directes destinées à améliorer leurs conditions de vie.

En dépit des limites imposées par les conditions et le temps pendant lequel l'enquête a été menée, ses résultats montrent cer-

taines régularités fondamentales concernant la consommation énergétique dans les foyers de Djibouti. Bien que l'échantillonnage des foyers ne prétende aucunement constituer une représentation quantitative précise, il a été choisi de façon à englober la diversité de la population de Djibouti; ses résultats peuvent donc raisonnablement prétendre couvrir cette diversité.

Caractéristiques de l'Echantillonnage Choisi

Les 55 familles choisies peuvent être réparties dans les catégories suivantes:

Djibouti-Ville	Obock	Tadjourah	Dikhil	Ali-Sabieh
36	5	6	4	4

Pour les familles de Djibouti-Ville, la répartition par quartiers a été la suivante:

Arhiba	- 1	Quartier IV	- 5
Einguela I	- 5	Quartier V	- 4
Einguela II	- 2	Ambouli	- 3
Stade	- 5	Heron	- 4
Quartier I	- 1	Balbala	- 4

Avec électricité: 45 Sans électricité: 10

Cuisson des Aliments et Activités Associées

Sur les 55 familles ayant fait l'objet de l'enquête, cinq faisaient la cuisine au bois seulement (une à Obock, quatre à Tadjourah); deux au bois et au kérosène (une à Obock, une à Tadjourah); 36 au kérosène seulement; sept au kérosène et au Butagaz (GPL); et cinq au Butagaz seulement.

Il a aussi été demandé aux familles ayant fait l'objet de cette enquête:

1. quelles considérations sont entrées dans le choix de leur combustible destiné à la cuisine;

2. quels inconvénients elles trouvaient au type de combustible utilisé;

3. si elles préféraient utiliser un combustible différent pour la cuisine; et

4. si, en cas de changement de combustibles, elles changeraient le type des aliments à faire cuire.

Les familles utilisant le bois de feu ou le kérosène ont répondu qu'elles faisaient la cuisine avec ces combustibles particuliers parce qu'ils sont les moins chers. La plupart de ces familles étaient aussi mécontentes du rendement du combustible qu'elles utilisaient. Les familles utilisant le bois ont cité plusieurs

raisons de mécontentement envers ce combustible, dont: 1) le bois de feu est de plus en plus difficile à obtenir et son prix a augmenté au cours des dernières années; 2) la flamme élevée provenant du brûlage du bois pouvait constituer un danger; 3) la fumée faisait très mal aux yeux et beaucoup pensaient aussi qu'elle n'est pas bonne pour la santé non plus; et 4) il était difficile de l'utiliser durant la saison des pluies, la fumée devenant alors particulièrement intolérable.

L'inconvénient le plus important mentionné pour le kérosène était qu'à moins de prendre de très grandes précautions il pouvait présenter de graves risques d'incendie; les familles ont aussi cité la tendance du kérosène à produire de la fumée quand il devient trop chaud et qu'il tend à altérer le goût des aliments.

Ainsi donc, les familles utilisant le bois ou le kérosène pour faire la cuisine ne semblaient pas tenir particulièrement au combustible qu'elles utilisaient et elles ont souvent déclaré que si l'argent ne constituait pas un problème, elles préféreraient faire la cuisine au Butagaz, combustible pour lequel le seul inconvénient mentionné était que les petists enfants pouvaient avoir accès au raccord de la bouteille. Le principal avantage mentionné pour le Butagaz est la rapidité avec laquelle on peut faire la cuisine. Deux familles seulement, et qui faisaient déjà la cuisine au Butagaz, ont déclaré préférer des cuisinières électriques; cependant toutes deux ont admis que le coût de fonctionnement d'un tel appareil serait prohibitif.

Un autre facteur permettant de déterminer l'utilisation générale des combustibles destinés à la cuisson des aliments est la cuisine faite pendant le mois de Ramadan. Une mini-enquête effectuée auprès de familles faisant la cuisine pendant le Ramadan a révélé qu'il y a peut-être une augmentation de 25 pour cent de l'utilisation des combustibles utilisés pendant cette période pour faire la cuisine (ce qui est attribuable en partie à l'atmosphère de fête des repas pris la nuit pendant le Ramadan, et en partie au fait que bien que les adultes respectent le jeûne et ne mangent pas dans la journée, il faut tout de même faire la cuisine pour les repas des enfants).

Utilisation du Charbon de Bois

Bien qu'aucune des 55 familles interrogées n'aient utilisé le charbon de bois comme combustible principal pour la cuisine, toutes sauf trois s'en servaient tous les jours. L'utilisation la plus courante était pour faire brûler de l'encens (en particulier pendant les périodes de mâchage du khat, mais aussi à d'autres moments de la journée) et pour fournir de la chaleur à l'intérieur des maisons pendant les mois les plus frais de l'année. Parmi les autres utilisations, on peut citer le brûlage de bois destinés à chasser les moustiques, pour garder le café et d'autres liquides au chaud, pour chauffer l'eau de narguilés, pour le chauffage de "bains de vapeur" contre la fièvre et pour chauffer divers bois, dont l'encens, afin de parfumer les vêtements.

Nous n'avons trouvé que peu de variations régionales dans l'utilisation du charbon de bois. Celui-ci était utilisé à peu près pour les mêmes usages à Djibouti-Ville, à Obock, à Tadjourah, à Ali-Sabieh et à Dikhil.

Utilisation de l'Electricité

Durant l'enquête sur l'utilisation énergétique par les foyers, les personnes interrogées ont eu à répondre à un certain nombre de questions destinées à déterminer leur attitude envers la conservation énergétique. Comme l'électricité absorbe une bonne partie des revenus des familles, ces personnes ont déclaré qu'en général elles étaient d'accord pour adopter toute mesure suggérée pouvant réduire leur facture électrique. Il faut cependant noter que plusieurs familles ont fait remarquer que selon elles le gouvernement de Djibouti tire des bénéfices substantiels de l'électricité et pourrait donc interdire l'isolation des réfrigérateurs et la mise en place de bordures destinées à fournir de l'ombre aux climatiseurs, car de telles mesures pourraient réduire les revenus du gouvernement. Tout programme mis en place pour la promotion de ces améliorations devra tenir compte de ces points de vue. En général, la plupart des familles étaient conscientes des mesures élémentaires qui sont nécessaires pour conserver les maisons aussi fraîches que possible, dont: 1) ne pas permettre aux rayons du soleil de pénétrer directement dans la maison; 2) permettre l'aération en croisement de l'air plus frais; 3) couvrir le toit extérieur (généralement fait de tôle ondulée, même dans les maisons faites de ciment et de pierres) pour protéger les pièces -- ce qui se fait habituellement en posant un plafond de contre-plaqué sous le toit tout en laissant un espace suffisant pour l'aération; et 4) faire en sorte que l'air ne s'échappe pas des pièces dotées d'un climatiseur.

Les résultats de notre enquête sur la consommation énergétique des familles confirme les informations figurant dans le rapport Jarmul (voir Tableau 2-14 (version anglaise, Figure 2-17)) sur la distribution des appareils électro-ménagers dans les foyers djiboutiens. A l'exception des réfrigérateurs qui fonctionnent pratiquement tout le temps, les utilisateurs contrôlent directement l'utilisation des appareils électro-ménagers. La plupart des familles savaient très bien qu'un climatiseur est ce qui coûte le plus cher à faire fonctionner, suivi du réfrigérateur et du fer à repasser, les ventilateurs et les ampoules étant ce qu'il y a de meilleur marché. Cette conscience généralisée du coût relatif de l'utilisation des appareils électro-ménagers n'est pas surprenante étant donné le coût élevé de l'électricité à Djibouti et la part relativement importante des revenus familiaux qui est consacrée au règlement de la facture d'électricité. A partir de cette enquête, on peut déduire des tendances d'utilisation des appareils électro-ménagers. Les climatiseurs, dont le fonctionnement est le plus onéreux, n'étaient pas mis en marche à tort et à travers. Les familles ont déclaré à plusieurs reprises qu'elles essayaient de les utiliser le moins souvent possible. La moitié d'entre elles environ faisaient fonctionner leur climatiseur

toute la nuit pendant la saison chaude (environ de la mi-juin à septembre); l'autre moitié avait tendance à s'en servir pendant quelques heures de l'après-midi pour la sieste et pendant une heure ou deux avant d'aller se coucher la nuit, afin de rafraîchir la chambre. Les climatiseurs ne sont pas utilisés en dehors de la saison chaude. La plupart des familles interrogées ont déclaré savoir qu'il n'est pas bon que le climatiseur soit directement exposé au soleil; cependant, pour la plupart des maisons le choix de l'emplacement du climatiseur est limité car il n'y a souvent qu'un mur extérieur attenant à la chambre à coucher. Dans le cadre de notre échantillonnage, 18 des 26 familles avaient leurs unités placées dans une position telle que le climatiseur se trouvait directement exposé au soleil pendant au moins quelques heures par jour.

Les familles ont bien réagi lorsqu'il leur a été suggéré que la mise en place d'une bordure destinée à protéger le climatiseur du soleil pourrait réduire la consommation électrique de l'appareil; deux familles ont déclaré qu'elles essayeraient de construire une telle bordure dans un avenir proche. Les familles savaient aussi que pour que les climatiseurs soient efficaces, les pièces dans lesquelles ils se trouvaient devaient être aussi imperméables que possible aux fuites d'air -- cependant, dans certaines maisons ceci est difficile à réaliser parce que les murs sont faits de planches et qu'il est difficile d'éviter les interstices.

Environ la moitié des familles possédant la climatisation croyaient qu'elle posait certains problèmes de santé: nez qui coule, rhumes, maux de tête et maux de dos. Les enfants seraient les plus susceptibles à de tels maux, mais d'un autre côté ceux-ci insistaient le plus pour que la climatisation soit mise en marche. Si la climatisation fonctionne pendant toute la nuit, beaucoup de mères font mettre à leurs enfants des vêtements chauds.

Comme ce fut le cas pour les climatiseurs, la plupart des familles sont conscientes du fait qu'il vaut mieux ne pas laisser le réfrigérateur en plein soleil. Cependant, ceci s'exprimait sous la forme de: "en plein soleil le réfrigérateur ne pourra pas fabriquer de glace", plutôt qu'en termes de consommation électrique. Là encore, les familles ont un choix difficile à faire: placer le réfrigérateur dans la cour où il pourra être exposé au soleil pendant une partie de la journée, ou le placer dans une pièce où il faudra supporter la chaleur qu'il produit. Face à un tel choix, la plupart des familles décident de placer le réfrigérateur dans la cour. Seules quelques familles savaient qu'il vaut mieux placer le réfrigérateur à une certaine distance du mur contre lequel il s'appuie afin de permettre l'évacuation de l'air chaud provenant du moteur. Quelques familles ont essayé de réduire leurs factures d'électricité en arrêtant totalement leur réfrigérateur pendant les mois les plus frais de l'année.

Toutes les maisons ayant l'électricité étaient équipées de ventilateurs de plafond et 36 de ces maisons en possédaient plus d'un. Il est difficile de faire une estimation précise de l'utilisation des ventilateurs, mais les réponses de plusieurs personnes intérrogées suggèrent qu'au moins un ventilateur fonctionne toute la journée et que d'autres peuvent être mis en marche pendant plusieurs heures par jour.

Pratiquement toutes les familles possédant un fer à repasser électrique ont reconnu que cet appareil utilise beaucoup d'électricité, mais ont aussi estimé que comme elles ne s'en servaient pas beaucoup, le coût en était tolérable. Le temps d'utilisation des fers à repasser électriques variaient entre une heure par mois et quatre heures par semaine. La moyenne était d'environ deux heures par semaine.

L'éclairage fluorescent était très répandu, 44 foyers sur 45 utilisant l'électricité ayant au moins une lampe fluorescente. Les gens savaient en général que les lampes fluorescentes coûtent moins cher au fonctionnement que les ampoules à incandescence, mais quelques familles seulement avaient pensé à la quantité de chaleur dégagée par ces deux formes d'éclairage. Dans tous les cas, les familles préféraient l'éclairage par fluorescence pour de simples raisons économiques et ne voyaient pas d'inconvénient à un tel éclairage. Il faut noter que les familles n'ayant pas l'électricité s'éclairaient généralement avec des lampes au kérosène; la quantité de kérosène utilisé a été estimée à environ un demi litre par jour et par maison.

Etant donnée le désir pratiquement général des djiboutiens de réduire leurs dépenses en électricité, tout laisse à penser qu'un programme complet ayant pour objectif la promotion de la conservation de l'énergie connaîtrait un succès considérable. La réponse positive des familles djiboutiennes aux suggestions spécifiques de l'équipe chargée de l'enquête -- placer si possible les réfrigérateurs et climatiseurs hors de l'exposition directe au soleil; mettre les climatiseurs à l'ombre et isoler les réfrigérateurs -- témoigne de l'attitude, qui peut donner des résultats, des djiboutiens envers la conservation énergétique.

Un tel programme devrait comprendre au moins:

1. Un élément éducationnel destiné à informer les djiboutiens sur la façon dont l'électricité est produite, combien elle coûte et comment les ventes résidentielles entrent dans ces coûts. Il faudrait aussi disséminer des informations sur la façon la plus rentable de faire fonctionner les appareils électro-ménagers et en particulier les climatiseurs. Cet élément éducationnel utiliserait les média (radio, télévision, journal) et le système scolaire.

2. Un élément conseil, tel qu'un Office de Conseil en Energie où les djiboutiens pourraient aller demander conseil et obtenir des réponses à leurs questions relatives à tout ce qui a trait à l'énergie.

3. Un élément aide pratique pouvant comprendre:

a. des expositions et des campagnes promotionnelles dans les quartiers résidentiels, montrant comment pratiquer la conservation (par exemple, des programmes de démonstration);

b. la mise à disposition de la population d'ensembles destinés à appliquer certaines mesures de conservation: l'un d'eux permettant de mettre à l'ombre les climatiseurs ou les réfrigérateurs, un autre pour l'isolation et le bouchage des trous dans les murs, un autre permettant de placer les réfrigérateurs dans des boîtes isolantes, etc.

c. une politique de finacement qui ne placerait pas le fardeau du coût initial sur le consommateur. (Sans un tel financement, il est probable que le programme ne sera appliqué que très lentement.)

FIGURE K-1

Emploi de l'Electricité dans les Résidences: Résultats de L'Enquête

(Barême II)

(Dimension Totale de l'Echantillon = 45 Foyers ayant l'Electricité)

Agencement	N° de Foyers Utilisant cet Agencement	Remarques	Nombre d'Heures/ Jour d'Utilisation
Eclairage	45	22 équipés d'éclairage flourescent seulement 1 équipé d'éclairage incandescent 22 équipés des deux	6
Ventilateurs (de plafond et en pied)	45	total de 134 ventilateurs	6,25
Réfrigérateurs	39	33 de grande taille (environ 400 litres) 3 de taille moyenne (environ 200 litres) 3 de petite taille (environ 100 litres)	néant
Fer à repasser	33	--	néant
Climatiseurs	26	7 foyers équipés de 2 1 foyer équipé de 1	0,72 (a)

Source: Enquête sur l'Utilisation de l'Energie dans les Foyers (effectuée de mai à juin 1984), ISERST/VITA.

(a) Le calcul du nombre d'heures/jour pour les climatiseurs a été effectué sur la ba d'une utilisation pendant 3 mois sur 12 au cours de l'année, et a été adapté de façon proportionnelle pour les 12 mois.

ANNEXE L

CALCUL DU RENDEMENT ENERGETIQUE EN COMBUSTIBLES DU CHEMIN DE FER

Pour calculer le rendement énergétique moyen en combustibles, nous nous sommes servis des données pour 1981 et 1982 fournies par le chemin de fer:

	1981	1982
Passagers-km (10^6)	306	360
Fret tonnes-km (10^6)	107	122

Pour simplifier, nous partons de l'hypothèse que 10 passagers constituent l'équivalent d'une tonne de fret; nous convertissons donc les passagers-km et tonnes-km en divisant par 10. Le total des tonnes-km est donc:

	1981	1982
Tonnes-km (10^6)	30,6 107	36 122
Total Tonnes-km (10^6)	137,6	158
Combustible consommé (m^3)	735	894

La division du total des tonnes-km par le combustible utilisé pour chaque année nous donne:

pour 1981 $\frac{137,6 \times 10^6}{735} = 187\ 000$

pour 1982 $\frac{158 \times 10^6}{894} = 177\ 000$

Nous considérons que le rendement moyen en combustibles est la moyenne de ces deux valeurs, arrondie à 180 000 tonnes-km par mètre cube de diesel.

ANNEXE M

STRUCTURES DES PRIX DE L'ELECTRICITE

Dans cette Annexe, nous présentons la structure actuelle des prix de l'électricité telle qu'elle est décrite dans le décret gouvernemental de février 1983 concernant l'EdD. Chaque tarif est décrit par le coût au kW souscrit, par le coût au kW de chaque catégorie et par l'importance de chaque catégorie.

Tous les prix figurant dans cette Annexe sont exprimés en FD constants 1982. De nombreux prix sont aussi donnés en dollars US afin de faciliter la tâche du lecteur occidental. Le facteur de conversion utilisé est de 177 FD = 1,00 dollar US (1).

Structure des Prix pour l'Electricité Basse Tension

Barême I: Général. Le Barême I concerne toutes les utilisations sauf l'éclairage public et la consommation résidentielle. La structure tarifaire est relativement simple, avec une charge mensuelle fixe de 350 FD (1,98 dollar US) par kW pour les abonnés ayant 36 kW installés ou moins, et 37 FD (0,21 dollar US) par kW pour les installations de plus de 36 kW. Outre la charge d'abonnement, le coût de l'électricité est de 46 FD (0,26 dollar US) par kWh.

Il existe une troisième option pour les charges mensuelles des abonnés. Les consommateurs ayant un indicateur de puissance maximale sur leur compteur payent 46 FD (0,26 dollar US) par kW installé. Cette option n'est attrayante que pour les consommateurs ayant une puissance installée de moins de 36 kW.

Barême II: Résidentiel. Le Barême II ne concerne que les bâtiments d'habitation. Certains établissements commerciaux y souscrivent cependant en tant que clients résidentiels afin de bénéficier des taux plus bas.

Ce barême est divisé en deux catégories et a une structure dégressive. Les catégories sont réparties par le nombre de kWh consommés et sont fonction de la puissance souscrite (voir Tableau M-1). La charge mensuelle d'abonnement est aussi fonction de la puissance souscrite et est présentée au Tableau M-1.

Ceux qui souscrivent pour 1 kW bénéficient d'un taux spécial de 29 FD (0,16 dollar US) par kWh pour la première catégorie et de 25 FD (0,14 dollar US) pour la seconde. Les abonnements pour plus

---

(1) Les indices des prix figurent en Annexe R.

d'un kW doivent payer 37 FD (0,21 dollar US) par kW pour la première catégorie et 35 FD (0,20 dollar US) pour la seconde. Les indicateurs de puissance maximale ne sont pas utilisés sur les compteurs résidentiels.

Ce tarif dégressif encourage la consommation électrique dans les bâtiments d'habitation, c'est-à-dire que plus on consomme d'électricité moins elle revient cher en moyenne. Qui plus est, les gros consommateurs ont un avantage en ce qui concerne la charge d'abonnement qui decroît au fur et à mesure que les kW installés augmentent.

Barême III: Dégressif/Double Dégressif. Le Barême III concerne tout ce qui n'est pas éclairage public et consommation résidentielle. Il se divise en deux sous-barêmes: "tarif dégressif" et "tarif double dégressif". Tous deux ont quatre catégories qui sont fonction du nombre d'heures de puissance souscrite utilisées par mois. Il y a aussi des charges mensuelles fixes qui varient en fonction de la puissance souscrite et qui sont légèrement différentes selon le barême envisagé (voir Tableau M-2).

Barême IV: Eclairage Public. Le Barême IV couvre l'éclairage public à Djibouti-Ville, à Arta et à Oueah. Le prix de l'électricité est fixé à 36 FD/kWh (0,203 dollar US).

