

PNAAR-373

12N. 36993

**REDUIRE LA CONSOMMATION D'ENERGIE
DANS LES BATIMENTS**

**LES POSSIBILITES DE CONSERVATION
D'ENERGIE A DJIBOUTI**

par

Seymour Jarmul

illustré par

Judy Hirsch

publié par

**Volunteers in Technical Assistance (VITA)
1815 North Lynn Street, Suite 200
Arlington, Virginia 22209 USA**

TABLE DES MATIERES

Page

| | |
|---|------|
| PREFACE..... | 1 |
| REMERCIEMENTS..... | 111 |
| SECTION I: CONSOMMATION ACTUELLE D'ENERGIE DANS LES BATIMENTS DE DJIBOUTI | |
| Chapitre 1: Aperçu général..... | 3 |
| Chapitre 2: Composantes de la consommation électrique..... | 7 |
| Chapitre 3: Détail de la consommation électrique des ménages..... | 11 |
| Chapitre 4: Contrôle de la consommation d'énergie de certains bâtiments représentatifs..... | 13 |
| SECTION II: MESURES DE CONSERVATION DE L'ENERGIE | |
| Chapitre 5: Eclairage..... | 17 |
| Chapitre 6: Réfrigérateurs domestiques..... | 23 |
| Chapitre 7: Climatiseurs et ventilateurs de plafond..... | 28 |
| Chapitre 8: Deux exemples de construction économique..... | 35 |
| SECTION III: MISE EN OEUVRE | |
| Chapitre 9: Motiver le changement - faciliter le changement..... | 41 |
| Chapitre 10: Pour conclure..... | 51 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 52 |
| APPENDICE A: GUIDE EN MATIERE DE CONTROLE DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE..... | |
| | A-1 |
| APPENDICE B: CONCLUSIONS DES CONTROLES EFFECTUES DANS LES BATIMENTS REPRESENTATIFS | |
| Maison dans le quartier..... | B-2 |
| Appartement à Enguela..... | B-4 |
| Maison au Plateau..... | B-6 |
| Bureau administratif cas n°1..... | B-8 |
| Bureau administratif cas n°2..... | B-10 |
| Hôtel en ville..... | B-12 |
| Magasin en ville..... | B-14 |

PREFACE

"Le projet d'initiatives énergétiques de Djibouti a pour objet d'aider le Gouvernement de Djibouti à atténuer le déséquilibre de sa balance des paiements résultant de l'importation de combustibles fossiles en instaurant un potentiel de conservation d'énergie."

"Dans un premier temps, le projet s'attachera à jeter les bases indispensables à une politique de conservation à l'échelle nationale."

Le présent rapport part du principe que le lecteur connaît le climat de Djibouti ainsi que les caractéristiques de ses bâtiments. Pour les personnes moins averties, nous conseillons la lecture du rapport rédigé par Daniel Dunham intitulé "CONSTRUIRE DANS LA REGION DU DESERT MARITIME: climat, construction et énergie à Djibouti" publié par VITA.

En bref, on peut dire que Djibouti possède l'un des climats les plus chauds au monde. Les températures y dépassent parfois 45 °C. On distingue deux saisons; pendant la saison la plus fraîche -- d'octobre à avril approximativement -- les températures oscillent entre 23 et 30 °C.

La saison chaude s'étend sur cinq mois, de mai à septembre, et se caractérise par des températures oscillant entre 30 et 45 °C dans la capitale et parfois plus dans certains endroits situés à l'intérieur des terres. Les périodes de transition entre les deux saisons, mai et septembre, voient le taux d'humidité augmenter de manière substantielle. Il n'est pas rare de voir ce taux avoisiner les 100 pour cent.

Le mois le plus humide est le mois de mars. Les précipitations atteignent en moyenne 25 mm. Juin, par contre est le mois le plus sec avec 1 mm.

Les vents soufflent généralement d'est pendant la saison fraîche et d'ouest pendant la saison chaude. Ils atteignent occasionnellement une force 6. Les vents d'été, souvent chargés de sable, sont appelés "Khamsin". Ils sont extrêmement chauds et secs.

En raison de ces conditions climatiques, le chauffage des pièces et de l'eau à usage domestique revêt une importance minimale. Par contre, la climatisation, l'éclairage et la réfrigération constituent les principales composantes de la consommation électrique des bâtiments.

La présente étude se limite à l'énergie consommée dans les bâtiments de Djibouti. Les autres formes de consommation d'énergie telles que le secteur des transports ou l'éclairage public ont été volontairement laissées de côté. De même, la présente étude ne traite ni des méthodes de production d'électricité ni des tarifs pratiqués; ces thèmes

feront l'objet d'autres volets du projet global.

Le présent rapport se subdivise en trois sections.

La première (p 1 à 14) décrit les conditions énergétiques actuelles et comprend un résumé des contrôles de la consommation d'énergie effectués dans certains bâtiments représentatifs de Djibouti.

La deuxième section (p 15 à 37) présente toute une série de recommandations destinées à réduire la consommation d'énergie tant dans les bâtiments actuels que dans ceux de demain.

La dernière section (p 38 à 50) fait le tour d'horizon des options envisageables en matière de réduction de la consommation.

Les annexes A et B se composent d'un guide en matière de contrôle de la consommation d'énergie et d'une série de conclusions sur les contrôles effectués dans les différents bâtiments représentatifs.

EN REGLE GENERALE, ON CONSTATE, SUR LA BASE DES CONCLUSIONS DE LA PRESENTE ENQUETE, QU'IL Y A MOYEN DE REDUIRE DE 20 POUR CENT ET PLUS LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS LES BATIMENTS EXISTANTS ET DE PLUS DE 50 POUR CENT DANS LES BATIMENTS A VENIR.

CES REDUCTIONS PEUVENT ETRE ATTEINTES MOYENNANT UN MINIMUM DE DEPENSES ET UN AMORTISSEMENT DEPASSANT RAREMENT UN AN.

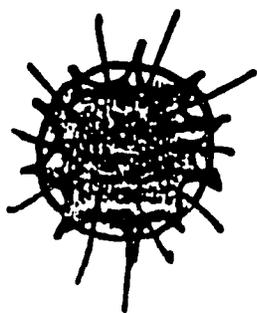
Les raisons de cette conclusion, unique dans l'expérience de l'auteur en matière de contrôle de la consommation d'énergie, sont examinées dans le présent document.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier tout particulièrement:

- le personnel de VITA et le personnel du secteur de l'énergie de l'USAID pour les précieuses indications qu'il a reçues avant son départ pour Djibouti, pour leur soutien pendant son séjour là-bas et pour l'aide qu'il a reçue pendant la préparation de son étude dès son retour;
- tous les membres de l'équipe ISERST/VITA à Djibouti. Les nombreuses entrées dont l'auteur a bénéficié à tous les niveaux et l'assistance dont il a bénéficié lors de la collecte des données témoigne de la qualité des services fournis par ces personnes;
- les membres de l'équipe de contrôle de la consommation d'énergie ISERST/TP/VITA qui a été créée et a oeuvré pour assister l'auteur pendant son séjour et continuer le travail après son départ. Leur aide, tant sur le terrain que pendant les discussions, a permis à l'auteur d'avoir une idée très précise sur certaines réalités de la situation énergétique;
- les responsables et les membres du personnel de nombreuses agences de Djibouti, en particulier l'ISERST, les Travaux publics et la Cellule de l'Urbanisme et de l'Habitat, pour leur aide et leur enthousiasme;
- les responsables de EDD dont la collaboration dans la préparation et l'interprétation des données relatives à la consommation d'électricité a non seulement été précieuse mais aussi spontanée. Les documents qui m'ont été remis constituent la base statistique du présent rapport;
- les nombreuses personnes de Djibouti que l'auteur a rencontré dans la rue et chez eux. La compréhension et la bonne humeur dont elles ont fait preuve au cours de mes interviews, ainsi que leur proverbiale hospitalité ont été grandement appréciées;
- sa femme Lore et ses enfants qui, chacun à leur manière, ont soutenu l'auteur dans son aventure à Djibouti. Leur compréhension et leur patience à l'égard de ses études énergétiques constituent au fil des ans une éternelle source de réconfort.