Barême V: Arta, Oueah, Ali-Sabieh. Dikhil, Obock et Tadjourah. Ce barême concerne toutes les villes autres que Djibouti-Ville. Il couvre toutes les utilisations sauf l'éclairage public à Arta et à Oueah. Pour ces deux villes, le prix du kWh est fixé à 46 FD (0,26 dollar US). Pour Ali-Sabieh, Dikhil, Obock et Tadjourah, le prix du kWh est fixé à 39 FD (0,22 dollar US).

Les charges mensuelles d'abonnement sont de 350 FD (1,98 dollar US) par kW souscrit pour les abonnements de 36 kW ou moins, et de 38 FD (0,21 dollar US) par kW pour ceux de plus de 36 kW.

Structure des Prix pour l'Electricité de Tension Moyenne

Les établissements commerciaux, industriels et gouvernementaux reçoivent de l'électricité de moyenne tension. Elle est vendue en deux catégories à un tarif dégressif. Les catégories sont fonction de la puissance souscrite et figurent au Tableau M-3.

Au Tableau M-1 figurent aussi les charges mensuelles d'abonnement qui diminuent au fur et à mesure que la puissance souscrite augmente. Pour les clients de la moyenne tension il faut une consommation annuelle moyenne de 1 200 heures de puissance souscrite. Si cette condition n'est pas satisfaite, le client doit payer la différence entre la consommation minimum et l'électricité réellement consommée. Pour les institutions d'éducation, par exemple, la consommation minimum est de 800 heures par an.

Cette structure de prix encourage les consommateurs plus importants et une plus forte consommation en réduisant le prix moyen au fur et à mesure de l'accroisement de la consommation. Il accorde aussi en général un prix plus bas à l'industrie (à Djibouti-Ville, à Arta et à Oueah). Des contrats individuels avec les gros consommateurs sont aussi autorisés dans la structure des prix existante.

TABLEAU M-1

Structure Tarifaire II

		Abonnement	
Puissance Souscrite (kW)	Première (a) (kWh/mois)	FD (b)	FD (b) par kW souscrit
1	90	350	360
3	105	560	187
6	120	630	105
9	135	770	86
12	150	880	73
15	165	880	59
18	180	880	49
24	210	880	37
27	225	880	35
30	240	880	29
36	270	880	24

Source: République de Djibouti, EdD, décret gouvernemental, février 1983.

N.B.: Prix au kWh:

Pour abonnement = 1 kW:

1ère catégorie: 29 FD (16,40 cents US)

2ème catégorie (a): 25 FD (14,1 cents US)

Pour les abonnements dépassants 1 kW:

1ère catégorie: 37 FD (20,9 cents US)

2ème catégorie (a): 35 FD (19,8 cents US)

(a) La seconde catégorie est tout ce qui dépasse le premier.

(b) Voir Annexe R pour l'indice des prix à la consommation.

TABLEAU M-2

Structure Tarifaire III

	Prix au kWh		Importance de la Catégorie (Heures d'Abonnement en Electricité)	
	FD (a)	Cents US (a)	Dégressif	Dégressif Double
1ère Catégorie	46	26	75	95
2ème Catégorie	42	24	90	110
3ème Catégorie	37	21	100	125
4ème Catégorie	43	24	100	125

Source: République de Djibouti, EdD, décret gouvernemental, février 1983.

N.B.: Charges fixes mensuelles par kW souscrit:

Dégressif

300 FD pour l'abonnement en électricité de 10 kW ou moins.
880 FD pour l'abonnement en électricité de plus de 10 kW.

Dégressif Double

300 FD pour l'abonnement en électricité de 8 kW ou moins.
1100 FD pour l'abonnement en électricité de plus de 8 kW.

(a) Voir Annexe R pour l'indice des prix à la consommation.

TABLEAU M-3

Structure des Prix pour l'Electricité Moyenne Tension

Prix au kWh:

	FD (cents US) 1982 (a)			
	Djibouti, Arta Oueah		Ali-Sabieh, Dikhil, Obock, Tadjourah	
Catégorie 1	32,0	(18,1)	46,0	(26,0)
Catégorie 2	26,1	(14,7)	39,1	(22,1)

Charge mensuelle fixe et définition des catégories:

Puissance souscrite kW	Importance de la Catégorie (heures de souscription mensuelle en électricité)	Redevance Mensuelle par kW souscrit FD 1982	$US 1982
0 - 8	250	300	1,69
9 - 200	250	1 100	6,21
201 - 500	200	1 100	6,21
501 - 900	175	1 045	5,90
901 - 1300	175	990	5,59
Au delà de 1 300	175	935	5,28

Source: EdD, décret gouvernemental, février 1983.

(a) Voir Annexe R pour l'indice des prix.

ANNEXE N

PROJECTION DU POTENTIEL DE CONSERVATION D'ENERGIE DANS LES BATIMENTS

Nous estimons le potentiel de conservation énergétique pour cinq catégories de bâtiments: 1) trois classes de bâtiments résidentiels existant (abonnements pour 1 kVA, de 3 à 9 kVA et plus de 9 kVA) (1) ; 2) bâtiments commerciaux et administratifs existant; et 3) nouveaux bâtiments (résidentiels, commerciaux et administratifs). Les projections de la demande en électricité pour ces classes de bâtiments figurent dans le Tableau N-1.

La répartition entre les bâtiments existant et les neufs, que l'on trouve au Tableau N-1 a été obtenue en partant de l'hypothèse qu'une grande partie de la croissance en consommation électrique dans les bâtiments se fera dans les bâtiments qui seront ajoutés à ceux qui existent déjà. Une certaine croissance se produira dans les bâtiments existants, en raison de l'achat de climatiseurs et d'autres appareils électro-ménagers, ainsi que par l'addition de nouveaux branchements électriques dans les vieux bâtiments (c'est-à-dire satisfaction de la demande non satisfaite). Pour ces calculs, nous sommes partis de l'hypothèse que 25 pour cent de la croissance se feront dans les anciens bâtiments et les 75 pour cent restant proviendront des nouvelles constructions.

Afin de faciliter l'estimation de la conservation d'énergie possible, les bâtiments résidentiels sont divisés en trois catégories de consommateurs. Ces catégories comprennent les abonnés pour 1 kVA, entre 3 et 9 kVA et plus de 9 kVA. La répartition n'est pas faite par le nombre de consommateurs mais plutôt par la consommation électrique de chaque catégorie de consommateurs. Elle est basée sur la consommation électrique des consommateurs résidentiels pendant l'été de 1983 (2). Les consommateurs de la catégorie 1 kVA ont utilisé 40 pour cent de l'électricité; les consommateurs de la catégorie 3-9 kVA en ont utilisé 47 pour cent et ceux de la catégorie de plus de 9 kVA ont utilisé les 13 pour cent restant.

Les estimations portant sur les économies d'énergie possible dans les bâtiments existant figurent dans le Tableau N-2 pour six

---

(1) kVA mesure la quantité de puissance électrique souscrite par un abonné.

(2) Voir Réduire la Consommation d'Energie dans les Immeubles: Les Possibilités de Conservation à Djibouti, Seymour Jarmul (p.12), pour la répartition des catégories de consommateurs.

bâtiments pris en exemple; les bâtiments sont décrits dans les tableaux N-3a à N-9b (3).

Bien qu'il s'agisse d'une base de données limitée, nous nous sommes servis de ces chiffres pour estimer le potentiel national en économies d'énergie dans les bâtiments. En nous fondant sur les observations que nous avons faites des bâtiments de Djibouti, nous estimons que ces cinq bâtiments sont représentatifs. Comme le but de cet exercice est d'obtenir une estimation approximative du potentiel d'économies d'énergie, il n'est pas essentiel d'avoir une base de données statistiquement importante.

Dans les sections suivantes nous soulignons les types de mesures pouvant être appliquées à chaque type de bâtiment et nous effectuons une projection des coûts et des économies de la conservation énergétique jusqu'à l'an 2000.

Les projections du potentiel de conservation énergétique pour chaque classe de bâtiment discutée ci-dessus figurent au Tableau N-10 à la fin de cette annexe. Nous estimons que 50 pour cent seulement de tous les bâtiments ont été remis à neuf ou construits en vue de conserver l'énergie (bien que pour tous les économies d'énergie soient économiquement attrayantes). Nos estimations des pourcentages d'économies et de coûts proviennent des maisons prises en exemple au Tableau N-2. Nous effectuons ensuite une généralisation des économies et des coûts pour ces bâtiments dans chaque catégorie, ce qui donne une estimation du total des coûts, des économies en électricité et une projection de la demande nouvelle pour chaque type de bâtiment.

On trouvera ci-dessous une brève déscription des types d'améliorations et des coûts encourus pour l'amélioration de chaque type d'immeubles.

Les maisons à 1 kVA sont modernisées avec des lampes à fluorescence à haut rendement; les réfrigérateurs sont isolés, avec échappement de l'air chaud vers l'extérieur et les serpentins nettoyés; et des bouches d'aération pour l'air chaud sont installées afin de réduire le besoin de ventilateurs de plafond. Le coût d'une telle modernisation est d'environ 19 400 FD (110 dollars US) (4), qui a pour résultat une réduction de 22 pour

---

(3) Ces bâtiments ont fait l'objet d'une enquête à Djibouti par Seymour Jarmul; pour plus amples détails, voir "Réduire la Consommation Energétique dans les Bâtiments".

(4) 1 dollar US = 177 FD.

cent de la consommation électrique, soit une économie de 855 kWh. Ceci donne un coût de seulement 3,9 FD par kWh économisé (5).

Les maisons à entre 3 et 9 kVA sont modernisées de la même façon que pour celles à 3 kVA. (L'exemple concernant les maisons à 3 kVA porte sur les mêmes mesures que pour celles à 1 kVA et comprend en plus l'entretien du climatiseur, le bouchage des fuites dans les murs et le fait de rajouter de l'isolant aux murs). Un investissement initial de 71 400 FD (400 dollars US) réduit la consommation électrique d'environ 32 pour cent, soit 2 420 kWh. Le coût de la conservation de l'électricité est donc de 5,0 FD/kWh (0,028 dollar US).

Les maisons ayant plus de 9 kVA installés ont les mêmes mesures de conservation que les maisons à entre 3 et 9 kVA. Qui plus est, ces maisons ont des ventilateurs d'évacuation en plus de l'isolation supplémentaire de plafond. Le travail est estimé à un coût de 283 400 FD (1 600 dollars US) avec une économie de 19 330 kWh par an, soit 38 pour cent du total. Ce travail a pour résultat une économie d'énergie de 2,5FD/kWh (0,014 dollar US par kWh).

Les mêmes chiffres ont été utilisés pour faire l'estimation des économies dans les bâtiments commerciaux et administratifs. Dans les deux cas, le bâtiment administratif ayant fait l'objet de l'enquête de Jarmul a été utilisé comme modèle. Nous avons choisi cet exemple pour les bâtiments commerciaux et administratifs car les deux exemples commerciaux étaient quelque peu exagérés. Nous estimons que nos estimations sont donc gardées. Nous partons de l'hypothèse de l'installation d'un nouvel éclairage fluorescent et plus rentable, du bouchage des murs du bâtiment, de l'isolation des plafonds et des murs et de l'installation de panneaux isolés sur la moitié des fenêtres. Le coût de ce travail a été estimé à 40 400 FD (230 dollars US) et les économies annuelles sont de l'ordre de 1 940 kWh. Ce travail donne un coût de 3,5 FD/kWh (0,022 dollars US/kWh) pour l'électricité conservée.

Pour les nouveaux bâtiments, nous partons de l'hypothèse que si un code modéré des bâtiments est adopté et appliqué pour 50 pour cent de l'ensemble des nouveaux bâtiments, la consommation énergétique peut y être réduite de 40 pour cent avec des dépenses minimes. Nous estimons que le coût est de 3,5 FD par kWh conservé. Ce chiffre est proche du coût moyen de la conservation pour les modernisations mentionnées plus haut. Bien que la conservation revienne toujours moins cher dans les bâtiments neufs que dans ceux qui sont modernisés, nous avons préféré prendre le chiffre concernant les bâtiments rénovés afin de rester prudents; nos estimations seront donc faibles en ce qui concerne l'énergie conservée et élevées pour les coûts.

---

(5) Pour obtenir le coût de l'énergie conservée, nous utilisons un taux de remboursement du capital de 0,17 pour cent par an (intérêt de 12 pour cent sur 10 ans). Il s'agit d'une estimation très prudente qui donne un coût par kWh plus élevé qu'il ne pourrait l'être en réalité.

Les résultats de nos projections en conservation énergétique possible dans les bâtiments nouveaux et remis à neuf figurent au Tableau N-10. En général, la demande à venir peut être réduite de plus de 16 pour cent d'ici à 1990 et de plus de 18 pour cent d'ici à l'an 2000.

Si un programme de ce genre était appliqué à tous les bâtiments du pays, on pourrait doubler les économies. Qui plus est, comme toutes nos estimations ont été prudentes (sous-estimant donc la conservation possible dans les bâtiments), nous croyons que des économies encore plus importantes pourraient être réalisées, même en prenant le rapport coût/rendement comme facteur déterminant.

Economie de la Conservation Energétique dans les Bâtiments

Les programmes de conservation énergétique dans les bâtiments comportent des coûts immédiats pour l'application des mesures et des économies qui se répètent tout au long de la durée de chaque mesure (entre 10 et 30 ans). Il faut donc considérer les économies de deux façons: celles qui sont réalisées par les propriétaires du bâtiment et celles qui le sont par la nation. Les économies réalisées par le propriétaire de la maison ou du local commercial se mesurent en factures d'électricité réduites, alors que les économies réalisées par la nation se mesurent par une facture moins importante d'hydrocarbures importés. Dans cette analyse, nous nous préoccupons surtout des coûts et des économies dans un sens économique. Nous utilisons les mêmes chiffres pour les coûts de conservation, qu'ils relèvent d'un individu ou de la nation; bien que le coût pour la nation sera moins important (en raison des taxes payées par les individus), les différences ne seront pas très importantes étant donné que ces chiffres concernant les coûts sont approximatifs.

Coût de la Conservation dans les Bâtiments

Pour simplifier nos calculs, nous partons de l'hypothèse que 50 pour cent de tous les bâtiments sont modernisés pendant la première année, que 50 pour cent des bâtiments ajoutés chaque année au réseau de l'EdD sont aussi modernisés et que 50 pour cent de tous les nouveaux bâtiments ont été construits de façon à être énergétiquement rentables. Pour les projections, nous prenons les coûts immédiats de modernisation ou les nouveaux coûts de construction et nous les plaçons dans l'année où ils devraient être encourus. Un barême de ces coûts du programme de conservation énergétique dans les bâtiments figure au Tableau N-11 et les économies réalisées grâce à ce programme figurent en résumé au Tableau N-12.

Un résumé des coûts et des économies est présenté et discuté dans la Section 5.

Mesures Rigoureuses de Modernisation en vue de Conserver l'Energie

Des estimations concernant un programme de conservation encore plus rigoureux sont présentées dans les Tableaux N-13 à N-18. Veuillez noter que les périodes de remboursement de ces mesures de modernisation sont toujours de moins d'un an et que les économies représentent entre 45 et 70 pour cent de la consommation électrique.

TABLEAU M-1

Répartition de la Demande en Electricité pour les Bâtiments (GWh)

	Pourcentage des Ventes Nettes d'Electricité 1984	1984(a)	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Vente Nettes d'Electricité (b)	100	132,1	158,4	190,0	207,0	225,6	249,9	268,7	371,2	492,8
Secteur Bâtiments Total (b)	74	97,8	117,2	140,6	153,2	166,9	184,9	198,8	274,7	364,7
Résidentiel (b)	34	44,9	53,9	64,6	70,4	76,7	85,0	91,4	126,2	167,6
Commercial	5 (c)	6,6	7,9	9,5	10,4	11,3	12,5	13,4	18,6	24,6
Administratif	35 (c)	46,2	55,4	66,5	72,5	79,0	87,5	94,0	96,1	172,5
Croissance	-	0	19,4	42,8	55,4	69,1	87,1	101,0	176,9	266,9
Bâtiments Existants (d)	-	97,8	102,7	108,5	111,7	115,1	119,6	123,1	142,0	164,5
Résidentiel	-	45,0	47,2	49,9	51,4	52,9	55,0	56,6	65,3	75,7
1 kVA	-	18,0	18,9	20,0	20,6	21,2	22,0	22,6	26,1	30,3
3 - 9 kVA	-	21,2	22,2	23,5	24,2	24,9	25,9	26,6	30,7	35,6
> 9 kVA	-	5,9	6,1	6,5	6,7	6,9	7,2	7,4	8,5	9,8
Commercial	-	6,8	7,2	7,6	7,8	8,1	8,4	8,6	9,9	11,5
Administratif (e)	-	46,0	48,3	51,0	52,5	54,1	56,2	57,9	66,7	77,3
Nouveaux Bâtiments	-	0	14,5	32,1	41,5	51,8	65,3	75,7	132,7	200,2

(a) Les 19,9 pour cent de croissance entre 1984 et 1985 et entre 1985 et 1986 comprennent la réalisation.

(b) Ces chiffres proviennent des Tableaux de la Section 4.

(c) La répartition entre commercial et administratif est fournie par l'EdD.

(d) Cette ligne est égale à une croissance de 25 pour cent, plus la consommation totale pour les bâtiments pour 1984.

(e) Cette répartition est du même ordre que pour la répartition ci-dessus concernant le secteur des bâtiments.

TABLEAU N-2

Possibilités de Conservation d'Energie pour six Bâtiments de Djibouti Inspectés (a)

Type de bâtiment	Economies annuelles d'électricité			Coût de l'investissement (b) (FD)		Coût de l'électricité conservée (FD/kWh) (c)	Coût de l'électricité achetée (FD/kWh)	Amortissement simple (mois)
	Pourcentage	kWh	FD	Total	Annuelle			
Résidentiel								
1 kVA	22	855	22 230	19 450	3 310	3,9	28,1	10
3 kVA (3 - 9 kVA)	32	2 422	87 192	71 400	12 140	5,0	36,5	10
12 kVA (>9 kVA)	38	19 354	696 744	283 400	48 178	2,5	36,5	5
Hôtel (commercial)	60	171 900	7 735 500	3 932 000	66 844	0,4	47,3	6
Magazin de détail (commercial)	31	10 870	478 280	815 500	138 635	12,8	47,2	20
Bureaux administratifs	38	1 937	85 228	40 400	6 868	3,5	50,0	6

Source: Jarmul.

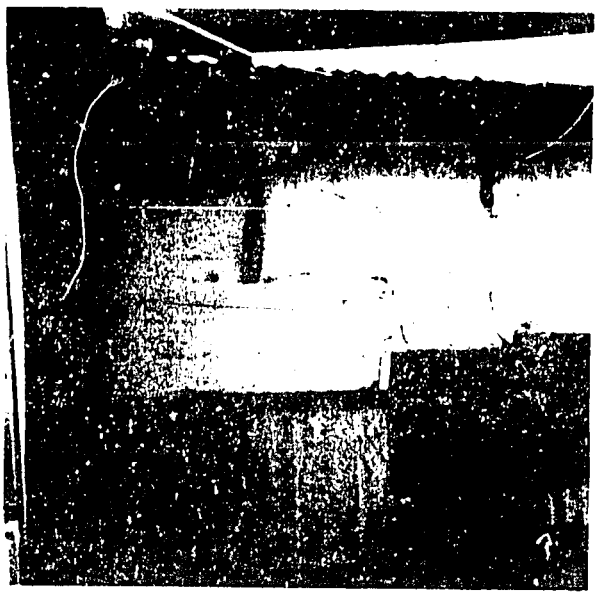
(a) Voir les Tableaux N-3 à N-9 pour la description de ces bâtiments.

(b) Taux d'amortissement = 0,17 (temps de vie = 10 ans, intérêt = 12%).

(c) Il s'agit du prix payé pour conserver chaque kWh d'électricité et il devrait être comparé au coût de l'électricité achetée.