Les opinions et les recommandations exprimées dans la présente étude sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues des personnes citées ci-dessus.



1

SECTION I

CONSOMMATION ACTUELLE D'ENERGIE DANS LES BATIMENTS DE DJIBOUTI

- CHAPITRE 1: APERCU GENERAL
- CHAPITRE 2: COMPOSANTES DE LA CONSOMMATION ELECTRIQUE
- CHAPITRE 3: DETAIL DE LA CONSOMMATION ELECTRIQUE DES MENAGES
- CHAPITRE 4: CONTROLE DE LA CONSOMMATION ELECTRIQUE D'ENERGIE
DE CERTAINS BATIMENTS REPRESENTATIFS

CHAPITRE 1: APERCU GENERAL

La consommation énergétique varie d'un bâtiment à l'autre et reflète toute une série de facteurs agissant les uns sur les autres pour donner à chaque construction son propre profil de consommation.

Ce fait étant établi, il est cependant utile d'offrir au lecteur de la présente étude un schéma de la consommation générale dans l'ensemble du pays puisque chaque bâtiment doit être envisagé dans le cadre de ce dernier.

Les deux diagrammes ci-dessous illustrent la consommation générale du pays. La figure 1 montre les fluctuations de la demande en électricité pendant un jour pour l'ensemble des consommateurs. La figure 2 représente la consommation d'électricité sur une période de un an.