TABLEAU N-3*

Description de la Vérification: Cas de 1 kVA (Maison dans le Quartier)



DATE DE VERIFICATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE:
le 28 septembre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:
Maison particulière de 45,5 m^2. Deux structures à part (la première se compose d'une pièce; la seconde est divisée en deux pièces) séparées par une petite cour. L'ensemble est une combinaison de planches en bois, du contreplaqué et de tôles ondulées. Hauteur du plafond: environ 4 m (en pente). Aucune isolation apparente, ni climatiseur. Ventilateur de plafond dans chaque pièce.

CONSOMMATION D'ELECTRICITE ACTUELLE

Capacité en Kilowatt:

Eclairage:	
Incandescent	0,03 kW
Flourescent	0,11 kW
Eclairage total	0,14 kW
Réfrigérateur	0,17 kW
Ventilateurs de plafond	0,30 kW
TOTAL	0,61 kW

Consommation Annuelle en Kilowatt Heures:		Coût Annuel en FD:
Eclairage:		
Incandescent	112 kWh	
Flourescent	411 kWh	
Eclairage total	523 kWh	14 703 FD
Réfrigérateur:	1 458 kWh	40 970 FD
Ventilateurs de plafond:	1 959 kWh	59 041 FD
TOTAL	3 940 kWh	110 714 FD

Tarif Moyen Payé pour l'Electricité:
28,1 FD/kWh

Consommation Annuelle d'Electricité par Superficie des Pièces:
86,5 kWh/an/mètre carré

* Les Tableaux N-3 à N-9 sont extraits de Réduire la Consommation d'Energie dans les Bâtiments, de Seymour Jarmul (VITA, 1984). Les renvois aux pages et chapitres fait dans ces tableaux se réfèrent à cette étude.

TABLEAU N-3 (suite)

Recommandations en Matière de Conservation d'Energie

Eclairage:

Description du travail:
Remplacer les tubes flourescents par des modèles plus performants.

Devis pour ce travail: 950 FD*
Economies annuelles prévues: 162 kWh à 26 FD/kWh = 4 212 FD
(N.B.: économies calculées à 26 FD/kWh car la prime fixe demeure inchangée).
Période d'amortissement: 3 mois.

Réfrigérateur:

Description du travail:
Installer une isolation autour des parois du réfrigérateur conformément à la description dans le Chapitre 6.

Devis pour ce travail: 2 500 FD
Economies annuelles prévues: 303 kWh à 26 FD/kWh = 7 886 FD
Période d'amortissement: 4 mois.

Ventilateurs de Plafond:

Description du travail:
Pour permettre l'évacuation de l'air chaud actuellement bloqué à hauteur du plafond et ainsi réduire le nombre d'heures de fonctionnement des ventilateurs, monter un certain nombre de ventilateurs de toit (2 par structure). Ces ventilateurs sont fabriqués en aluminium; ils sont protégés et résistent aux intempéries.

Devis pour ce travail: 16 000 FD
Economies annuelles prévues: 390 kWh à 26 FD/kWh = 10 140 FD
Période d'amortissement: 19 mois.

Total pour Toutes Recommandations:

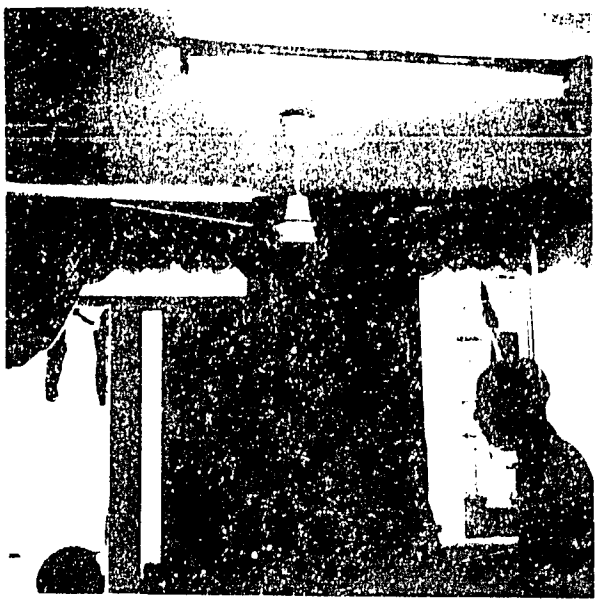
Devis pour ces travaux: 19 450 FD
Economies annuelles prévues: 855 kWh à 26 FD/kWh = 22 230 FD
Période d'amortissement globale: 10 mois
Pourcentage de réduction par rapport à la consommation actuelle d'électricité (kWh): 22 pour cent

---

* Dans la mesure du possible, les prix correspondent au prix de vente au détail à Djibouti. Lorsque les matériaux ne sont pas disponibles à Djibouti, leurs prix sont exprimés en dollars EU, plus une majoration de 50 pour cent à l'importation.

TABLEAU N-4

Description de la Vérification: Cas de 3 kVA (Appartement à Enguela)



DATE DE VERIFICATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE:
le 1er octobre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:
Appartement de 57,7 m^2, situé au deuxième étage d'un bâtiment de deux étages. Revêtement extérieur en maçonnerie sur structure en béton armé; hauteur du plafond: 2,58 m. En plus du salon et de la cuisine, l'appartement comporte deux chambres à coucher (dont une climatisée). A part la cuisine, toutes les pièces sont dotées d'un ventilateur de plafond. Aucune isolation apparente.

CONSOMMATION D'ELECTRICITE ACTUELLE

Capacité en Kilowatt:

Eclairage:	
Incandescent	0,08 kW
Flourescent	0,21 kW
Eclairage total	0,29 kW
Réfrigérateur	0,40 kW
Ventilateurs de plafond	0,40 kW
Climatiseur	2,05 kW
Divers	0,97 kW
TOTAL	4,11 kW

Consommation Annuelle en Kilowatt Heures:		Coût Annuel en FD:
Eclairage:		
Incandescent	140 kWh	
Flourescent	368 kWh	
Eclairage total	508 kWh	18 533 FD
Réfrigérateur	2 100 kWh	76 650 FD
Ventilateurs de plafond	2 200 kWh	80 300 FD
Climatiseurs	3 635 kWh	132 681 FD
Divers	849 kWh	31 008 FD
TOTAL	7 594 kWh	277 156 FD

Tarif Moyen Payé pour l'Electricité:
36,5 FD/kWh

Consommation Annuelle d'Electricité par Superficie des Pièces:
131,6 kWh/an/mètre carré

TABLEAU N-4 (suite)

Recommandations en Matière de Conservation d Energie

Eclairage:

Description du travail:
Remplacer les ampoules incandescentes par des tubes fluorescents plus performants.
Remplacer les tubes flourescents par des tubes plus performants.

Devis pour ce travail: 5 900 FD
Economies annuelles prévues: 186 kWh à 36 FD/kWh = 6 696 FD
Période d'amortissement: 11 mois.

Réfrigérateur:

Description du travail:
Installer un isolement supplémentaire autour des parois du réfrigérateur comme le décrit le Chapitre 6.

Devis pour ce travail: 2 500 FD
Economies annuelles prévues: 436 kWh à 36 FD/kWh = 15 696 FD
Période d'amortissement: 2 mois

Climatisation:

Description du travail:
1. Colmater l'ouverture autour du climatiseur
2. Faire réviser l'appareil chaque année
3. Isoler les murs et le plafond de la pièce où le conditionnement d'air fonctionne

Tout au-dessus est décrit dans le Chapitre 7.

Devis pour ce travail: 63 000 FD
Economies annuelles prévues: 1 800 kWh à 36 FD/kWh = 64 800 FD
Période d'amortissement: 12 mois

Total pour Toutes Recommandations:

Devis pour ces travaux: 71 400 FD
Economies annuelles prévues: 2 422 kWh à 36 FD/kWh = 87 192 FD
Période d'amortissement globale: 10 mois
Pourcentage de réduction par rapport à la consommation actuelle d'électricité (kWh): 32 pour cent.

TABLEAU N-5

Description de la Vérification: Cas de 12 kVA (Maison au Plateau)

DATE DE VERIFICATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE:
le 2 octobre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:
Grande résidence privée à l'ancien style colonial. La structure principale, qui comprend deux chambres à coucher, ainsi que le salon et la cuisine, est entourée et abritée des quatre côtés par une grande véranda ouverte. Garage et cuisine supplémentaire adjacents. Maison entièrement climatisée. Eclairage intérieur complété par un éclairage extérieur de sécurité allumé toute la nuit. Aucune isolation importante. Le toit en pente crée un grand espace vide au-dessus de la structure principale; ce toit comporte quatre lucarnes assez petites (deux à chaque extrémité).

CONSOMMATION D'ELECTRICITE ACTUELLE

Capacité en Kilowatt:

Eclairage:	
Incandescent	0,92 kW
Flourescent	0,11 kW
Eclairage total	1,03 kW
Réfrigérateurs	0,40 kW
Ventilateurs de plafond	0,70 kW
Climatiseur	8,21 kW
Divers	1,66 kW
TOTAL	12,00 kW

Consommation Annuelle en Kilowatt Heures:		Coût Annuel en FD:
Eclairage:		
Incandescent	6 576 kWh	
Flourescent	786 kWh	
Eclairage total	7 362 kWh	268 708 FD
Réfrigérateurs	2 100 kWh	760 650 FD
Ventilateurs de plafond	300 kWh	10 950 FD
Climatiseur	40 861 kWh	1 491 421 FD
Divers	159 kWh	5 829 FD
TOTAL	50 782 kWh	1 853 558 FD

Tarif Moyen Payé pour l'Electricité:
36,5 FD/kWh

Consommation Annuelle d'Electricité par Superficie des Pièces:
397,4 kWh/an/mètre carré

TABLEAU N-5 (suite)

Recommandations en Matière de Conservation d'Energie

Eclairage:

Description du travail:

Remplacer les lampes incandescentes par des lampes fluorescents (cela ne signifie nécessairement pas que l'on doive avoir recours à des appareils utilisant des tubes fluorescents nus: il existe aujourd'hui des ampoules flourescentes de remplacement qui se vissent dans les douilles de lampes).

Remplacer les tubes flourescents par des tubes plus performants.

Envisager l'utilisation de lampes au sodium de haute pression pour l'éclairage de sécurité extérieur; cela rendra nécessaire l'acquisition de nouveaux appareils, mais permettra de réaliser des économies d'énergie très importants. (Cette utilisation possible n'a pas été incluse dans les calculs suivants.)

Devis pour ce travail: 59 400 FD

Economies annuelles prévues: 5 418 kWh à 36 FD/kWh = 195 048 FD

Période d'amortissement: 4 mois.

Réfrigérateurs:

Description du travail:

Installer une isolation supplémentaire autour des parois du réfrigérateur comme le décrit le Chapitre 6.

Devis pour ce travail: 5 000 FD

Economies annuelles prévues: 436 kWh à 36 FD/kWh = 15 696 FD

Période d'amortissement: 4 mois.

Climatiseur:

Description du travail:

1. Colmater les orifices autour des climatiseurs.
2. Installer une ouverture à claire-voie à chaque pignon pour permettre la circulation de l'air sous le toit. La superficie totale des ouvertures doit avoisiner les 4 mètres carrés.
3. Installer un ventilateur d'évacuation thermostatique réglé de manière à se mettre en marche dès que la température sous le toit dépasse la température ambiante de 5°C.
4. Installer une isolation en fibre de verre (R18) au-dessus du plafond.

Devis pour ce travail: 219 000 FD

Economies annuelles prévues: 13 500 kWh à 36 FD/kWh = 486 000 FD

Période d'amortissement: 5 mois.

Total pour Toutes Recommandations:

Devis pour ces travaux: 283 400 FD
Economies annuelles prévues: 19 354 kWh à 36 FD/kWh = 696 744 FD
Période d'amortissement globale: 5 mois
Pourcentage de réduction par rapport à la consommation actuelle d'électricité (kWh): 38 pour cent.

TABLEAU N-6

Description de la Vérification: Bureau Administratif (Cas n° 1)

DATE DE VERIFICATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE:
le 26 septembre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:
Bureau administratif de 17,8 m2, au deuxième étage d'un bâtiment à deux étages en béton armé. Hauteur du plafond environ 3 m. Le bureau a de grandes fenêtres de deux côtés qui couvrent plus de la moitié des murs extérieurs (dont d'importantes parties sont couvertes des rideaux contre le soleil). Certaines sections (supérieures en verre sont bloquées en permanence. Les zones particulières d'infiltration se situent autour du climatiseur et sous la porte d'accès au couloir extérieur.

CONSOMMATION D'ELECTRICITE ACTUELLE

Capacité en Kilowatt:

Eclairage flourescent	0,08 kW
Ventilateur de plafond	0,10 kW
Climatiseur	2,33 kW
TOTAL	2,51 kW

Consommation Annuelle en Kilowatt Heures:		Coût Annuel en FD:
Eclairage	185 kWh	9 227 FD
Ventilateur de plafond	100 kWh	5 000 FD
Climatiseur	4 760 kWh	238 024 FD
TOTAL	5 045 kWh	252 251 FD

Tarif Moyen Payé Pour l'Electricité:

50,0 FD/kWh

Consommation Annuelle d'Electricité par Superficie des Pièces:

283,4 kWh/an/mètre carré

TABLEAU N-6 (suite)

Recommandations en Matière de Conservation d'Energie

Eclairage:

Description du travail:
Remplacer les tubes flourescents par des tubes plus performants.
Devis pour ce travail: 700 FD
Economies annuelles prévues: 37 kWh à 44 FD/kWh = 1 628 FD
Période d'amortissement: 5 mois.

Climatiseur et Ventilateur de Plafond:

Description du travail:
1. Colmater les orifices autour du climatiseur.
2. Calfeutrer la porte qui donne sur l'extérieur.
3. Assurer une isolation du plafond et des murs extérieurs comme le décrit le Chapitre 7.
4. Couvrir au moins la moitié des vitres de films isolants sur la face intérieure des fenêtres.
5. Quand il faudra remplacer le climatiseur, acheter le modèle adéquat pour températures ambiantes élevées.

Devis pour ce travail: 39 700 FD
Economies annuelles prévues: 1 900 kWh à 44 FD/kWh = 83 600 FD
Période d'amortissement: 6 mois.

Total pour Toutes Recommandations:

Devis pour ces travaux: 40 400 FD
Economies annuelles prévues: 1 937 kWh à 44 FD/kWh = 85 228 FD
Période d'amortissement globale: 6 mois
Pourcentage de réduction par rapport à la consommation actuelle d'électricité (kWh): 38 pour cent.

TABLEAU N-7

Description de la Vérification: Bureau Administratif (Cas n° 2)

DATE DE VERIFICATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE:
le 4 octobre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:
Bureau administratif de 40 m^2, au troisième étage d'un bâtiment à trois étages en béton armé. Grandes surfaces en verre, couvrant presque la moitié des murs, en partie à l'abri du soleil grâce à des pylônes verticaux courbes installés à l'extérieur. Le verre est tout de même exposé à l'air chaud ambiant. Les plans de construction indiquent une fine couche d'isolation sous la surface du toit. Une cloison vitrée sépare l'aire climatisée de la zone adjacente non climatisée du bureau. Un climatiseur fonctionnne en permanence, nuit et jour, pour protéger les pellicules photocalques des effets de la température.

CONSOMMATION D'ELECTRICITE ACTUELLE

Capacité en Kilowatt:

Eclairage:	
Incandescent	0,52 kW
Flourescent	0,40 kW
Eclairage total	0,92 kW
Climatiseurs	7,62 kW
Divers	1,66 kW
TOTAL	10,20 kW

Consommation Annuelle en Kilowatt Heures:		Coût Annuel en FD:
Eclairage:		
Incandescent	636 kWh	
Flourescent	480 kWh	
Eclairage total	1 116 kWh	55 800 FD
Climatiseurs	25 704 kWh	1 285 200 FD
Divers	475 kWh	23 735 FD
TOTAL	27 295 kWh	1 364 735 FD

Tarif Moyen Payé pour l'Electricité:
50,0 FD/kWh

Consommation Annuelle d'Electricité par Superficie des Pièces:
682,4 kWh/an/mètre carré

TABLEAU N-7 (suite)

Recommandations en Matière de Conservation d'Energie

Eclairage:

Description du travail:
Remplacer les ampoules incandescentes par des tubes fluorescents plus performants.
Remplacer les tubes flourescents par des tubes plus performants.

Devis pour ce travail: 15 700 FD
Economies annuelles prévues: 605 kWh à 44 FD/kWh = 26 620 FD
Période d'amortissement: 7 mois.

Climatiseurs:

Description du travail:
1. Colmater les orifices autour du climatiseur.
2. Isoler le plafond et le mur du couloir comme le décrit le Chapitre 7.
3. Poser une pellicule réfléchissante sur la face intérieure des fenêtres.
4. Quand il faudra remplacer les climatiseurs, acheter le modèle adéquat pour températures ambiantes élevées.
5. Cesser de faire fonctionnner un climatiseur en permanence pour protéger les pellicules photocalques; acheter un réfrigérateur et conserver les pellicules dans celui-ci. Son fonctionnement coût moins cher et permettra à mieux protéger les films.

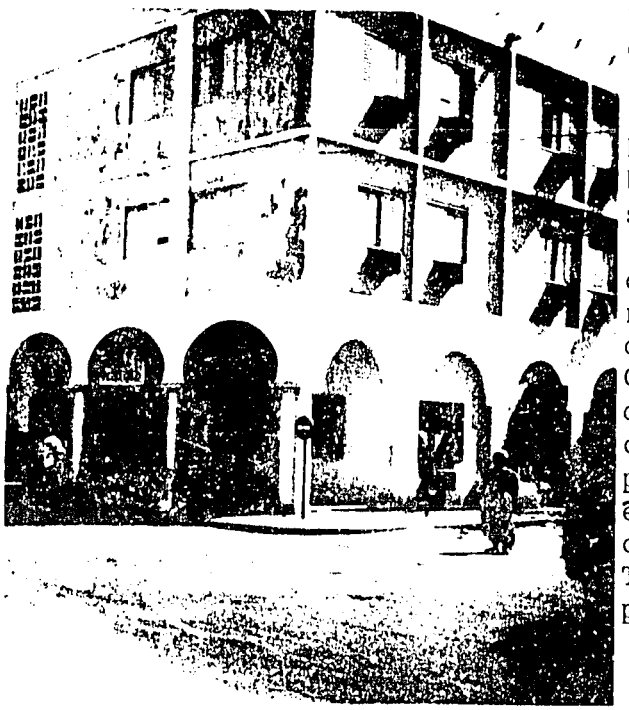
Devis pour ce travail: 160 350 FD
Economies annuelles prévues: 22 600 kWh à 44 FD/kWh = 994 400 FD
Période d'amortissement: 2 mois.

Total pour Toutes Recommandations:

Devis pour ces travaux: 176 050 FD
Economies annuelles révues: 23 205 kWh à 44 FD/kWh = 1 021,020 FD
Période d'amortissement globale: 2 mois
Pourcentage de réduction par rapport à la consommation actuelle d'électricité (kWh): 85 pour cent. (La seule rubrique 5 permet une économie de 65 pour cent.)

TABLEAU N-8

Description de la Vérification: Hôtel (Cas Commercial)



DATE DE VERIFICATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE:
le 8 octobre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:
Hôtel de 44 chambres, 3 étages, superficie totale de 1 300 m^2 (restaurant non-compris dans le cadre de cette enquête). Eclairage incandescent partout, sauf dans les couloirs extérieurs. Climatiseur indépendant dans chaque chambre, réglable par le client. Les pièces ouvertes au public du rez-de-chaussée sont également climatisées mais contrôlées par la direction. Taux de location de 65 pour cent pour l'an précédent.

CONSOMMATION D'ELECTRICITE ACTUELLE

Capacité en Kilowatt:

Eclairage:	
Incandescent	15,11 kW
Flourescent	0,47 kW
Eclairage total	15,58 kW
Climatiseurs	93,00 kW
TOTAL	108,58 kW

Consommation Annuelle en Kilowatt Heures:		Coût Annuel en FD:
Eclairage:		
Incandescent	124 900 kWh	
Flourescent	6 400 kWh	
Eclairage total	131 300 kWh	6 210 490 FD
Climatiseur	157 120 kWh	7 439 139 FD
TOTAL	288 420 kWh	16 649 629 FD

Tarif Moyen Payé pour l'Electricité:

47,3 FD/kWh

Consommation Annuelle d'Electricité par Superficie des Pièces:

221,9 kWh/an/mètre carré

TABLEAU N-8 (suite)

Recommandations en Matière de Conservation d'Energie

Eclairage:

Description du travail:
Remplacer les ampoules incandescentes par des tubes fluorescents plus performants.
Remplacer les tubes flourescents par des tubes plus performants.