PUISSANCE HORAIRE JOURNALIERE

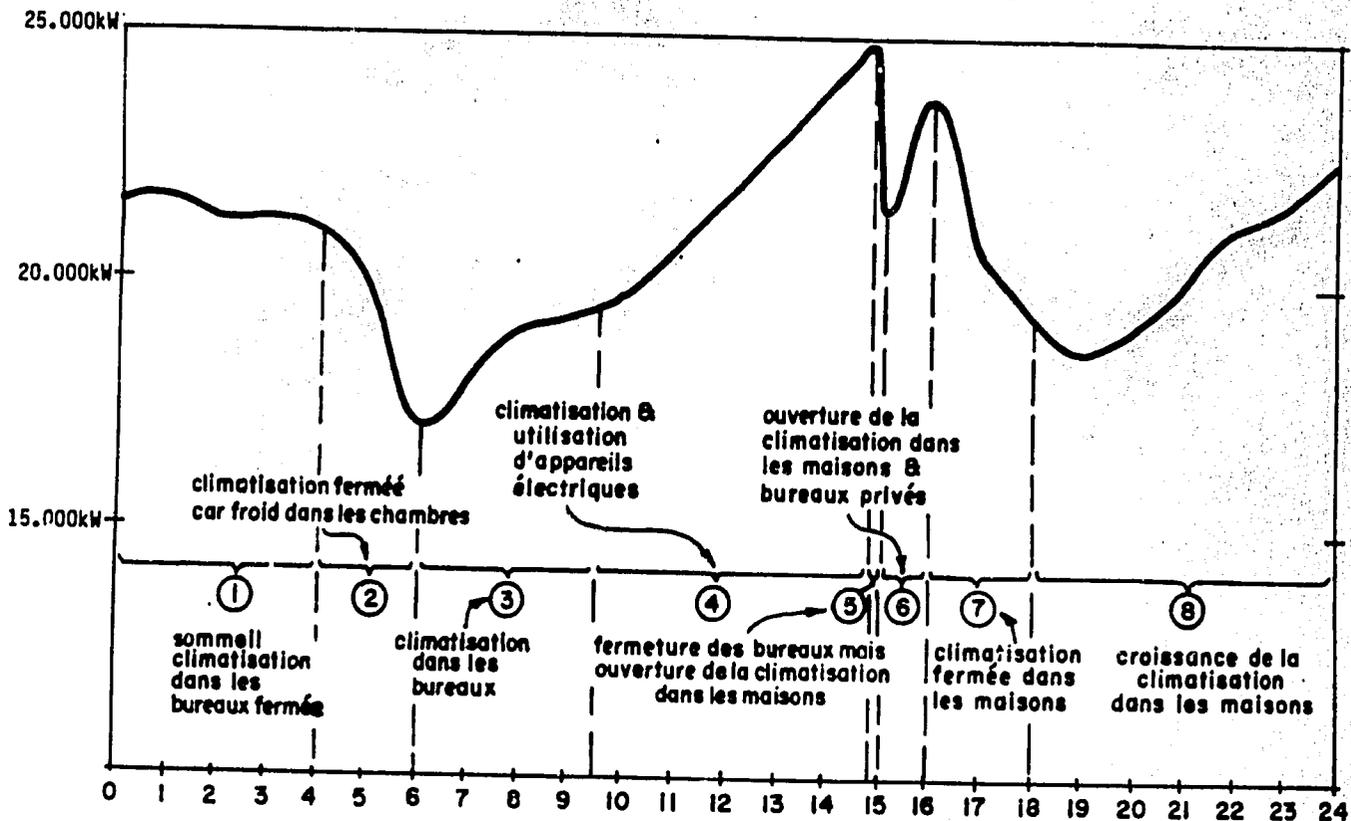


Figure 1: Demande en électricité le 8 juillet 1981. La crête de 24.800 kW a été atteinte à 14:52

Source: EDD

En fait, la figure 1 reflète le style de vie et les habitudes du consommateur alors que la figure 2 témoigne des variations climatiques dues au changement de saison.

Comme le montre la figure 1, la demande énergétique de ce jour de juillet a varié en fonction de l'heure.

De minuit à 4 heures: la consommation est plus ou moins constante et imputable en majeure partie aux installations de conditionnement d'air et aux réfrigérateurs domestiques; dans une moindre mesure, à l'éclairage et à la vie nocturne.

De 4 à 6 heures: la consommation baisse sensiblement pour atteindre son point le plus bas de la journée. Le fait est que beaucoup d'installations de conditionnement d'air sont mises à l'arrêt pendant cette période car les habitations sont suffisamment froides.

De 6 heures à la crête de 14:52: la consommation est en hausse constante et reflète les activités professionnelles (habituellement de 7 à 14 heures) ainsi que les activités non-professionnelles qui ont lieu pendant la journée.

De 14:52 à 16 heures: une baisse suivie d'une hausse. C'est la fermeture des bureaux, mais le repas principal, suivi de la sieste, résulte dans la mise en marche de nombreuses installations de conditionnement d'air pendant cette partie la plus chaude de la journée.

De 16 à 18 heures: la période qui suit la sieste et voit la reprise des activités de la rue résulte dans une nouvelle diminution de la consommation. Le niveau atteint à 18 heures équivaut plus ou moins à celui de 6 heures.

De 18 heures à minuit: l'éclairage des maisons, la télévision, la radio, la vie nocturne et, en fin de soirée, les installations de conditionnement d'air pour la nuit sont autant de facteurs qui se traduisent par une augmentation continue et régulière jusqu'au niveau atteint à minuit, point de départ de l'étude.

La courbe de consommation pour janvier est bien évidemment différente de celle de juillet présentée en figure 1. De même, la courbe de chaque bâtiment pour ce même jour de juillet présentera certaines particularités par rapport au schéma global de la consommation du pays. Seul un contrôle de la consommation d'énergie pour chaque bâtiment peut donner les informations précises nécessaires à la formulation de recommandations pour chaque structure.

Néanmoins, si l'on trace les courbes de consommation correspondant à des jours différents ou à des bâtiments spécifiques sur le même schéma horaire que celui présenté en figure 1, on s'aperçoit que les profils de base sont similaires même si la magnitude des crêtes et des creux varie.