Devis pour ce travail: 750 500 FD
Economies annuelles prévues: 101 200 kWh à 45 FD/kWh = 4 554 000 FD
Période d'amortissement: 2 mois.

Climatiseurs:

Description du travail:
1. Colmater les orifices autour du climatiseur.
2. Isoler les plafonds de chaque étage, ainsi que les murs des fenêtres et des couloirs, conformément à la description du chapitre 7.
3. Comme il a été mentionné dans la DESCRIPTION DU BATIMENT, la direction signale un taux d'occupation de 65 pour cent. Les chambres des clients sont situées aux premier et deuxième étage. Actuellement, les clients sont répartis sur ces deux étages. Il arrive donc fréquemment qu'une chambre climatisée se trouve à côté d'une chambre chaude, avec tout ce que cela sous-entend comme charge supplémentaire pour le climatiseur. En concentrant ses clients au premier étage jusqu'à occupation complète de l'étage, les chambres fraîches seraient adjancentes à d'autres chambres fraîches et il en résulterait de substantielles économies d'électricité pour la direction. Cela permettrait également d'éviter d'isoler les murs entre les chambres afin d'opérer une compartimentation de l'immeuble.

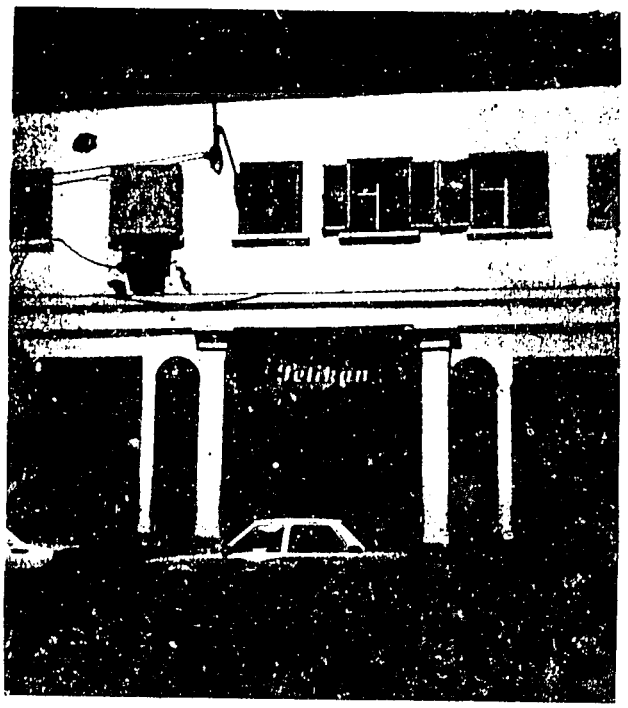
Devis pour ce travail: 2 030 000 FD
Economies annuelles prévues: 70 700 kWh à 45 FD/kWh = 3 181 500 FD
Période d'amortissement: 8 mois.

Total pour Toutes Recommandations:

Devis pour ces travaux: 3 932 000 FD
Economies annuelles prévues: 171 900 kWh à 45 FD/kWh = 7 735 500 FD
Période d'amortissement globale: 6 mois
Pourcentage de réduction par rapport à la consommation actuelle d'électricité (kWh): 60 pour cent

TABLEAU N-9

Description de la Vérification: Magasin de Détail
(Cas Commercial)



DATE DE VERIFICATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE:
le 10 octobre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:
Magasin de détail de 231,9 m^2, dans un bâtiment de 2 étages. Le magasin est au rez-de-chaussée. Un escalier conduit à un bureau au premier étage. Eclairage plus puissant qu'en general, mais adéquat pour l'étalage des marchandises. Les différents rayons du magasin sont climatisés pendant les heures d'ouverture. On a relevé une température moyenne de 25 °C vers midi le jour du contrôle.

CONSOMMATION D'ELECTRICITE ACTUELLE

Capacité en Kilowatt:

Eclairage flourescent	2,75 kW
Climatiseur	12,68 kW
TOTAL	15,43 kW

Consommation Annuelle en Kilowatt Heures:		Coût Annuel en FD:
Eclairage flourescent	6 862 kWH	323 922 FD
Climatiseur	27 890 kWH	1 316 438 FD
TOTAL	34 752 kWH	1 640 360 FD

Tarif Moyen Payé pour l'Electricité:

47,2 FD/kWh

Consommation Annuelle d'Electricité par Superficie des Pièces:

149,9 kWh/an/mètre carré

TABLEAU N-9 (suite)

Recommandations en Matière de Conservation d'Energie

Eclairage:

Description du travail:
Remplacer les tubes flourescents par des tubes plus performants.

Devis pour ce travail: 10 500 FD
Economies annuelles prévues: 1 370 kWh à 44 FD/kWh = 60 280 FD
Période d'amortissement: 2 mois.

Climatiseurs:

Description du travail:
1. Construire un vestibule (ou porte-tournante) à l'entrée principale pour éviter des fuites d'air frais lorsqu'un client ouvre la porte du magasin.
2. Installer une pellicule réfléchissante sur les vitrines.
3. Isoler les murs extérieurs et le plafond comme le décrit le Chapitre 7.

Devis pour ce travail: 805 000 FD
Economies annuelles prévues: 9 500 kWh à 44 FD/kWh = 418 000 FD
Période d'amortissement: 23 mois.

Total pour Toutes Recommandations:

Devis pour ces travaux: 815 500 FD
Economies annuelles prévues: 10 870 kWh à 44 FD/kWh = 478 280 FD
Période d'amortissement globale: 20 mois
Pourcentage de réduction par rapport àa la consommation actuelle d'électricité (kWh): 31 pour cent.

TABLEAU N-10

Aperçu des Possibilités de Conservation Energétique dans les Immeubles (GWh)

Economies d'Eléctricité (GWh)	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Résidentiel: 1 kVA (a)	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,9	3,3
3 - 9 kVA (b)	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,7	3,9	4,4	5,1
>9 kVA (c)	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	1,9
Commercial (d)	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,9	2,2
Administratif (c)	8,7	9,2	9,7	10,0	10,3	10,7	11,0	12,7	14,7
Nouveaux Bâtiments (e)	0	2,9	6,4	8,3	10,4	13,1	15,1	26,5	40,0
Economies Totales d'Electricité	16,1	20,0	24,3	26,8	29,3	32,9	35,5	50,0	67,2
Demande Modifiée (GWh)									
Résidentiel: 1 kVA	16,0	16,8	17,8	18,3	18,9	19,6	20,1	23,2	27,0
3 - 9 kVA	18,2	19,0	20,2	20,8	21,4	22,2	22,7	26,3	30,5
>9 kVA	4,8	4,9	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,9	7,9
Commercial	5,5	5,8	6,2	6,3	6,6	6,8	7,0	8,0	10,3
Administratif	37,3	39,1	41,4	42,5	43,8	45,5	46,9	54,0	62,6
Nouveaux Bâtiments	0	11,7	25,7	33,3	41,4	52,2	60,6	106,2	160,2
Demande Modifiée Totale	81,8	97,3	116,6	126,6	137,7	152,1	163,3	224,6	298,5

(a) 22 pour cent de réduction pour 50 pour cent des bâtiments.

(b) 32 pour cent "

(c) 38 pour cent "

(d) On estime à 38 pour cent les économies réalisées dans les immeubles commerciaux, partant des estimations des économies réalisées par le gouvernement lors de rénovation; ce choix a été fait parce que les immeubles gouvernementaux et commerciaux sont similaires et les estimations des rénovations, pour les immeubles commerciaux ayant fait l'objet d'une vérification comptable, semblaient inhabituellement élevées.

(e) Les estimations des économies dans les nouveaux bâtiments résidentiels et commerciaux sont de l'ordre de 40 pour cent avec des codes modérés. On pense de 50 pour cent seulement des nouveaux bâtiments sont construits dans le respect de ces codes.

TABLEAU N-11

Coût de la Conservation Energétique pour les Bâtiments avec 50% de Pénétration
(les coûts donnés pour l'année où ils interviennent, en FD 1982 constants)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Résidentiel (10^6 FD):									
1 kVA (a)	45,4	1,8(b)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
3 - 9 kVA (c)	88,5	5,7(b)	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
>9 kVA (d)	16,1	0,7(b)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Commercial (e)	27,2	1,2(b)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Administratif (e)	181,7	7,8(b)	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Nouveaux Bâtiments (f)	0	59,7	70,0	39,1	43,3	55,6	41,2	47,0(g)	55,6(g)
Coût Total	358,9	76,9	87,2	56,3	60,5	72,8	58,4	64,2	72,8
Coût Total (10^3 US $)	2 030	430	490	320	340	410	330	360	410

(a) Le coût à payer au départ pour la conservation est d'environ 22,7 FD/kWh économisé durant la première année (c'est-à-dire seulement pour les économies réalisées la première année).

(b) L'investissement annuel pour les années suivant 1984 sont une moyenne de toutes les années. Ces investissements sont constitués du coût de la remise à neuf des vieux bâtiments ajoutés au réseau électrique chaque année et ils sont relativement constants.

(c) Coût de départ de 29,5 FD/kWh pour la première année d'économie.

(d) Coût de départ de 14,6 FD/kWh économisé la première année.

(e) Coût de départ de 20,9 FD/kWh économisé la première année.

(f) Coût de départ de 20,6 FD/kWh économisé la première année.

(g) Les investissements pour 1995 et 2000 sont des moyennes des périodes 1991-1995 et 1996-2000.

TABLEAU N-12

Résumé: Economies Potentielles Provenant de la Conservation Energétique dans les Bâtiments

Economies en TEP (a)	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Résidentiel: 1 kVA	564,0	592,2	620,4	648,6	648,6	676,8	705,0	817,8	930,6
3 - 9 kVA	846,0	902,4	930,6	958,8	987,0	1 043,4	1 099,8	1 240,8	1 438,2
>9 kVA	310,2	338,4	366,6	366,6	366,6	394,8	394,8	451,2	535,8
Commercial	366,6	394,8	394,8	423,0	423,0	451,2	451,2	535,8	620,4
Administratif	2 453,4	2 594,4	2 735,4	2 820,0	2 904,6	3 017,4	3 102,0	3 581,4	4 145,4
Nouveaux Bâtiments	0	817,8	1 804,8	2 340,6	2 932,8	3 694,2	4 258,2	7 473,0	11 280,0
Economies Totales	4 540,2	5 640,0	6 852,6	7 557,6	8 262,6	9 277,8	10 011,0	14 100,0	18 950,4
Economies en millions de FD(b)									
Résidentiel: 1 kVA	24	26	27	28	28	29	30	35	40
3 - 9 kVA	37	39	40	41	43	45	47	54	62
>9 kVA	13	15	16	16	16	17	17	19	23
Commercial	16	17	17	18	18	19	19	23	27
Administratif	106	112	118	122	125	130	134	155	179
Nouveaux Bâtiments	0	35	78	101	127	160	184	323	487
Economies Totales	196	244	296	326	357	400	431	609	818
Economies Totales ($ x 10^3)(c)	130	1 560	1 670	1 840	2 020	2 260	2 440	3 440	4 620

(a) 282 TEP/GWh consommés. Cette conversion comprend un rendement de production de 36 pour cent (plus élevé qu'actuellement) et 19 pour cent de pertes lors de la transmission et la distribution.

(b) 43 180 FD/TEP de mazout.

(c) 177 FD = US $ 1,00.

TABLEAU N-13

Estimations de la Conservation Energétique pour un Echantillon de cinq Bâtiments (a)

Type de Bâtiment (b)	Consommation Electrique Actuelle	Estimation du Pourcentage de Réduction dû à la Révise à Neuf pour Conservation Energétique(c)	Coût Total de Rémise à Neuf	Economies Annuelles Totales	Amortissement Simple
Bâtiments Résidentiels					
1 kVA maison	3 940 kWh 110 714 FD	45% (kWh) 42% (FD)	38 500	1 779 kWh 46 270 FD	10 mois
3 kVA appartement	7 594 kWh 277 156 FD	55% (kWh) 50% (FD)	145 400	4 190 kWh 138 526 FD	13 mois
12 kVA maison	50 782 kWh 1 853 558 FD	62% (kWh) 61% (FD)	827 000	31 232 kWh 1 124 348 FD	9 mois
Administratif et Commercial					
Hôtel en Ville	288 420 kWh 13 649 629 FD	60% (kWh) 57% (FD)	2 780 000	171 900 kWh 7 735 500 FD	4 mois
Bureau Administratif	5 045 kWh 252 251 FD	70% (kWh) 61% (FD)	100 200	3 507 kWh 154 268 FD	8 mois

(a) Seymour Jarmul, Communication personnelle, juillet 1984.

(b) Les descriptions des mesures de conservation et des coûts pour chaque bâtiment figurent dans les Tableaux N-3 à N-9 et les descriptions de chaque maison figure en Réduire la Consommation d'Energie dans les Immeubles: Les Possibilités de Conservation à Djibouti, de Seymour Jarmul, 1983.

(c) La différence en pourcentage de réduction, lorsqu'elle est exprimée en kWh ou en FD, provient essentiellement du fait que la prime fixe de la puissance souscrite est inchangée.

TABLEAU N-14

Description d'une Conservation Rigoureuse: Cas de 1 kVA

DESCRIPTION DU TRAVAIL	COUT DU TRAVAIL (FD)	ECONOMIES ANNUELLES	
		(FD)	(kWh)
1. ECLAIRAGE: A. Changer les lampes à fluorescence par un type à haute rentabilité. B. Changer les lampes à incandescence par des lampes à fluorescence.	3 000	4 300	165
2. REFRIGERATEUR: A. Fournir une couverture isolante de 15 cm. B. Bouche d'aération sur l'extérieur à installer. C. Nettoyer le serpentin.	19 500	31 830	1 224
3. VENTILATEURS DE PLAFOND: A. Fournir des sorties à l'air chaud.	16 000	10 140	390
TOTAL POUR TOUT LE TRAVAIL	38 500	46 270	1 779

Consommation Annuelle Actuelle d'Electricité		Réduction de Pourcentage Procurable (a)		Période de Remboursement Simple (mois)	Coût (Investissement) par kWh économisé (FD/kWh)
(kWh)	(FD)	(kWh)	(FD)		
3 940	110 714	45	42	10	3,7

Source: Jarmul.

(a) La différence en "Réduction de Pourcentage Procurable", entre le kWh utilisé et les FD dépensés, est due à la valeur inchangée des frais fixes payables pour la puissance souscrite.

TABLEAU N-15

Description d'une Conservation Rigoureuse: Cas de 3 kVA

DESCRIPTION DU TRAVAIL	COUT DU TRAVAIL (FD)	ECONOMIES ANNUELLES	
		(FD)	(kWh)
1. ECLAIRAGE: A. Changer les lampes à fluorescence par un type à haute rentabilité. B. Changer les lampes à incandescence par des lampes à fluorescence.	5 900	6 696	186
2. REFRIGERATEUR: A. Fournir une couverture isolante de 15 cm. B. Bouche d'aération sur l'extérieur à installer. C. Nettoyer le serpentin.	19 500	31 830	1 224
3. VENTILATEURS DE PLAFOND ET CLIMATISEUR: A. Sceller l'enveloppe extérieure. B. Entretien annuel du climatiseur. C. Isoler les murs et le plafond de la chambre climatisée avec de l'isolant de 10 cm.	120 000	100 000	2 780
TOTAL POUR TOUT LE TRAVAIL	145 400	138 526	4 190

Consommation Annuelle Actuelle d'Electricité		Réduction de Pourcentage Procurable (a)		Période de Remboursement Simple (mois)	Coût (Investissement) par kWh économisé (FD/kWh)
(kWh)	(FD)	(kWh)	(FD)		
7 594	227 156	55	50	13	5,9

Source: Jarmul.

(a) La différence en "Réduction de Pourcentage Procurable", entre le kWh utilisé et les FD dépensés, est due à la valeur inchangée des frais fixes payables pour la puissance souscrite.

TABLEAU N-16

Description d'une Conservation Rigoureuse: Cas de 12 kVA (a)

DESCRIPTION DU TRAVAIL	COUT DU TRAVAIL (FD)	ECONOMIES ANNUELLES	
		(FD)	(kWh)
1. ECLAIRAGE: A. Changer les lampes à fluorescence par un type à haute rentabilité. B. Changer les lampes à incandescence par des lampes à fluorescence. C. Changer l'éclairage de sécurité de nuit en passant de lampes à incandescence à des lampes au sodium à haute pression.	459 400	288 348	8 010
2. REFRIGERATEUR: A. Fournir une couverture isolante de 15 cm. B. Bouche d'aération sur l'extérieur à installer. C. Nettoyer le serpentin.	7 000	8 000	222
3. CLIMATISEURS ET VENTILATEURS: A. Sceller l'enveloppe extérieure. B. Installer des sorties d'aération et un ventilateur d'evacuation de l'air chaud dans le grenier. C. Installer un isolent en laine de verre (R36) et une feuille d'aluminum de déspersion dans le grenier.	360 600	828 000	23 000
TOTAL POUR TOUT LE TRAVAIL	827 000	1 124 348	31 232

Consommation Annuelle Actuelle d'Electricité		Réduction de Pourcentage Procurable (b)		Période de Remboursement Simple (mois)	Coût (Investissement) par kWh économisé (FD/kWh)
(kWh)	(FD)	(kWh)	(FD)		
50 782	1 853 558	62	61	9	4,5

(a) Cette maison ne comporte pas de compteur séparé; elle fait partie d'un groupe important branché sur un compteur unique. Le total de la charge branchée mesurée au cours d'une vérification était de 12 kVA.

(b) La différence en "Réduction de Pourcentage Procurable", entre le kWh utilisé et les FD dépensés, est due à la valeur inchangée des frais fixes payables pour la puissance souscrite.

TABLEAU N-17

Description d'une Conservation Rigoureuse: Cas Commercial (Hotel) (a)

DESCRIPTION DU TRAVAIL	COUT DU TRAVAIL (FD)	ECONOMIES ANNUELLES	
		(FD)	(kWh)
1. ECLAIRAGE: A. Changer les lampes à incandescence par des lampes à fluorescence. B. Changer les lampes à fluorescence par un type à haute rentabilité.	750 000	4 554 000	101 200
2. VENTILATEURS DE PLAFOND ET CLIMATISEURS: A. Sceller l'enveloppe extérieure. B. Isoler les plafonds et les murs extérieurs avec de l'isolation de 5 cm. C. Changer les modèles d'utilisation des chambres d'épars à adjacents.	2 030 000	3 181 500	70 700
TOTAL POUR TOUT LE TRAVAIL	2 780 000	7 735 500	171 900

Consommation Annuelle Actuelle d'Electricité		Réduction de Pourcentage Procurable (b)		Période de Remboursement Simple (mois)	Coût (Investissement) par kWh économisé (FD/kWh)
(kWh)	(FD)	(kWh)	(FD)		
288 420	13 649 629	60	57	4	2,7

(a) La puissance souscrite de l'hôtel est de 110 kVA.

(b) La différence en "Réduction de Pourcentage Procurable", entre le kWh utilisé et les FD dépensés, est due à la valeur inchangée des frais fixes payables pour la puissance souscrite.

TABLEAU N-18

Description d'une Conservation Rigoureuse: Bureau Gouvernemental (Cas n° 1) (a)

DESCRIPTION DU TRAVAIL	COUT DU TRAVAIL (FD)	ECONOMIES ANNUELLES	
		(FD)	(kWh)
1. ECLAIRAGE: A. Passer à des lampes à fluorescence à haut rendement.	700	1 628	37
2. CLIMATISEURS ET VENTILATEUR: A. Sceller l'enveloppe extérieure. B. Isoler le plafond et les murs extérieurs avec une plaque isolant de 10 cm. C. Couvrir la moitié de la surface actuellement en verre avec des panneaux isolants. D. Appliquer une pellicule de protection solaire sur le reste de la surface de verre.	99 500	152 640	3 470
TOTAL POUR TOUT LE TRAVAIL	100 200	154 268	3 507

Consommation Annuelle Actuelle d'Electricité		Réduction de Pourcentage Procurable (a)		Période de Remboursement Simple (mois)	Coût (Investissement) par kWh économisé (FD/kWh)
(kWh)	(FD)	(kWh)	(FD)		
5 045	252 251	70	61	8	4,9

(a) Ce bureau fait partie d'un grand immeuble et n'a pas d'abonnement séparé. Le total de la charge branchée mesurée au moment de la vérification était de 2,51 kVA.

(b) La différence en "Réduction de Pourcentage Procurable", entre le kWh utilisé et les FD dépensés, est due à la valeur inchangée des frais fixes payables pour la puissance souscrite.

ANNEXE O

CONSERVATION DES SERVICES ELECTRIQUES ET GESTION DE CHARGE

Caractéristiques de Charge du Système de l'EdD

La demande en électricité connaît des fluctuations horaires, quotidiennes, et saisonnières. Dans le cadre d'un programme de Gestion de Charge (GC), il est important d'analyser les caractéristiques quotidiennes et saisonnières des courbes des charges de système. La Figure O-1 fournit une illustration du profil de charge typique du système de l'EdD par rapport aux variations de températures. Il est intéressant de remarquer le graphe des charges de climatisation au cours des mois de juin, juillet, août, et septembre. La saturation de la charge de pointe durant les mois de la saison estivale (indiquée par la charge plane) pourrait être due à l'une des raisons suivantes:

1. Tous les climatiseurs disponibles étaient en marche

2. Encore plus vraisemblable, des coupures de courants en rotation au cours des journées de pointe des mois de l'été, à cause d'un manque de capacité.

Tout au long de l'année, la charge du système de l'EdD suit de très près la variation de la température ambiante; par conséquent, il est illogique de supposer que cette tendance persiste durant les mois d'été (dans le cas où il n'y aurait pas de restrictions en termes d'offre). La Figure O-2 illustre la corrélation qui existe entre la consommation d'énergie et la variation saisonnière de températures dans le système de l'EdD. La Figure O-3 illustre le profil de charge de vingt-quatre heures au cours des journées de pointe obtenu en 1983. La courbe de charge annuelle de la Figure O-1 indique les caractéristiques saisonnières particulières de la demande du système de l'EdD. En général, en mai, juin, juillet, août, et septembre, la demande de pointe survient au cours de la période allant de midi à quinze heures. Toutefois, au cours des mois d'hiver, la demande de pointe du système est à peu près équivalente à la moitié de celle des mois d'été, et a lieu au cours des heures de la période nocturne (à dix-neuf heures généralement).

Il est possible de procéder à une estimation des possibilités de mettre sur pied des programmes de réduction de demande, en partant des valeurs des facteurs de charge quotidiens et mensuels. Une valeur basse des facteurs de charge quotidiens est indicatrice de caractéristiques d'une représentation en aiguille de la valeur maximale. D'habitude, toute valeur de facteur de charge quotidien qui est inférieure à 85 pour cent indique des possibilités d'établir des programmes de Gestion de Charge. Dans la

Figure O-3, on retrouve les facteurs de charge (FC) de pointe quotidiens pour les douze mois de 1982. Lorsqu'on observe la Figure O-3, il faudrait remarquer que le Facteur de Charge quotidien moyen de l'EdD est de 79,5 pour cent environ, y compris trois journées de coupure de courant, et de 84 pour cent, lorsque ces journées de coupure de courant ne sont pas incluses. La Figure O-2 indique que le facteur de charge mensuel pour 1982 est inclus. Il ressort de manière très claire des Tableaux O-1 et O-2 (version anglaise, Figures O-4 et O-5) que les possibilités du système de l'EdD sont limitées quant à une réduction importante de la demande de pointe sur, à la fois, une base quotidienne et une base saisonnière.

Amélioration du Facteur de Puissance

Définition du Facteur de Puissance. Le Facteur de Puissance (FP) est le rapport de la puissance réelle (exprimée en kW) sur la puissance apparente (exprimée en kVA). On peut également le définir comme étant le cosinus de l'angle de phase entre la tension exprimée et le courant. Le diagramme que comporte la Figure O-4 (version anglaise, Figure O-6) indique la relation entre FP, kW, kWAd, et kVA, et indique l'effet de la capacitance corrective du FP.

Puissance Réelle = kW = lecture du compteur en kilowatts

Puissance Apparente = $\frac{kVA}{1000}$ = Volts x Ampères (pour courant monophasé)

= 1,732 Volts x Ampères (pour courant triphasé)

Puissance Déwattée = kVAd = (kVA) x (sinus de T)
= (kW) x (tangente de T)

FP = $\frac{kW}{kVA}$ = cosinus (T) (où T est l'angle de phase)

Coût de l'Amélioration du Facteur de Puissance. Il existe un certain nombre d'appareils capables de corriger le Facteur de Puissance; trois parmi les types les plus courants sont les condensateurs, les moteurs synchrones, et les condensateurs synchrones. Ces derniers sont trop coûteux pour une application dans un système public d'alimentation, et les moteurs synchrones ne seraient pas d'une utilisation pratique dans la plupart des conditions de charge du système de l'EdD.

La correction des condensateurs est relativement peu coûteuse, à la fois du point de vue des coûts matériels et de ceux de l'installation. Les condensateurs peuvent être installés dans n'importe quelle sous-station de distribution/transmission du système de l'EdD, et amélioreront le facteur de puissance entre le point d'application et la source d'alimentation électrique. Cependant, le Facteur de Puissance entre le matériel d'utilisation et le

condensateur ne changera pas. En général, on ajoute les condensateurs à chaque élément des appareils défectueux, ou avant l'emplacement de groupes de petits moteurs (avant les centres de contrôle des moteurs ou des panneaux de distribution), ou à l'emplacement d'utilisation principal.

Lorsque les charges électriques contribuant à des Facteurs de Puissance bas sont relativement constantes, et que les capacités de charge du système ne sont pas un facteur, une correction effectuée à l'emplacement principal d'utilisation pourrait donner lieu à un avantage du point de vue du coût. Lorsqu'on fait dériver le Facteur de Puissance bas d'un nombre choisi d'éléments d'appareils, la correction serait rentable du point de vue du coût.

Dans le Tableau O-3 (version anglaise, Figure O-7), on trouve la demande de pointe exprimée en MVA pour chaque zone de la région desservie par le système de l'EdD. Des banques de condensateurs peuvent être installées dans les sous-stations de distribution, afin de faire passer le FP de 0,70 à 0,90 au cours de la première phase d'un programme de réduction des pertes du système (d'ici 1985), et de 0,70 à 0,95 lors de la seconde phase, vers 1990.

Dans la Tableau O-4 (version anglaise, Figure O-8), on trouve le total (pour 1985 et 1990) de la spécification pour les condensateurs MVAd dans une zone. On a supposé que d'ici 1990, le FP du système de l'EdD connaîtra un accroissement de 0,95, et qu'il constituera une politique de conception de systèmes. Les spécifications totales d'installation des condensateurs MVAd pour la première phase de la correction du FP sont de 30,61 MVAd, et de 5,2 MVAd pour la seconde phase des programmes de correction du FP.

Le coût des condensateurs utilisés pour la correction du FP varient entre près de 25 dollars américains par kVAd à 40 dollars américains par kVAd (1). On doit également tenir compte du coût de l'installation, qui dépend de l'emplacement et du type de contrôle. Le Tableau 5-8 (version anglaise, Figure 5-9) de la Section 5 comporte un résumé de l'estimation des investissements nécessaires à la correction du FP pour le système de l'EdD.

Incidence de l'Amélioration du Facteur de Puissance sur le Système de l'EdD; Economies. Le facteur de puissance actuel estimé pour les différents secteurs de charge et projections de vente d'énergie de Djibouti se trouvent dans le Tableau O-5 (version anglaise, Figure O-9). Les économies annuelles découlant de l'amélioration du facteur de puissance peuvent être calculées facilement, grâce à l'équation suivante:

---

(1) 177 FD = 1 Dollar Américain.

(2) Un GWh est équivalent à un million de kWh.

$$\frac{(\text{kWh vendus/an})}{\text{FP actuel}} - \frac{(\text{kWh vendus/an})}{\text{FP actuel}} = \text{Economies Annuelles en kWh}$$

Par exemple, le secteur intérieur utilisera 49,9 GWh (2) en 1985 avec son facteur de puissance actuel qui est de 0,70. Dans le cas où le facteur de puissance subit une amélioration et passe à 0,95, les économies réalisées au cours de la première année seront de:

$$\frac{(49{,}9 \times 10^6 \text{ kWh})}{0{,}7} - \frac{(49{,}9 \times 10^6 \text{ kWh})}{0{,}95} = (71{,}3 - 52{,}5) \times 10^6 \text{ kWh}$$

$$= 18{,}8 \times 10^6 \text{ kWh} = 18{,}8 \text{ GWh}$$

On doit entreprendre le même calcul pour chaque secteur et pour chaque année.

Dans le Tableau O-6 (version anglaise, Figure O-10), les estimations d'économies provenant d'un FP amélioré sont calculées pour chaque secteur pour les années 1985, 1990, 1995, et 2000.

Les économies indiquées par le Tableau O-6 représentent une réduction de plus de 30 pour cent de la demande en électricité.

Incidence du Facteur de Puissance sur la Demande de kVA. La méthode la plus pratique et la plus économique pour améliorer le facteur de puissance fait appel à l'utilisation des condensateurs. Généralement, les services publics d'alimentation ont recours à deux méthodes d'amélioration du facteur de puissance, grâce à l'emploi des condensateurs. La première méthode est celle des installations de banques, dans lesquelles un groupe de condensateurs est connecté à un point central, tel que la sous-station principale. Dans la plupart des cas, cette méthode réduit les pertes de la compagnie d'électricité. Toutefois, cette méthode est légèrement moins coûteuse que la méthode de substitution, qui, elle, comprend l'installation de condensateurs séparés directement à la source d'un faible facteur de puissance (sur un moteur à induction séparé, par exemple). Bien que plus coûteuse, cette méthode comporte tous les avantages de l'installation de groupe, à laquelle s'ajoutent ceux d'une capacité de système déclenchée, une régulation de tension améliorée, et une perte de puissance réduite.

L'exemple suivant démontre l'effet d'un facteur de puissance bas. Souvent, des compagnies utilisent des moteurs de ventilateurs de dimensions exagérées, afin de s'assurer de l'existence d'une condition de démarrage sûre. Ainsi, pour un ventilateur exigeant une puissance au frein de l'ordre de 67 (Pf), la compagnie utilise un moteur à induction de 100 CV pour fournir l'alimentation de fonctionnement. Le facteur de puissance du moteur de 100 CV à 67 Pf est de 0.79; le kVA qui en résulte est de:

$$\frac{67 \text{ Pf} \times 0{,}746 \text{ kW/CV}}{0{,}79} = 63{,}27 \text{ kVA}$$

Si la compagnie avait choisi d'utiliser un moteur à induction de 75 CV, le facteur de puissance à 67 Pf aurait été plus élevé--0,83 environ. Pour cette condition, le kVA en résultant aurait été de:

$$\frac{67 \text{ Pf} \times 0{,}746 \text{ kW/CV}}{0{,}83} = 60{,}22 \text{ kVA}$$

Ce résultat est inférieur de 3,05 kVA par rapport au moteur de 100 CV. Si l'on tenait compte du rendement du moteur, le moteur de 75 CV aurait probablement un fonctionnement à rendement supérieur, accroissant ainsi le fossé.

Estimation des Coûts de la Gestion de Charge et du Service d'Abonnenement à la Demande

En général, le coût du matériel (gestion de charge et service d'abonnement à la demande--SAD) est le facteur le plus important qui exerce une influence sur, à la fois, la compétitivité économique d'une technologie en comparaison à l'autre et le coût efficacité du programme global de Gestion de Charge. Il est important de remarquer que les programmes de Gestion de Charge (s'ils sont faisables du point de vue technologique) sont efficaces en fonction du coût, lorsqu'on les compare aux coûts d'une nouvelle capacité électrique. Avant la mise en application de n'importe quel programme de Gestion de Charge, il faut étudier les cinq critères suivants:

1. Faisabilité du point de vue de la technologie.
2. Incidence au sein du cours de la durée de charge de l'EdD.
3. Coût-Efficacité.
4. Acceptation par le consommateur.
5. Synchronisation.

L'épreuve de faisabilité technologique est satisfaite lorsque:

- La technologie (comme par exemple, le contrôle radio, le commutateur interruptible, le contrôle d'ondulations, etc.) démontre l'existence d'un degré élevé de fiabilité de la performance;

- Les moyens de production de la technologie en vue d'un emploi généralisé sont disponibles; et

- Le coût de la technologie est raisonnablement compétitif avec celui des produits auxiliaires.

L'épreuve de la courbe de la durée de charge est satisfaite, lorsque le programme a:

- Un impact important sur les charges de pointe quotidiennes et saisonnières, en couvrant la charge de la crête au talon d'épaulement, ou des périodes hors-pointe.

L'épreuve de coût-efficacité est satisfaisante, lorsque:

- La gestion de charge est rentable en fonction du coût comparée au coût de la nouvelle capacité électrique;

- Le taux bénéfice-coût du programme (TBC) est plus grand que l'unité, et cela de trois points de vue: participant, tous les abonnés, et la société; et

- Le but du programme est de réduire au minimum les subventions provenant de l'abonné hors-programme aux participants au programme. La limite à laquelle le TBC de l'abonné hors-programme tombe en-dessous de un devrait être minimisée, mais on ne devrait pas faire courir de risques aux objectifs du programme, en se basant sur cette seule épreuve.

L'épreuve d'acceptation par le consommateur est satisfaisante, lorsque:

- Les résultats expérimentaux indiquent que le service public sera en mesure de recruter des nombres suffisants de participants, dans le but de garantir que les buts de mise en application du programme à grande échelle du service public seront atteints.

L'épreuve de synchronisation est satisfaisante, lorsque:

- L'expansion du programme est synchronisée avec la nécessité de déplacer ou de décourager des investissements dans de nouvelles installations.

Les coûts fondamentaux, tels que ceux consacrés à la recherche et au développement, l'engineering et l'approvisionnement de conception, la manufacture, les essais, et l'expédition, font tous partie du coût total de la Gestion de Charge. Aux Etats-Unis, les coûts installés typiques estimés de première année pour un programme à cycle de Gestion de Charge pour 1985 se trouvent en Tableau O-7 (version anglaise, Figure O-11).

On est prié de remarquer que pour l'EdD, les éléments 2, 3, 4, et 5 seraient beaucoup plus bas. De plus, il est possible de réduire de manière importante (50 dollars américains au lieu de 325) le coût du matériel de SAD, en ayant recours à des systèmes moins sophistiqués, comme, par exemple, un débrayeur de demande électrique, au lieu d'un débrayeur de demande contrôlé par radio.

Le coût de 85 dollars américains pour un commutateur est typique des coûts enregistrés par plusieurs services publics d'électricité aux Etats-Unis. A titre d'exemple, une étude menée par le ORNL (Oak Ridge National Laboratory -- Laboratoire National d'Oak Ridge) indique que le coût par élément d'installation, qu'un service énergétique public peut connaître, dépend de plusieurs variables, parmi lesquelles on trouve: 1) la taille du système, 2) les conditions de livraison, 3) le nombre d'émetteurs, 4) la

rédondance du système, 5) la sophistication du contrôle central, 6) les coûts de télémétrie, 7) le type de commutateur, et 8) les coûts d'utilisation de la main-d'oeuvre locale. De plus, l'étude indique que la gamme de coûts pour les appareils radio à modulation de fréquence va de 65 à 180 dollars américains, selon les variables indiquées ci-dessus.

L'appareil de SAD utilisé actuellement est beaucoup plus sophistiqué que l'appareil radio à Modulation de Fréquence. Par exemple, le commutateur de SAD est à fonctions multiples, c'est-à-dire qu'il fonctionne comme détecteur de demande, temporisateur, indicateur de production, détecteur de dégats, contacteur de débranchement de service, et commutateur de remise en service. Aujourd'hui, un service public d'électricité de Californie est en train de procéder à l'évaluation du coût par unité du SAD à 157 dollars américains, lorsqu'on passe commande de 132 000 unités (à cause des économies d'échelle). Cependant, on peut utiliser, pour le système de l'EdD, des commutateurs de SAD moins sophistiqués pour contrôler la demande de pointe des consommateurs, au cours des mois où il y a moins d'activité.

Liste des Tâches à Accomplir en vue de Conserver l'Energie Electrique

Il serait nécessaire d'analyser et d'envisager les options suivantes, dans le but de réduire encore plus la consommation énergétique:

Réduction de la Charge

- Installation de contrôles automatiques ou manuels pour débrancher les charges, lorsqu'elles ne sont pas requises.
- Installation d'appareils automatiques ou manuels de délestage de charge, dans le but de réduire les charges de pointe.

Réduction des Pertes

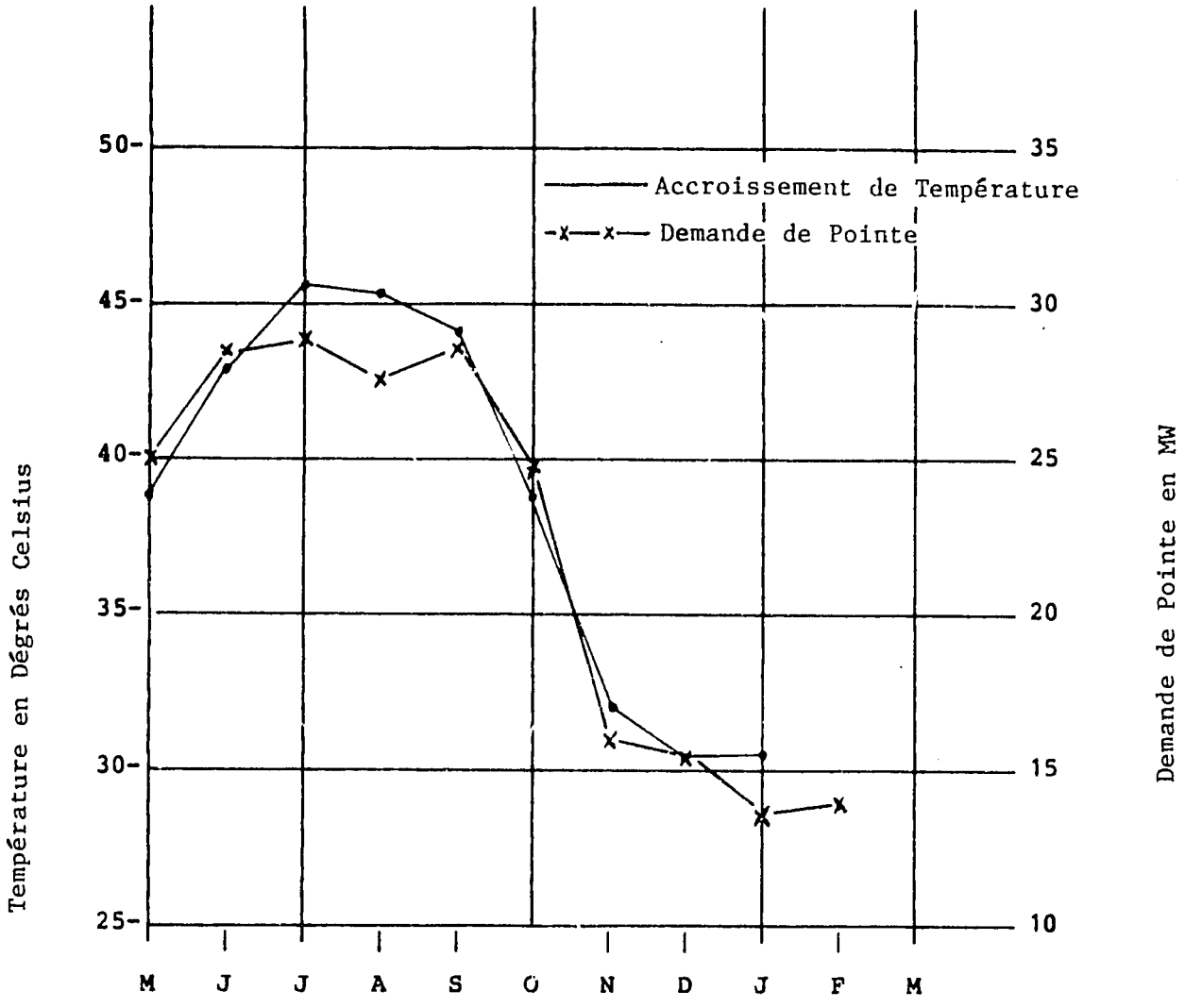
- Correction d'un Facteur de Charge bas à l'aide de condensateurs, dans le but de réduire les pertes et accroître la capacité du système de distribution électrique.
- Remplacement des moteurs à dimensions trop grandes, dans le but d'améliorer le Facteur de Charge et le rendement du moteur du système.
- Utilisation d'émetteurs rentables de type sec.
- Isolation du matériel de chauffage et de refroidissement électrique, ou achat d'un nouveau type de matériel ayant une meilleure isolation.