min
kWh

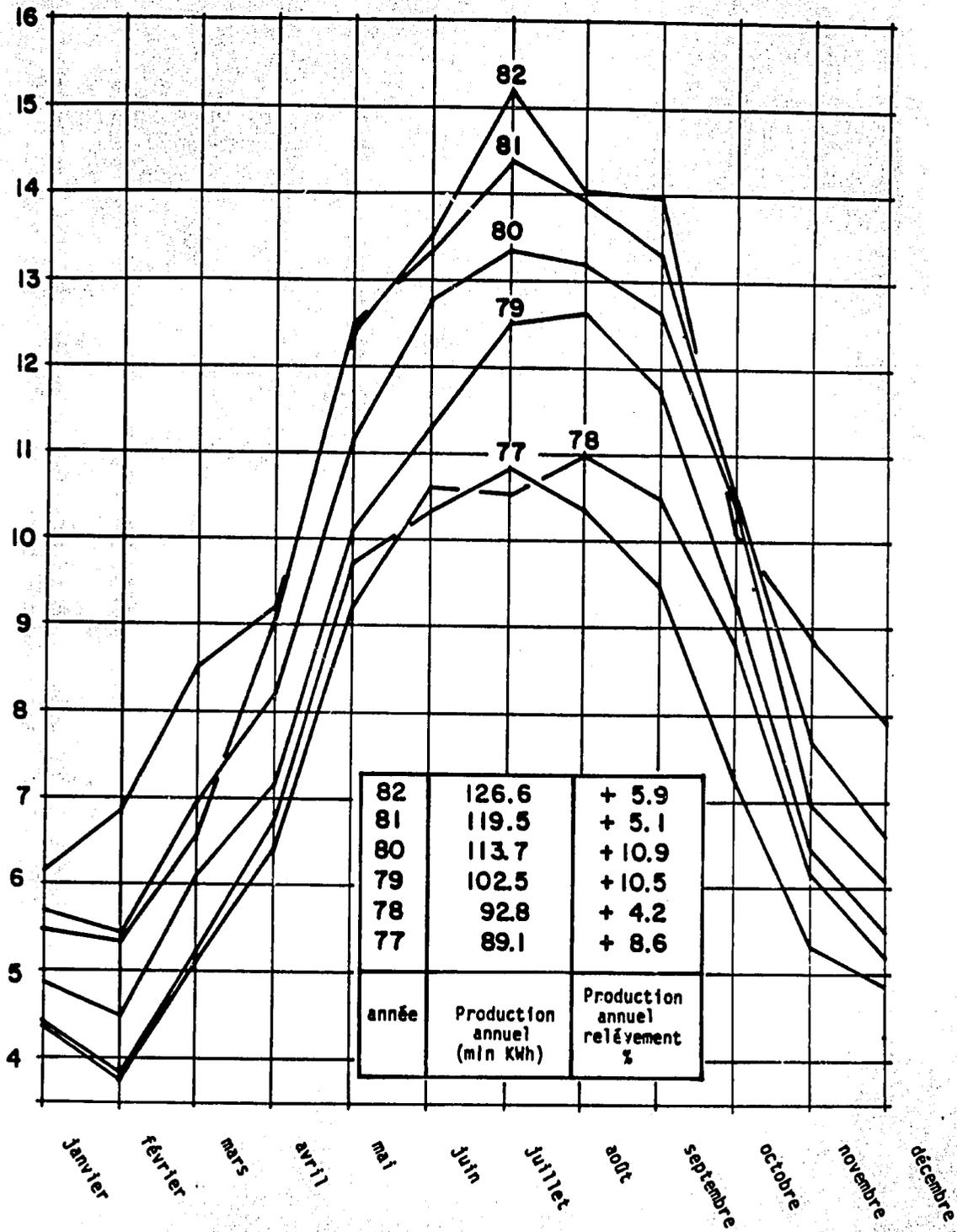


Figure 2: Production annuel d'électricité (en min kWh) de 1977 à 1982
Source: EDD

Comme le montre la figure 2, la consommation d'électricité varie considérablement au cours de l'année. En 1982, par exemple, elle est passée de 6 millions de KWH en janvier à 15 millions de KWH en juillet.