- Lors de l'installation d'appareils supplémentaires ou une transformation importante, comprenant l'installation d'appareils de type nouveau, l'utilisation de systèmes de 408/277 volts, au lieu de 120/110 là où le service électrique est de 500 kVA ou plus (quand cela est possible, il est recommandé d'avoir recours à la tension la plus élevée possible dont dispose le marché).

- Isolation et calfeutrage d'immeubles climatisés, des filtres de climatiseurs propres, pose d'auvents pour protéger les fenêtres et les climatiseurs contre la lumière du soleil; passage à un éclairage fluoresecent efficace, installation de refrigérateurs rentables, etc.

FIGURE O-1

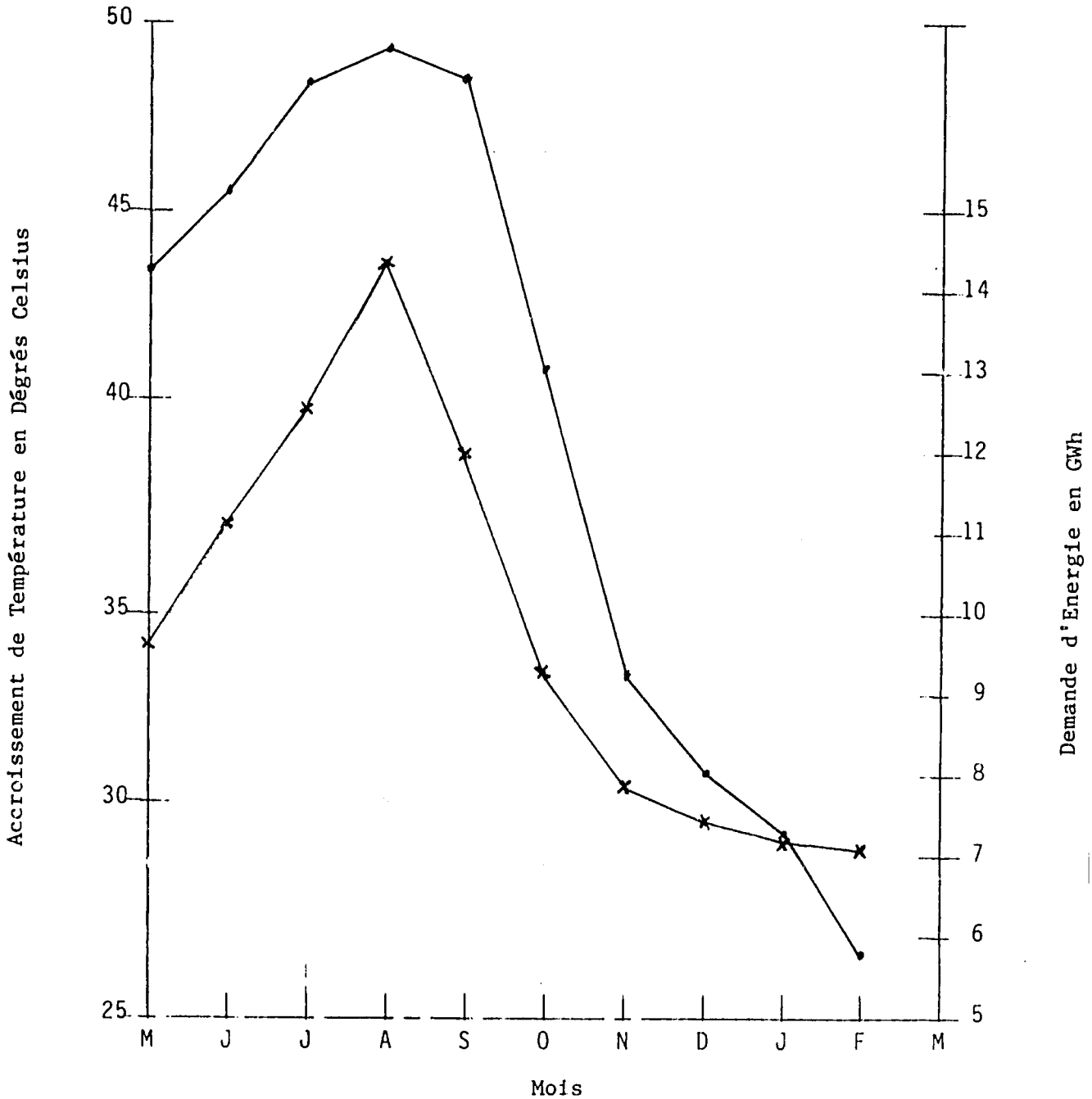
Données Réelles pour la Saison 1983/1984



Source: SNM et ISERST/VITA.

FIGURE O-2

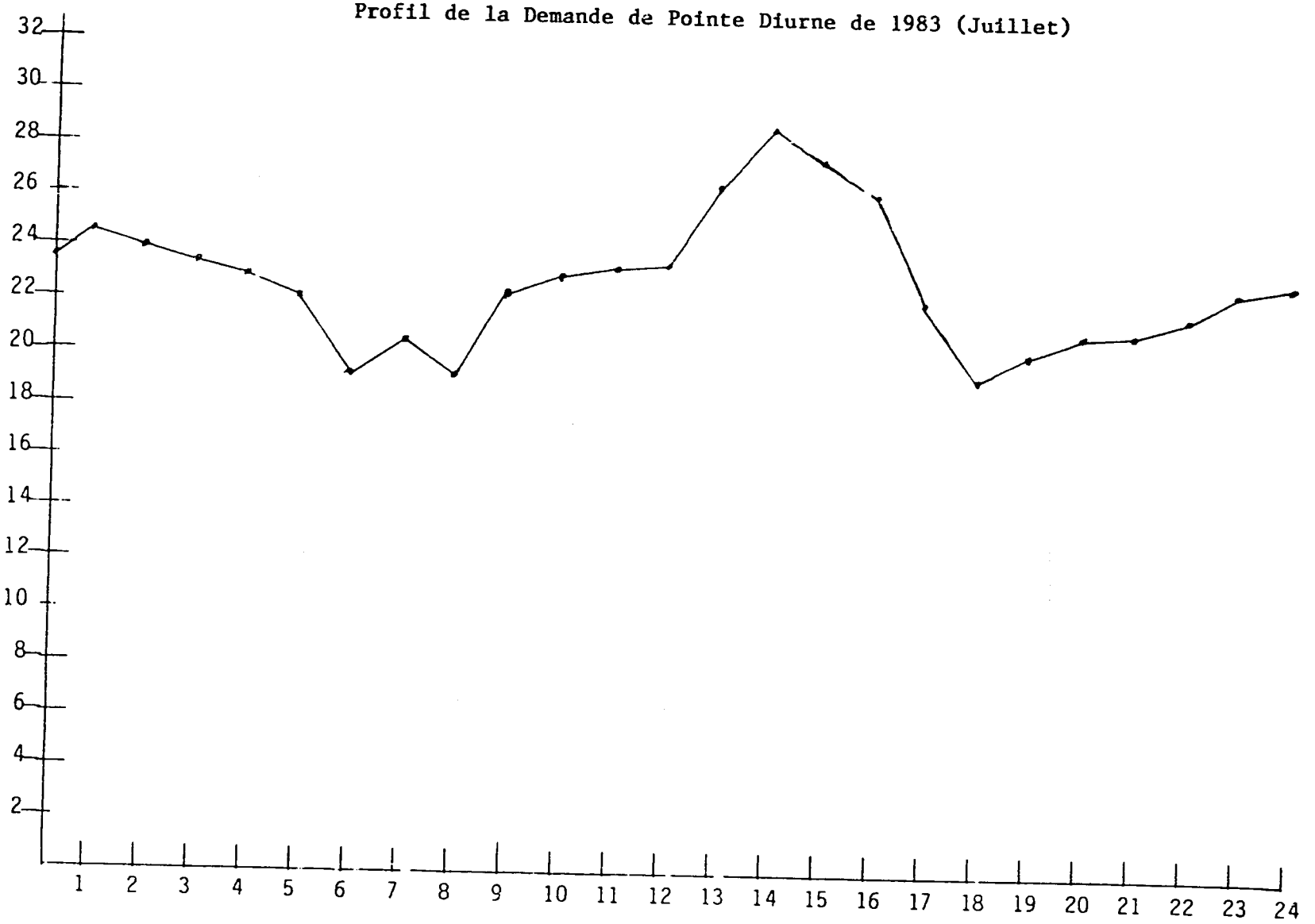
Données Réelles pour la Corrélation entre l'Energie et la Température pour 1983



Source: EdD.

FIGURE O-3

Profil de la Demande de Pointe Diurne de 1983 (Juillet)



Source: EdD.

TABLEAU O-1

Facteurs de Charge de Pointe dans la Journée pour les 12 Mois de 1982

(Correspond à la Figure O-4, Version Anglaise)

Mois	Facteur de Charge de Pointe dans la Journée (Pourcentage)	Heures de Pointe
Janvier	80	19,0
Fèvrier	83	19,5
Mars	86	12,0
Avril	52 (a)	22,0
Mai	77 (a)	22,5
Juin	89	15,0
Juillet	83	14,0
Août	84	15,0
Septembre	68 (a)	23,0
Octobre	87	14,0
Novembre	86	11,0
Décembre	85	19,0

Source: EdD.

(a) Pannes de courant ou interruptions par rotation.

TABLEAU O-2

Facteurs de Charge Mensuels 1982

(Correspond à la Figure O-5, Version Anglaise)

Mois	Facteur de Charge (Pourcentage)
Janvier	92
Fèvrier	89
Mars	91
Avril	83
Mai	92
Juin	73 (a)
Juillet	93
Août	90
Septembre	75 (a)
Octobre	80
Novembre	94
Décembre	88

Source: EdD

(a) Puissance sur bandes ou interruptions par rotation.

FIGURE O-4

Facteur de Puissance

(Correspond à la Figure O-6, Version Anglaise)

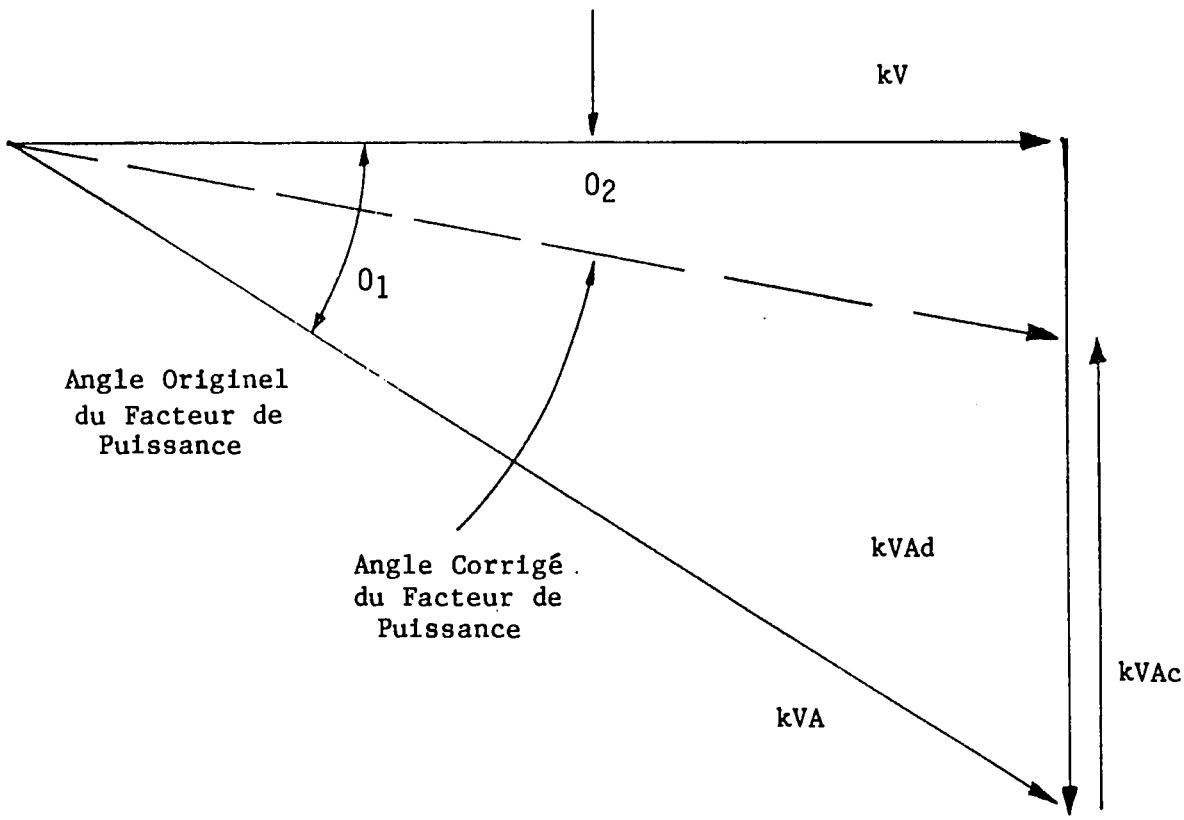


TABLEAU O-3

Demande de Pointe en MVA dans les Différentes Zones du Système de l'EdD (a)

(Correspond à la Figure O-7, Version Anglaise)

Zones	1985	1990	1995	2000
1	4,3	6,1	7,8	10,4
2	4,4	7,3	8,8	10,0
3	7,9	10,7	12,1	13,7
4	12,8	15,7	18,5	21,4
5	5,6	10,4	12,8	15,0
6	5,0	6,4	8,1	10,4
7	21,7	30,6	40,0	51,4
8	0,4	3,1	5,7	10,0
9	8,8	13,5	19,2	25,7
10	3,1	8,8	15,7	28,6
11	1,4	2,8	5,6	8,6
12	2,3	3,0	3,8	5,0

(a) Basé sur un Facteur de Puissance de 0,7.

TABLEAU O-4

Exigences en Termes de Condensateurs MVAr pour les Corrections du Facteur de Puissance

(Correspond à la Figure O-8, Version Anglaise)

Zone	Exigences en MVAr pour 1985	MVAr pour 1990
1	1,69	0,18
2	1,74	0,35
3	3,10	0,35
4	5,00	0,35
5	2,18	0,58
6	1,96	0,17
7	8,51	1,06
8	0,17	0,35
9	3,47	0,60
10	1,23	0,94
11	0,66	0,17
12	0,90	0,10
TOTAL	30,61	5,20

TABLEAU O-5

Facteur de Puissance Actuel et Ventes Energétiques pour les Différents Secteurs de Charge de l'EdD (GWh)

(Correspond à la Figure O-9, Version Anglaise)

Secteurs de Charge	Facteurs de puissance actuel présumés	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
1. Intérieur	0,70	49,93	54,87	59,85	65,26	70,91	77,83	107,6	142,89
2. Industriel	0,65	9,41	10,34	11,28	12,30	13,37	14,67	20,28	26,94
3. Commercial	0,70	7,70	8,46	9,23	10,06	10,94	12,00	16,59	22,04
4. Administratif et Eclairage Public	0,70	24,20	26,65	29,07	31,69	34,44	37,80	56,25	69,40
5. Autre Clients Importants (y compris l'Armée Française	0,65	51,36	56,44	61,55	67,12	72,94	80,05	110,66	146,98

TABLEAU O-6

Economies Présumées dues à l'Amélioration des Facteurs de Puissance

(Correspond à la Figure O-10, Version Anglaise)

Secteurs de Charge	Facteur de Puissance Actuel Présumé	Facteur de Puissance Amélioré	Economies Possibles (GWh)			
			1985	1990	1995	2000
1. Domestique	0,70	0,95	18,8	24,7	34,2	45,4
2. Industriel	0,65	0,85	3,4	5,3	7,3	9,7
3. Commercial	0,70	0,90	2,4	3,8	5,3	7,3
4. Administratif et éclairage public	0,70	0,90	7,7	12,0	16,6	22,0
5. Autres clients importantes (y compris l'armée française)	0,65	0,85	18,6	29,0	40,1	53,2
ECONOMIES TOTALES			50,9	74,8	103,5	137,3

TABLEAU O-7

Coût de Première Année pour un Compteur Radio FM

(Correspond à la Figure O-11, Version Anglaise)

Coûts	Dollars	10^3FD
1. Achats du matériel	85,00	55,0
2. Installation	60,00	10,0
3. Renouvellement du matériel	2,00	0,4
4. Fonctionnement et entretien annuels	13,80	2,4
5. Contact client	31,70	5,6
TOTAL	192,5	34,1

Coût de Première Année d Service pour Demande Souscrite

Coûts	Dollars	10^3FD
1. Achats du matériel	325,00	57,5
2. Installation	15,00	2,7
3. Renouvellement du matériel	7,00	1,2
4. Fonctionnement annuel	15,00	2,7
5. Contact client	30,40	5,3
TOTAL	392,40	69,5

ANNEXE P

CALCUL DE LA PART LOCALE DE L'UTILISATION DU CARBURANT POUR AVIONS

Afin de calculer la part des ventes totales de carburant pour avions à réaction qui devrait être attribuée au marché "domestique" de Djibouti, la procédure suivante a été suivie. Nous avons calculé la longueur moyenne des vols par passagers (pour 1981 et 1982) à partir des données fournies par l'aéroport de Djibouti. Ces moyennes ont été pondérées par le nombre d'escales passagers (la moitié de la sommes des arrivées plus les départs) et la distance parcourue. Une longueur moyenne semblable a été établie pour le fret aérien. Cette procédure figure aux Tableaux P-1 à P-4. Les chiffres pour 1981 et 1982 ont ensuite été transformés en moyennes afin d'obtenir la moyenne "générale" utilisée dans les calculs suivants (voir Tableau P-5).

Le rendement en carburant pour les transports aériens a été converti en unités communes (voir Tableau P-6).

Enfin, le carburant consommé pour ces utilisations "domestiques" a été calculé en utilisant la moyenne générale par voyage, le rendement en carburant et les unités de trafic (voir Tableau P-7). Ces résultats figurent aux Tableaux P-1 à P-4.