En d'autres mots, si l'on donne une valeur de 100 pour cent à la crête de juillet, il est possible d'établir les pourcentages de consommation suivants pour l'ensemble de l'année:

| | |
|-----------|---------------|
| janvier | 40 pour cent |
| février | 46 pour cent |
| mars | 56 pour cent |
| avril | 61 pour cent |
| mai | 83 pour cent |
| juin | 90 pour cent |
| juillet | 100 pour cent |
| août | 93 pour cent |
| septembre | 92 pour cent |
| octobre | 68 pour cent |
| novembre | 59 pour cent |
| décembre | 53 pour cent |

Au regard de ces fluctuations saisonnières, le lecteur ne doit pas perdre de vue que Djibouti se trouve près de l'équateur. Contrairement aux pays situés dans d'autres zones, l'éclairage diffère peu entre l'hiver et l'été puisque les journées et les nuits ont la même durée pendant toute l'année.

En fait, l'augmentation de la consommation de janvier à juillet est imputable en premier chef aux installations de conditionnement d'air, aux réfrigérateurs domestiques et au recours croissant aux ventilateurs de plafond.

CHAPITRE 2: COMPOSANTES DE LA CONSOMMATION ELECTRIQUE

Comme le montre la figure 3, la majeure partie de la consommation d'électricité est imputable aux ménages. Ces derniers représentent 87,8 pour cent des abonnés et comptent pour 76,6 pour cent de l'électricité fournie. Le pourcentage restant est réparti selon les différents types d'utilisation mentionnés dans le tableau ci-dessous.

| Catégorie et tarif | Nombre d'abonnés | Puissance souscrite (kVA) | | Durée d'utilisation de la puissance souscrite (heures) | Consommation par abonné (kWh) |
|------------------------------------|------------------|---------------------------|------------|--|-------------------------------|
| | | Total | par abonné | | |
| <u>Administration :</u> | | | | | |
| tarif 1 (général) | 136 | 1 229 | 9,04 | 168,6 | 1 515 |
| " 2 (domestique) | 163 | 1 026 | 6,29 | 210,5 | 1 325 |
| " 3 (dégressif) | 15 | 402 | 26,80 | 220,3 | 5 903 |
| sous-total | 314 | 2 657 | 8,46 | 192,2 | 1 626 |
| <u>ARTA (tarif 5):</u> | 160 | 525 | 3,29 | 220,0 | 728 |
| <u>Particuliers- groupe A:</u> | | | | | |
| tarif 1 | 973 | 6 048 | 6,22 | 167,7 | 1 042 |
| " 2 | 4 589 | 17 663 | 3,85 | 227,0 | 874 |
| " 3 | 18 | 396 | 22,00 | 158,5 | 3 486 |
| " 6 | 5 | 90 | 18,00 | 48,3 | 869 |
| sous-total | 5 585 | 24 197 | 4,33 | 210,4 | 911 |
| <u>Particuliers- groupe B:</u> | | | | | |
| tarif 1 | 386 | 1 854 | 4,80 | 159,6 | 767 |
| " 2 | 7 521 | 16 493 | 2,19 | 217,2 | 476 |
| " 3 | 1 | 12 | 12,00 | 131,6 | 1 579 |
| " 6 | 12 | 186 | 15,50 | 9,4 | 146 |
| sous-total | 7 920 | 18 545 | 2,34 | 209,3 | 490 |
| sous-total particu. | 13 505 | 42 742 | 3,16 | 209,9 | 664 |
| Total général | 13 979 | 45 924 | 3,29 | 209,0 | 687 |

Figure 3: Analyse de la consommation d'électricité pour juillet-août 1981
Source: EDD

Les différents tarifs mentionnés dans la figure 3 correspondent aux méthodes de facturation de EDD, la compagnie nationale d'électricité.

Les figures 4 et 5 donnent les bases de facturation avec mention des différents taux par catégories de consommateurs. D'une manière générale, la facture se compose essentiellement de deux éléments.

Le premier volet est une prime en fonction de la "puissance souscrite", par laquelle EDD s'engage à fournir une certaine quantité d'électricité à l'abonné, c'est-à-dire un certain nombre de kilowatts. Cette prime est appelée "prime fixe" et est facturée indépendamment du fait de savoir si oui ou non l'abonné a effectivement consommé ce nombre de kilowatts. A certains égards, cette prime se rapproche de la prime demandée dans d'autres pays à ceci près qu'à Djibouti, elle n'est pas calculée en fonction d'un compteur mais constitue un montant contractuel fixe.