TABLEAU P-1

Calcul: Longueur Moyenne de Voyage (Transport Aerien - Passagers)
1981

De/à	A. Distance de Djibouti (kms)	B. Nombre total de passagers (arrivées et départs)	C. Escales Moyennes	D. km-passagers (km-"escale") (10^6)
			C = B/2	D = A x C
Cairo	2 400	2 981	1 491	3,5784
Addis	500	20 070	10 035	5,0175
Nairobi	1 600	1 965	983	1,5728
Tananarire	5 000	673	337	1,685
Mogadishu	1 100	9 170	4 585	5,0435
Dar Es Salaam	2 000	37	19	0,038
Jeddah	1 200	17 803	8 902	10,6824
Emirates	2 500	2 664	1 332	3,330
Sara	500	4 518	2 259	1,1295
Aden	250	7 398	3 699	0,92475
Paris	6 500	35 260	17 630	114,595
"Europe"	6 000	908	454	2,724
TOTAUX			51 726	150,32085

$$\text{Longueur Moyenne de Voyage} = \left(\frac{\text{escale passager - km}}{\text{\# escales passagers}}\right) = \frac{150{,}32085 \times 10^6}{51{,}726 \times 10^3} = 2\ 906{,}1 \text{ km}$$

$$= 1\ 816{,}3 \text{ miles}$$

$$= 1\ 800 \text{ miles}$$

TABLEAU P-2

Calcul: Longueur Moyenne de Voyage (Transport Aerien - Passagers) 1982

De/à	A. Distance de Djibouti (kms)	B. Nombre total de passagers (arrivées et départs)	C. Escales Moyennes	D. km-passagers (km-"escale") (10^6)
			C = B/2	D = A x C
Cairo	2 400	3 862	1 931	4,6344
Addis	500	19 583	9 792	4,896
Nairobi	1 600	2 079	1 040	1,664
Tananarire	5 000	556	283	1,415
Mogadishu	1 100	11 111	5 555	6,1105
Dar Es Salaam	2 000	646	323	0,646
Jeddah	1 200	21 076	10 538	12,6456
Emirates	2 500	3 741	1 871	4,6775
Sara	500	7 032	3 516	1,758
Aden	250	7 099	3 550	0,8875
Paris	6 500	36 673	18 337	119,1905
"Europe"	6 000	1 789	895	5,370
TOTAUX			57 631	163,895 x10^6

$$\text{Longueur Moyenne de Voyage} = \frac{\text{(escale passager - km)}}{\text{(\# escales passagers)}} = \frac{163{,}895 \times 10^6}{57{,}631 \times 10^3} = 2\ 843{,}87 \text{ km}$$

$$= 1\ 777 \text{ miles}$$

$$= 1\ 800 \text{ miles}$$

TABLEAU P-3

Calcul: Longueur Moyenne de Voyage (Transport Aérien-Fret) 1981

De/à	Distance de Djibouti (kms)	Total du fret (arrivées et départs) en Tonnes	Total Poste (arrivées et départs) en Tonnes	Total fret et poste en Tonnes	Tonnes-kms
Cairo	2 400	69,2	2,7	71,9	172,560
Addis	500	2 821,4	10,3	2 831,7	1 415,850
Nairobi	1 600	906,1	2,1	908,2	1 453,120
Tananarire	5 000	21,9	0,5	22,4	112,000
Mogadishu	1 100	7,2	1,3	8,5	9,350
Dar Es Salaam	2 000	-	-	-	-
Jeddah	1 200	959,5	1,2	960,7	1 152,840
Emirates	2 500	27,9	0,2	28,1	70,250
Sara	500	225,9	0,4	226,3	113,150
Aden	250	83,7	8,1	91,8	22,950
Paris	6 500	3 859,9	276,3	4 136,2	26 885,300
"Europe"	6 000	72,7	1,3	74,0	444,000
TOTAUX				9 359,8	31 851,370

$$\text{Voyage Moyen} = \frac{(\text{total Tonne-kms})}{(\text{total Tonnes})} = \frac{31\ 851\ 370}{9\ 359{,}8}\ \frac{\text{Tonne - km}}{\text{Tonne}} = 3\ 403 \text{ km}$$

$$= 2\ 127 \text{ miles}$$

$$= 2\ 100 \text{ miles}$$

TABLEAU P-4

Calcul: Longueur Moyenne de Voyage (Transport Aérien-Fret) 1982

de/à	Distance de Djibouti (kms)	Total du fret (arrivées et départs) en Tonnes	Total Poste (arrivées et départs) en Tonnes	Total fret et poste en Tonnes	Tonnes-kms
Cairo	2 400	76,6	2,3	78,9	189,360
Addis	500	3 128,6	5,6	3 134,2	1 567,100
Nairobi	1 600	697,7	1,9	699,6	1 119,360
Tananarire	5 000	27,6	0,3	27,9	139,500
Mogadishu	1 100	11,2	(?)	11,2	12,320
Dar E Salaam	2 000	4,1	-	4,1	8,200
Jeddah	1 200	899,2	2,7	901,9	1 082,280
Emirates	2 500	75,4	-	75,4	188,500
Sara	500	322,1	3,9	326,0	163,000
Aden	250	86,6	9,4	96,0	24,000
Paris	6 500	3 426,6	254,0	3 500,6	22 753,900
"Europe"	6 000	31,1	1,3	32,4	194,000
TOTAUX				8 888,2	27 441,920

$$\text{Voyage Moyen} = \frac{(\text{total tonne - km})}{(\text{total tonnes})} = \frac{27\ 441{,}920}{8\ 888{,}2}\ \frac{\text{Tonne - km}}{\text{Tonne}} = 3\ 087{,}46 \text{ km}$$

$$= 1\ 929{,}66 \text{ miles}$$

$$= 1\ 900 \text{ miles}$$

TABLEAU P-5

Calcul: Voyage Moyen (Transport Aérien)

	1981	1982	Moyenne
Passagers:			
voyage moyen calculé (miles)	1 800	1 800	1 800
Frêt:			
voyage moyen calculé (miles)	2 100	1 900	2 000

Source: Provenant des Tableaux P-1 à P-4.

TABLEAU P-6

Calcul: Efficacité du Combustible pour le Transport Aérien

Dans "Ecoscience: Population, Ressources, et Environnement", Ehrlich, Ehrlich, et Holdren (p. 495) citent des rendements pour le transport aérien de:

$$22 \frac{\text{passager-miles}}{\text{gallon}} \quad \text{et} \quad 11 \frac{\text{tonne-miles}}{\text{gallon}}$$

Nous convertissons cela en:

Passagers:

$$22 \frac{\text{passager-miles}}{\text{gallon}} \quad \frac{\text{gallon}}{3{,}785 \text{ litres}} = \frac{5{,}81 \text{ passager-miles}}{\text{litre}}$$

$$\frac{5{,}81 \text{ passager-miles}}{\text{litre}} \quad \frac{\text{unité de trafic}}{1\,000 \text{ passagers}} \quad \frac{1\,000 \text{ litre}}{m^3} = \frac{5{,}81 \text{ u. t. miles}}{m^3}$$

Fret:

$$\frac{11 \text{ tonnes-mile}}{\text{gallon}} \quad \frac{\text{gallon}}{3{,}785 \text{ litres}} \quad \frac{0{,}907185 \text{ tonne}}{\text{tonne}} = \frac{2{,}64 \text{ tonne-mile}}{\text{litre}}$$

$$2{,}64 \frac{\text{tonnes-mile}}{\text{litre}} \quad \frac{\text{unité de trafic}}{100 \text{ tonnes}} \quad \frac{1\,000 \text{ litres}}{m^3} = \frac{23{,}95 \text{ u.t.-mile}}{m^3}$$

N.B.: u.t. = unité de trafic.

Source: Ehrlich, Ehrlich, et Holdren.

TABLEAU P-7

Calcul: Combustible Consacré à la Consommation Intérieure (Transport Aérien)

Calculé en utilisant:

Les efficacités de combustible dérivées de "Ecoscience: Population, Ressources, et Environnement" (voir Tableau P-6).

Voyage moyen calculé à partir des statistiques de l'Aéroport de Djibouti (cf. Tableau P-5).

Efficacités de Combustible:

$$5{,}81 \ \frac{\text{unités de trafic-miles}}{m^3} \quad \text{pour les passagers}$$

$$23{,}95 \ \frac{\text{unités de trafic-miles}}{m^3} \quad \text{pour le fret}$$

Voyage Moyen:

1 800 miles pour les passagers
2 000 miles pour le fret

$$\text{Total de la quantité de combustible utilisée} = \frac{(\text{unités de trafic})\ (\text{longueur du voyage moyen})}{(\text{efficacité du combustible})}$$

Par conséquent:

$$\text{Combustible pour passagers} = (\text{unités de trafic-passagers}) \ \frac{(1\ 800)}{(5{,}81)}$$

$$\text{Combustible pour fret} = (\text{unités de trafic-fret}) \ \frac{(2\ 000)}{(23{,}95)}$$

ANNEXE Q

TABLEAU Q-1

Moyenne Mensuelle des Températures (1983)
(Dégrés Centigrades)

Station/Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Djibouti-Ville	-	25,61	27,00	29,03	31,60	34,49	36,55	36,03	33,33	30,33	27,84	26,76
Ali-Sabieh	-	21,30	22,70	26,11	28,46	31,80	33,10	31,79	31,75	26,51	22,96	21,64
Obock	-	25,80	26,90	28,76	30,75	33,65	35,69	34,49	32,94	29,73	27,19	26,40
Dikhil	-	25,50	26,40	28,92	31,13	34,51	34,44	33,01	33,72	29,18	25,34	23,78
Tadjourah	-	-	-	-	31,43	33,78	36,23	35,33	33,61	30,54	(a)	26,45
Hol-Hol	-	-	-	-	(a)	32,50	34,39	(a)	(a)	(a)	28,26	21,62
Yoboki	-	-	-	-	33,38	37,18	37,94	35,92	37,08	31,83	28,16	26,85

Source: ISERST/VITA.

(a) Données non disponibles en raison de problèmes techniques.

TABLEAU Q-2

Moyenne Mensuelle des Températures (1984)
(Dégrés Centigrades)

Station/Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Djibouti-Ville	25,9	(a)	26,2	28,5	30,3	33,9
Ali-Sabieh	20,9	20,8	(a)	27,0	28,9	33,2
Obock	25,4	24,7	26,5	(a)	(a)	(a)
Dikhil	23,1	23,5	26,6	29,7	30,6	35,0
Tadjourah	25,7	25,4	27,1	29,7	31,1	35,7
Hol Hol	20,8	21,0	23,5	26,6	29,2	-
Yoboki	26,1	26,1	29,4	32,6	34,1	38,5

Source: ISERST/VITA.

(a) Données non disponibles en raison de problèmes techniques.

ANNEXE R

TABLEAU R-1

Indicateurs Economiques pour Djibouti

	1977	Changement en % (a)	1978	Changement en % (a)	1979	Changement en % (a)	1980	Changement en % (a)	1981	Changement en % (a)	1982	Changement en % (a)	1983 (Août)
Indice des Prix à la Consommation à Djibouti pour les Expatriés Européens (b) (octobre 1978 = 100)	80,2	19,7	96,0	15,0	110,3	5,7	123,6	5,7	130,7	-2,4	127,2		128,0
Indice du Taux de Change pour le Franc Djiboutien (c) (en 1977: 30 FD = 100)	—	—	108,1	3,2	111,6	0,5	112,2	-12,5	98,2	-10,0	89,3(d)	—	—
Taux du Marché de Change (nombre moyen de FD pour 1 FF) (b)	—	—	40,01	6,1	42,44	0,9	42,83	-12,7	33,53	-17,8	27,57	—	—
Indice de Déflation du PIB (e)	—	—	100,0	14,9	114,9	11,5	128,1	4,9	134,4	-1,6	132,2	—	—

(a) Changement en pourcentage datant de l'année précédente.

(b) Annuaire Statistique, 1982, pp.111-112 (CPI), 158 (FF).

(c) FMI, Statistiques Financières Internationales, et estimations du FMI. Les coefficients de pondération ont été établis pour servir de fonction du pourcentage qui pouvait être alloué aux principaux partenaires commerciaux de Djibouti en 1979. Tout accroissement (baisse) de l'indice signifie une baisse (croissance) de la valeur commerciale du FD.

(d) Estimation faite par un consultant et basée sur la corrélation entre cet indice et le taux de change du FD par rapport au FF.

(e) Banque mondiale, "Djibouti: Rapport sur la Situation et les Perspectives Economiques," Novembre 1983.

ANNEXE S

TABLEAU S-1

Evolution des Produits Pétroliers 1974-1983 (en mètres cubes (a))

Marché	Produit	1982(b)	1981	1980	1979	1978	1977	1976	1975	1974
Marché Intérieur	Essence Super	9 426	9 007	8 533	8 184	6 315	6 237	5 902	5 391	4 176
	Essence Ordinaire	4 865	5 243	5 612	6 065	5 955	6 794	7 233	6 617	6 153
	Kérosène (c)	9 259	8 390	7 592	7 246	5 047	5 530	5 428	4 745	4 489
	Diesel	20 274	24 539	21 458	19 087	12 095	14 910	14 251	14 161	15 780
	Mazout	22 979	27 825	27 159	26 864	26 066	23 834	22 164	18 894	14 380
	Lubrifiants	[illegible] 080	1 574	1 758	1 417	1 038	1 210	1 318	1 227	850
	GPL	1 069	1 093	817						
Aviation	Carburéacteur A-1	78 539	71 792	87 323	89 558	100 967	90 237	79 455	84 426	75 874
	Avgas	533	202	1 124	2 626	1 408	1 753	2 692	3 641	5 082
Ravitaillement	Diesel	72 099	31 608	53 501	76 438	84 421	92 442	100 100	56 588	46 122
	Mazout	234 705	230 693	136 448	282 886	248 404	361 221	444 125	257 481	172 597

Sources: Compagnies pétrolières; EPH.

(a) Un mètre cube = 6,3 barils de pétrole.

(b) Les chiffres pour 1982 proviennent des livres de compte des compagnies pétrolières ("Mouvement des Hydrocarbures", Shell Oil Co.,) et ne correspondent pas exactement à ceux de l'Annuaire Statistique, 1982.

(c) Carburéacteur A-1.

TABLEAU S-2

Marché Intérieur des Combustibles

	Super	Ordinaire	Diesel	Kérosène	Mazout #2	Lubrifiants	Total GPL
1982							
Prix à quai (FD le litre)	47,95	47,95	49,71	52,92	39,48(a)	275,0(a)	70,0(a)
Marché intérieur (b,c) (importations nettes)(m^3)	9 426	4 865	20 274	9 259	32 979	2 080	1 069
Coût pour l'économie (millions de FD)	452	233	1 008	490	1 302	572	75
1981							
Prix à quai	47,95	47,95	49,71	52,95	39,48	275,0(a)	70,0(a)
Marché intérieur (c)	9 007	5 243	24 539	8 390	27 825	1 574	1 093(b)
Coût pour l'économie	432	251	1 220	444	1 099	433	77
1980							
Prix à quai	46,80	46,00	46,80	49,50	39,48	260,0(a)	65,0(a)
Marché intérieur (c)	8 533	5 612	21 458	7 592	27 159	1 759	817(b)
Coût pour l'économie	399	258	1 004	376	1 072	457	53
1979							
Prix à quai	27,50	25,00	25,00	27,25	20,42	140,0(a)	35,0(a)
Marché intérieur (c)	8 184	6 065	19 087	7 246	26 864	1 417	1 035(a)
Coût pour l'économie	225	152	477	197	549	198	36

Sources: Annuaire Statistique, 1982; Fonds Monétaire International (FMI), Mission à Djibouti, "Evolution Récente de l'Economie", Avril, 1982; "Mouvement des Hydrocarbures, 1980-1982" (comme indiqué seulement).

(a) Estimation basée sur les données fournis par les compagnies pétrolières.

(b) Données provenant directement des bordereaux du Mouvement des Hydrocarbures. Ces données sont légèrement différentes des quantités provenant des tableaux des Mouvements des Stocks, fournis par l'EPH, mais cette différence n'est pas importante.

(c) Comprend les livraisons faites à la base de l'armée française. Ne comprend ni les ventes de carburant de ravitaillement ni celles de carburant d'aviation.

TABLEAU S-3

"Réexportation" vers l'Armée Française

	Super	Ordinaire	Diesel	Kérosène	GPL	Lubrifiants
1982						
Livraisons à l'armée française (a) ("réexportations") m^3	236	2 027	452	37	219	85
Prix à quai (millions de FD)	11	97	22	2	15	23
1981						
Livraisons à l'armée française (a)	115	2 128	617	—	235	65
Prix à quai	6	102	31	—	16	18
1980						
Livraisons à l'armée française (a)	103	1 874	592	—	226	61
Prix à quai	5	86	28	—	15	16

(a) Estimation basée sur les données fournies par les compagnies pétrolières.

ANNEXE T

PROGRAMME SUGGERE POUR L'APPLICATION DU PROJET SUR LES INITIATIVES ENERGETIQUES

Une évaluation générale du Projet sur les Initiatives Energétiques pour Djibouti aura lieu à l'automne 1984. Cette évaluation tracera la direction que prendra le projet pendant les deux années supplémentaires pour lesquelles des fonds ont été alloués. Nous comprenons que les informations contenues dans cette évaluation seront utilisées par l'équipe d'évaluation; l'une des raisons pour lesquelles cette évaluation a été réalisée est qu'il était nécessaire de fournir à cette équipe des données sur lesquelles baser leurs décisions.

Durant la préparation de ce rapport, nous avons eu l'occasion de bien connaître Djibouti et les problèmes associés au secteur énergétique du pays. Nous voudrions donc présenter nos recommandations en vue d'une action à venir dans le cadre du Projet sur les Initiatives Energétiques.

Nos recommandations concernant les choix de politique énergétique nationale sont présentées dans le corps de ce rapport (Section VI). Nous estimons que ces recommandations représentent des directions valables vers lesquelles la politique du gouvernement devrait se tourner. Ces choix devraient être appliqués, que ce soit dans le cadre du Projet sur les Initiatives Energétiques ou non. Dans cette Annexe, nous présentons cependant un sous-ensemble de ces choix, élaborés sur la base des limitations en temps, personnel et finances de ce projet.

Le personnel expatrié du Projet sur les Initiatives Energétiques se compose du chef de l'équipe et d'un technicien. Le chef de l'équipe doit partir à l'automne et il faudra lui trouver un remplaçant. Le technicien est arrivé à Djibouti au printemps 1984 avec un contrat d'un an avec possibilité de prorogation. Il est prévu que le projet se poursuive pendant encore deux ans et on estime qu'il reste encore entre 600 000 et 700 000 dollars (1) en fonds discrétionnaires dans le budget. Nous avons tenu compte de ces facteurs lors de la formulation des recommandations qui figurent dans cette Annexe.

Notre analyse a clairement démontré que de très importantes économies peuvent être réalisées par l'application d'un programme solide de conservation énergétique, en particulier s'il se concentre sur la compagnie électrique et le secteur des bâtiments. Nous mettons donc particulièrement l'accent sur les activités de

---

(1) 1 dollar US = 177 FD.

conservation. En même temps, nous avons avancé l'argument que pour certaines applications il se peut que les technologies basées sur les ressources renouvelables constituent les choix les plus rentables et les plus sûrs au point de vue coût, que ce soit au stade actuel ou à l'avenir. Nous avons donc recommandé la poursuite des activités dans le domaine des énergies renouvelables, en particulier en ce qui concerne la formation du personnel djiboutien et la démonstration de technologies nouvelles à Djibouti.

Dans certains cas, nous recommandons la même option envisagée dans le corps de ce rapport, mais à un niveau de financement moindre. Ce financement moins élevé tient compte des fonds limités dont le projet dispose. Nous avons estimé que ce travail important devrait débuter, même à un niveau de financement plus bas, dans l'espoir que des fonds supplémentaires seront trouvés, peut-être auprès d'autres agences donatrices.

Choix d'Application

Général

Assistance Technique au Service de l'Energie	125 K
Centre de Documentation Energétique	25 K
	150 K

Conservation

Modernisation EdD	75 K
Equipe d'Enquête Energétique	25 K
Modernisation Bâtiments Administratifs	20 K
Programme de Prêts pour Modernisation pour la conservation	100 K
Campagne de Presse	4 K
Nouveaux Logements Energétiquement Rentables	120 K
Recyclage et Utilisation de l'Huile Usagée	10 K
	354 K

Energies Renouvelables

Poursuite de la Collecte des Données Météorologiques	4 K
Etude de l'Apport Biomasse	10 K
Analyse de la Biomasse en Terres Arides	18 K
Formation Pompage Eolien de l'Eau	20 K
Déplacement et Réparation des Eoliennes du Nord	20 K
Chauffe-eau Solaires	8 K
Programme de Démonstration de Pompe Solaire	40 K
Réfrigérateurs Photovoltaïques	25 K
	150 K

PROJECTION DES DEPENSES TOTALES = 649 000 dollars US

Nous estimons que fournir un conseiller technique au Service de l'Energie constitue l'une des prochaines étapes fondamentales de ce projet et, ce qui est encore plus important, pour la planifi-

cation énergétique et l'orientation politique à venir. Plusieurs parmi nos recommandations vont dans le sens d'une étude plus approfondie des impacts possibles qu'auraient des changements potentiels dans la politique. Avec le conseiller en place, le Service de l'Energie sera en position d'appuyer fortement les activités énergétiques à Djibouti.