Le deuxième volet de la facture d'électricité comprend une seconde prime qui, elle aussi, varie selon le type de consommateur. Cette tranche oscille entre 25 francs Djibouti par KWH pour les zones résidentielles et 48 FD par KWH pour les autres. Le détail des ces variations de taux est repris dans les figures 4 et 5.

| <u>TARIFICATION :</u> | |
|---|--|
| La tarification de l'énergie électrique est fixée par Arrêté pris en Conseil des Ministres. | |
| L'on distingue : | |
| I | <u>- Le tarif applicable à l'énergie livrée en Moyenne Tension</u> comprenant : une prime fixe mensuelle fonction de la puissance souscrite, un minimum de consommation et deux prix proportionnels dégressifs selon 2 tranches dont l'épaisseur est fonction de la puissance souscrite par l'abonné. |
| II | <u>- Les tarifs applicables à l'énergie livrée en Basse Tension</u> Comprenant : |
| | <u>Tarif I ou Général :</u> Applicable à tous les usages de l'électricité autres que les consommations à usage domestique et l'éclairage public ; il comprend une prime fixe mensuelle fonction de la puissance souscrite et un prix proportionnel à tranche unique. |
| | <u>Tarif II ou Domestique :</u> Applicable aux usages domestiques (locaux d'habitation familiale) ; il comprend une prime fixe mensuelle fonction de la puissance souscrite et deux prix proportionnels selon 2 tranches, fonction également de la puissance souscrite par l'abonné. |
| | <u>Tarif III ou Dégressif :</u> Applicable à tous les usages de l'électricité sauf aux consommations à usages domestiques et l'éclairage public, il est réservé aux usages industriels ne comportant pas d'indicateur de maximum de puissance appelée. Il comprend une prime fixe mensuelle fonction de la puissance souscrite et de prix proportionnels répartis en 4 tranches dégressives fonction du nombre d'heures d'utilisation à la puissance souscrite. |
| | <u>Tarif III Bis Dégressif :</u> Identique au tarif III mais dont le comptage comprend un indicateur de maximum de puissance appelée les épaisseurs de tranche sont alors révisables à tout instant lors d'un dépassement de la puissance souscrite. |
| | <u>Tarif IV Eclairage Public à tranche unique.</u> |
| | <u>Tarif V :</u> Applicable à tous les usages pour les districts de l'intérieur ; il comprend une prime fixe fonction de la puissance souscrite et un prix proportionnel à tranche unique. |

Figure 4: Composantes des tarifs de EDD
Source: EDD

Tarif I ou général

- Le prix du kwh est fixé à 46 FD
- La prime fixe :
 - 350 FD/mois pour une puissance souscrite > à 36 kva
 - 38 FD/mois/kw pour une puissance souscrite < à 36 kva
 - Indicateur maximum : 46 FD/kw/mois

Tarif II ou domestique : deux tranches

- Prix du kwh : 29 FD pour la première tranche
25 FD pour la deuxième tranche
pour une puissance souscrite de 1 kva
- Prix du kwh : 37 FD pour la première tranche
35 FD pour la deuxième tranche
pour les puissances souscrites supérieures à 1 kva

Le montant de la prime fixe varie en fonction de la puissance souscrite.

Tarif III : il comprend 4 tranches

Prix du kwh : 1ère tranche 46 FD
2ème tranche 42 FD
3ème tranche 37 FD
4ème tranche 48 FD

*Dégressif

- 1ère tranche : 75 heures d'utilisation de la puissance souscrite
- 2ème tranche : 90 heures d'utilisation de la puissance souscrite
- 3ème tranche : 100 heures d'utilisation de la puissance souscrite
- 4ème tranche : plus de 100 heures d'utilisation

Montant de la prime mensuelle : 300 FD pour une puissance souscrite < 10 kw
880 FD pour une puissance souscrite > 10 kw