Pour nos autres recommandations, l'accent est divisé entre les activités de conservation et les sources d'énergie renouvelables. Le technicien qui se trouve déjà dans le pays a une formation orientée vers les sources d'énergie renouvelables; nous pensons donc que pour le recrutement du nouveau chef d'équipe, il faudra mettre l'accent sur un candidat ayant une bonne formation en conservation. Il serait idéal qu'un troisième poste puisse être créé afin de traiter uniquement des activités de conservation, ce qui permettrait au chef d'équipe de s'occuper des tâches administratives de la totalité du projet. Une composante salaire est comprise dans les estimations de coût de chacune de nos options de conservation. Si l'ensemble de toutes les options de conservation que nous proposons est retenu pour être appliqué il y aura des fonds suffisants pour la création d'un poste à plein temps. Un tel poste apporterait aux activités de conservation une continuité de très grande valeur.

Certains des choix proposés dans cette liste ont été déterminés en ayant à l'esprit les points forts du contractant, VITA. Le centre de documentation énergétique pourrait bénéficier de l'inclusion d'un catalogue sur micro-fiches de VITA, ce qui permetrait à Djibouti d'avoir accès à une des bibliothèques les plus riches et les plus valables dans le domaine des besoins des pays en développement. Tout échange d'information se faisant par la suite serait hautement bénéfique et la formation que fournit VITA dans le domaine de la classification des informations pourrait être très utile. Cet ensemble d'informations pourrait aussi se révéler d'une grande valeur pour la fourniture de matériel destiné à la campagne de presse prévue pour le programme de conservation.

Un volontaire de VITA en Tanzanie est le créateur d'une technique permettant l'utilisation de l'huile de vidange dans les fours. Deux prototypes de fours ont été construits à Djibouti dans le cadre du travail effectué précédemment pour le projet; notre programme prévoit une certaine somme d'argent destinée à permettre la poursuite d'un programme de démonstration de ces fours aux hommes d'affaires locaux et pour la construction possible d'un certain nombre d'unités supplémentaires.

Un travail de conception relativement important a déjà été fait pour les nouveaux bâtiments énergétiquement rentables adaptés à Djibouti; le financement de ce choix à inclure dans le projet aurait le gros avantage d'offrir un élément de continuité.

La collecte des données météorologiques qui a lieu actuellement en sept endroits dispersés du pays représente une hémorragie importante des fonds du projet. La collecte des données devrait

se poursuivre, mais, pour réduire les dépenses, nous proposons la centralisation du matériel dans les bureaux de l'ISERST. Si des fonds supplémentaires sont trouvés, il serait bon de poursuivre la collecte des données dans quelques uns des autres sites du pays.

L'expérience de VITA et de son équipe qui se trouve dans le pays, dans le domaine des énergies renouvelables contribuera certainement à l'établissement de la liste exhaustive des choix mentionnés pour les sources d'énergie renouvelables.

En général, nous estimons que le programme que nous avons offert représente une approche des problèmes énergétiques équilibrée par les besoins et les aspirations de Djibouti et qui servira de support au développement national du pays.

BIBLIOGRAPHIE

Abdillani, A. "Economie d'Energie: Rapport de Synthèse" (ISERST/TP), Dossier 336, n°15/SEC/MC/SA-8.01.84 Janvier 1984.

Académie Nationale des Sciences. "Energie et le Sort des Ecosystèmes", (Etude sur les Systèmes à Energie Nucléaire ou de Remplacement, Document de Travail n°8), Washington, D.C., National Academy Press, 1980.

Allen et Walker. "Chauffage et Climatisation", New York: McGraw Hill, 1939.

Aquater. "Etude Technico-Economique de Préfaisabilité Géothermique" (ISERST), Mars 1982.

ARCO Solar, Inc. "Soumission faite pour la Réalisation d'un Système Photovoltaïque de 200 Kilowatt pour la Municipalité de Moyale, Kenya". Février 1983.

ARCO Solar, Inc. "Soumission faite pour la Réalisation d'un Système Photovoltaïque pour l'Immeuble de l'ISERST (Djibouti)", Juin 1983.

Banque Mondiale. "Djibouti: Rapport sur la Situation et les Perspectives Economiques", 17 Novembre 1983.

Banque Mondiale. "Choix Energétiques et Questions Politiques dans les Pays en Développement", (Article du Personnel de la Banque Mondiale, n°350), Août 1979.

Banque Mondiale. "Djibouti, Memorandum Economique", Novembre 1980.

Banque Mondiale. "Options "Energétiques et Problèmes de Politique dans les Pays en Développement", (Etude faite par le Personnel, n°350), Août 1979.

Banque Mondiale. "Projet de Développement Urbain à Djibouti", Juin 1982.

Both, D. et Van der Stelt, L. "Catalogue des Machines à Vent", Comité de Direction de l'Energie Eolienne dans les Pays en Développement, Amersfoort, Pays-Bas: SWD, 1983.

Carnahan, W; Ford, K.; Prosperetti, A.; Rochlin, G; Rosenfeld, A.; Ross, M.; Rothberg, J.; Seidel, G. et Socolow, R. "Utilisation Efficace de l'Energie: Partie IA. Perspectives Physiques", Minutes de la Conférence de l'Institut Américain de Physique n°25. New York: AIP, 1975.

Cauley, H. "Etude de Faisabilité des Briques en Terre Compressée pour le Bâtiment de l'ISERST à Djibouti", Arlington, Virginie, VITA, Novembre 1892.

Commission de l'Energie de Californie (CEC). "Conversion de l'Eclairage Public en Systèmes à Vapeur de Sodium", 1982.

Corotis, N.; Sigl, A.; et Cohen, M. "Analyse de Variation des Caractéristiques des Vents pour la Conservation Energétiques", "Journal de Météorologique Appliquée", Novembre 1977.

Dempster Industries Inc., "Catalogue d'Eoliennes", Beatrice, Nebraska, Dempster Industries, 1981.

Doernberg, A.; Shaikh, A; and Hayes, P. "Energy Supply Demand Balance for Somalia" (Rapport de la Banque Mondiale, Projet), Octobre 1982.

Dorani, D. "Une Contribution à l'Etude des Problèmes Théoriques et Pratiques Posés par la Stratégie de Développement Economique dans la Corne de l'Afrique: Ethiopie, Djibouti, Somalie". 1982.

Duffie et Beckman. "Procédés d'Energie Solaire Thermique", New York, J. Wiley et Fils, 1974.

Dunham, D. "Construire dans la Région du Desert Maritime: Climat, Construction et Energie à Djibouti". Arlington, Virginie: VITA, 1983.

Edesess, M. et al. "Outil de Conception Simple pour l'Evaluation des Etangs Solaires", Golden, Colorado, Institut de Recherche en Energie Solaire, 1979.

Enrlich, P.; Enrlich, A.; et Holdren, J. "Ecoscience: Population, Ressources et Environment" (San Francisco, W.H. Freeman et Compagnie, 1977).

ESHEL/Energie Résiduelle pour la Climatisation et le Chauffage, Ltd. Document promotionnel.

Fonds Monétaire International, Mission de Djibouti. "Evolution Récente de l'Economie", Avril 1982.

Frankel, P. et Kenna, J. "Viabilité Economique et Competitivite des Petits Systèmes Eoliens", IT Power Ltd.

Gininninvi, F. "Rapport National du Togo". Procès-Verbaux de la Conférence des Nations Unies sur les Sources d'Energie Nouvelles et Renouvelables. Nairobi (Kenya), Août 1981.

Howell, Y., et Bereny, J. Guide de l'Energie Solaire destiné aux Ingénieurs. Solar Energy Information Services, 1979.

Jarmul, S. Réduction de la Consommation d'Energie dans les Immeubles: Potentiel de Conservation à Djibouti.

Justus, C.; Mani, K.; et Mikhail, A. "Variations Mensuelles et Internationales de la Vitesse du Vent". Journal of Applied Meteorology, Juillet 1979.

Kelly, J. "Faire en sorte qu'il soit Simple, Frais, et Peu Couteux". Solar Age, Février 1982, pages 20 à 24.

Kooi, C. "Proposition en vue d'une Mare Solaire à Djibouti". Novembre 1982.

Kooi, C. "Energie Solaire: Cap Vert". (USAID), 1983.

Lawand, T. "Mission du Consultant en Energie Solaire à Djibouti". Centre des Ressources Naturelles, Energie, et Transport, ONU, Juin 1978.

Lysen, E. "Introduction à l'Energie Eolienne". Comité d'organisation, Pays Développant l'Energie Eolienne, Amersfoort (Pays-Bas): SWD, 1982.

Malik, Tewari, Kumar, et Sodha. Désalinisation Solaire.

Marchesini, L. "Modèle de Comparasion de Coûts des Eoliennes munies de Pompes à Moteurs". Comité d'organisation, Pays Développant l'Energie Eolienne, Amersfoort (Pays-Bas): Août 1977.

Mustacchi et Cena. "Statut et Potentiel de la Désalinisation Solaire". Procès-Verbaux du Symposium UNESCO/OMM. Octobre 1976.

Pieterse, N., et van Veldhuizen, L. "Eolienne pour Djibouti". Comité d'organisation, Pays Développant l'Energie Eolienne. Amersfoort (Pays-Bas): SWD, Septembre 1981.

Rakotobarison, P. "Politique Energétique Nationale". Rapport du Programme des Nations Unies pour le Développement, 1982.

Ramsdell, J.; Houston, S.; et Wegley, H. "Stratégies de Calcul pour l'Evaluation à Long Terme des Vitesses Moyennes du Vent". Volume 25 de Solar Energy.

République de Djibouti. "Conférence des Pays Donateurs: Programme d'Investissements et Présentation de Projets". 1983

République de Djibouti. "Conférence des Pays Donateurs: Rapport Récapitulatif". Volume I. Novembre 1983.

République de Djibouti. "Monographie de la République de Djibouti". Document national présenté par Djibouti. Procès-Verbaux de la Conférence des Nations Unies sur les Sources d'Energie Nouvelles et Renouvelables. Nairobi (Kenya), Août 1981.

République de Djibouti. "Plan de Développement Economique et Social". Volumes I et II.

République de Djibouti. Electricité de Djibouti (EdD). Arrêté Portant Modification des Tarifs de Vente de l'Energie Electrique et de Redevances Accesoires. Arrêté NR 830208/PREdD, Février 1983.

République de Djibouti. Electricité de Djibouti. "Justification du Projet". (Centrale Diesel de Boulaos), 1981.

République de Djibouti. ISERST. "L'Utilisation des Energies Renouvelables dans le Secteur Rural". R7800048N, 1978.

République de Djibouti. Direction Nationale des Statistiques. Annuaire Statistique de Djibouti, Résultants de 1981. DI.NA.S., 1982.

République de Djibouti. Direction Nationale des Statistiques. Annuaire Statistique de Djibouti, Résultants de 1982. DI.NA.S., 1983.

République de France. "Annales Météorologiques France d'Outre Mer, Décennie 1961-1970". 1977.

Shipper, L.; Hollander J.; Milukas, M.; Alcomo, J.; Meyers, S.; Noll, S.; Dunkerley, J.; et Jankowski, J. "Conservation Energétique dans le Secteur Moderne du Kenya: Progrés, Possibilités et Problemès" (Article de Discussion, Série "Energie dans les Pays en Développement"). Washington, D.C.: Ressources pour l'Avenir, Mai 1982.

Smith, K.; Aggarwal, A. et Dave, R. "Pollution de l'Air et Combustibles de Biomasse dans les Zones Rurales des Pays en Développement: Etude d'un Village Pilote en Inde et Implications pour la Recherche et la Politique", "Environnement Atmosphérique", Février 1983.

Smith, K. "Cuisiniers de Villages et Pollution de l'Air Intérieur: la Face Cachée de "Tout ce qui est Petit est Mignon", Compte-rendus de la 76ème Réunion Annuelle de l'Association pour le Contrôle de la Pollution de l'Air. Atlanta (Georgie) APCA, Juin 1983.

Tabor, H. "Etangs Solaires (à Réflecteurs non-convecteurs)", Jérusalem: Fondation pour la Recherche Scientifique, non-daté.

Takle, E. et Brown, J. "Note sur l'Utilisation des Statistiques de Weibull pour Caractériser les Données de Vitesse des Vents", "Journal de Météorologique Appliqué", Avril 1978.

Van de Ven, N. "Rapport Technique 1982", Publication Tool/WOT, 1982.

Williams, J. "Technologie et Applications", Ann Arbor, Michigan, Science Publishers, 1974.

PERSONNES CONTACTEES

Establissement Public des Hydrocarbures (EPH)
- M. Pellfigue

USAID
- M. Lundgren
- M. Popp
- M. Pryor (REDSO-Nairobi)

ISERST
- M. Anis Abdallah
- M. Blot
- M. Said Ahmed Warsama
- M. Godet
- M. Guedda

Electricité de Djibouti (EdD)
- M. Becquet
- M. Kerouadan
- M. Neumann

Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD)
- M. Baumler
- Mme Anderson

Bureau Central de Recensement (BCR)
- M. Ali Arreh
- M. Dessert

Office National des Eaux de Djibouti (ONED)
- M. K. Abdoulkader
- M. Ali Youssouf
- M. Djibril Boudal
- M. Youssouf Hassan

UNICEF
- M. Idriss
- M. Martin

HCNUR
- Mme Huck

Secours Catholique
- M. Canny
- M. Cook
- Mme Smith

Travaux Publics (TP)
- M. Caillaux
- M. Ali Abdillani

Chemin de Fer Djibouto-Ethiopien (CDE)
- M. Ahmed Dovale Absieh
- M. Badar

Initiatives Energétiques pour l'Afrique/Nairobi
- M. Bess

Aéroport de Djibouti
- M. Douale

Port de Djibouti
- M. Djilani Ali Bourhan
- M. Saleh Abdallah

Région de Tadjourah
- M. Osman Robleh Daach

Forces Nationales de Sécurité (FNS)/Armée Allemande
- M. Bruderer
- Capitaine Prinz

Télévision de Djibouti
- M. Zeiske

Region d'Obock
- M. Mohamed Omar

Service National de Météorologie
- M. Taher Allaoui

Societe de la Mer Rouge
- Dr. Yeates

Génie Rural
- M. Mairey

Service de l'Agriculture et des Forêts
- M. Mohamed Awale

Organisation Mondiale de la Santé (OMS)
- Dr. Butera

Association Française des Volontaires du Progrés
- Mme Metnier
- Mme Boibelet

LEP
- M. Aedid

SOTRACO
- M. Breche
- M. Vlachos

Centre Culturel Français
- Mme Godet

Compagnies Pétrolières

Total Oil S.A.
- M. Plantar
- M. Salem Abdou

Shell Djibouti
- M. Lionnet

Mobil Oil Djibouti
- Assefa Gabre Medhin
- Abdo Ibrahim Guireh

Gambelli Frères, Directeur

Syndicat des Taxis

Centre de Formation Professionnelle pour les Adultes
- M. Dirie
- M. Peevey

GLOSSAIRE

Abréviations Anglaises	Abréviations Françaises	Définitions
A	A	Ampère; mesure de courant électrique
AC	CA	Courant Alternatif
ADB	BAD	Banque Africaine de Développement
Avgas	id.	Combustible d'aviation pour appareils à moteurs à combustion
Boulaos	id.	Principale centrale électrique de l'EdD à Djibouti-Ville
Cercles	id.	Districts de Djibouti en dehors de la capitale de Djibouti-Ville: Obock, Tadjourah, Ali-Sabieh, et Dikhil
CDE	id.	Chemin de Fer Djibouto-Ethiopien
CIF	CAF	Coût, Assurance, et Frêt
COP	CP	Coefficient de Performance
COTAM	id.	Compagnie aérienne pour le transport du personnel militaire français, considérée comme compagnie d'aviation civile
DC	CD	Courant Direct
FD	id.	Franc Djiboutien
Djibouti	id.	République de Djibouti
Djibouti-Ville	id.	Capitale de la République de Djibouti
EdD	id.	Electricité de Djibouti
EPH	id.	Etablissement Public des Hydrocarbures

GLOSSAIRE - suite

Abreviations Anglaises	Abreviations Françaises	Définitions
FOB	Non-Disponible en Francais	Franco, Franco à Bord
GDP	PIB	Produit Intérieur Brut
GJ	id.	Gigajoule (10 joules)
GNP	PNB	Produit National Brut
GW	id.	Gigawatt (10 watts)
Ha	id.	Hectare
IMF	FMI	Fonds Monétaire International
ISERST	id.	Institut Supérieur d'Etudes et de Recherches Scientifiques et Techniques
J	id.	Joule; unité d'énergie
k	id.	milliers
kg	id.	kilogramme
Khadouf	Chadouf	Appareil traditionnel servant à tirer l'eau (d'un puits)
Khat	kat/qat	Stimulant importé d'Ethiopie
kVA	id.	Kilovolt-Ampère; mesure de courant électrique
kVAr	kVAd	Kilovolt-Ampère déwatté; mesure de courant électrique déwatté
kW	id.	Kilowatt (1000 watts)
kWh	id.	Kilowatt-Heure
LEP	id.	Lycée d'Enseignement Professionel
LPG	GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié

GLOSSAIRE - suite

Abréviations Anglaises	Abréviations Françaises	Définitions
MJ	id.	Mégajoule (10 joules)
MW	id.	Mégawatt (10 watts)
ONED	id.	Organisation Nationale des Eaux Djiboutiennes
PF	FP	Facteur de Puissance
T	id.	Tonne
TJ	id.	Terajoule (10 joules)
TOE	TEP	Tonne d'Equivalent Pétrole
TP	id.	Travaux Publics
UNFD	id.	Union Nationale des Femmes Djiboutiennes
UNHCR	HCNUR	Haut-Commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés
V	id.	Volt; mesure de potentiel électrique
W	id.	Watt; unité de puissance
WB	BIRD	Banque Mondiale
Wp	id.	Watt de pointe; puissance maximum en watts

LES AUTEURS

Matthew Milukas est un analyste en questions énergétiques qui travaille en relation avec le Département de Géographie de l'université de Californie à Berkeley. Il a participé à l'évaluation énergétique nationale en Tunisie et au Sudan, ainsi qu'a des études de conservation énergétique au Kenya. Il a aussi travaillé au laboratoire national Lawrence Berkeley, ou il a été le co-auteur de "Conservation Energétique dans le Secteur Moderne du Kenya: Progrés, Possibilités et Problèmes". Il termine actuellement sa thèse de doctorat qui porte sur l'évaluation énergétique de la ville de Nakuru, au Kenya.

Jesse Ribot est analyste en politique et technologie énergétiques pour le groupe de l'énergie et des ressources de l'université de Californie à Berkeley. Il a travaillé dans le domaine de la recherche et du développement en énergie solaire à l'Institut de Recherche en Energie Solaire (SERI) et dans celui de la conservation énergétique au laboratoire national Lawrence Berkeley et au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de Grenoble, en France. Il est l'auteur d'un certain nombre d'articles concernant le domaine de l'énergie et il travaille actuellement sur un thèse de maîtrise traitant des politiques de développement énergétique.

Peter Maxson est ingénieur en mécanique, titulaire d'une maîtrise en gestion des affaires de l'université Harvard, qui a travaillé depuis 1979 en tant qu'économiste en développement énergétique et en tant que specialiste des sources énergétiques renouvelables en République Dominicaine, en Haiti, au Togo et en Alaska. Il a participe à des évaluations énergétiques, à des prévisions de demande, à des scénarios d'approvisionnement, à des analyses d'impact macro-économique ainsi qu'à des études de réalisation dans des domaines de l'énergie solaire, éolienne et géothermique. Avant 1979, M. Maxson a travaillé dans le cadre de l'industrie nucléaire et contribué au livre intitulé "Le Déclin de l'Electricité d'Origine Nucléaire". M. Maxson a aussi été temoin expert lors d'audiences de la commission chargée de la réglementation des compagnies électriques en Alaska.