*Bis dégressif

Montant de la prime mensuelle : 300 FD pour une puissance souscrite < 8 kw
1.100 FD pour une puissance souscrite > 8 kw

Figure 5: Tarification électrique pour 1983
Source: Arrêté n° 83 - 0208/PR/ET 1er février 1983

Une fois combinées dans la facture bimestrielle, ces deux primes représentent un montant oscillant entre 28 et 55 FD par KWH pour la majorité des clients. Le franc Djibouti est lié au dollar EU pour un taux de change équivalent à 1 \$EU = 177,7 FD. Exprimée en monnaie américaine, la facture d'électricité avoisine donc 16 à 31 cents par KWH pour la plupart des abonnés.

La facture type de EDD pour un magasin de détail est représentée en figure 6. De décembre 1982 à février 1983, le magasin a consommé 4.235 KWH. Sa facture d'électricité se monte à 216.910 FD, soit un prix moyen au KWH de 51,2 FD (environ 29 cents par KWH).

ELECTRICITE DE DJIBOUTI
49, BOULEVARD DE LA REPUBLIQUE - B.P. 175 - TELEPHONE 31-51

FACTURE

REFERENCES A RAPPELER

| C.F. | N° ABOYNE | BRANCHEMENT | DEST | N° SERRON |
|------|-----------|-------------|------|-----------|
| 02 | 14820-69 | 21042021 | | 8302 |

NIM - ADRESSE : 68
POINT DE LIVRAISON : 68
PERIODE DE CONSOMMATION DU : 05/12/82 **AU :** 04/02/83

| L'AN | P.S. | RELEVÉ DU COMPTEUR | | COEFF. | CIRCUMSCRIPTION PAYSANTEE | TRANCHES | | | | | | | | PRIME T.T.M. | LOCATION | DIVERS | TOTAL |
|------|------|--------------------|---------|--------|------------------------------|----------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----------------|----------|--------|---------|
| | | ANCIEN | NOUVEAU | | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | | | | |
| | | | | | | KWH | P.U. | KWH | P.U. | KWH | P.U. | KWH | P.U. | | | | |
| 3 | 24 | 57763 | 61998 | 1 | 4235 | 3600 | 460 | 635 | 420 | | | | | | | 24640 | 216 910 |

| | | | |
|----------------|-------------|------------|--------|
| NOMBRE DE MOIS | N° COMPTEUR | N° FACTURE | BANQUE |
|----------------|-------------|------------|--------|

| | | | |
|--------------|------------------|--------------|-------------|
| N° DE COMPTE | DATE PRELEVEMENT | DATE FACTURE | NET A PAYER |
|--------------|------------------|--------------|-------------|

Figure 6: Facture type de EDD
Source: Magasin de détail abonné

CHAPITRE 3: DETAIL DE LA CONSOMMATION ELECTRIQUE DES MENAGES

La majeure partie de la consommation électrique à Djibouti est imputable aux ménages. L'électricité résidentielle est facturée en fonction du tarif II. Une analyse de consommation préparée par EDD pour l'étude de conservation de l'énergie de l'ISERST/VITA indique que depuis l'été 1983, 13.269 abonnés sur un total de 14.787 ont été facturés en fonction du tarif II. Les facturations aux terme du tarif II représentent 89,7 pour cent du nombre total d'abonnés à cette époque.

Au sein du tarif II, la consommation se répartissait comme suit:

| Nombre de KVA souscrits | Nombre d'abonnés | Consommation en KWH |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | 8 798 | 4 237 645 |
| 3 | 1 539 | 1 499 630 |
| 6 | 1 377 | 1 738 609 |
| 9 | 1 133 | 1 682 690 |
| 12 | 155 | 367 961 |
| 15 | 52 | 136 001 |
| 18 | 198 | 726 148 |
| 21 | -0- | -0- |
| 24 | 4 | 21 609 |
| 27 | -0- | -0- |
| 30 | 2 | 9 215 |
| 33 | -0- | -0- |
| 36 | 10 | 89 013 |
| TOTAUX | 13.269 abonnés | 10.508.521 KWH |

Il va de soi que l'effort principal en matière de conservation d'énergie dans les ménages doit être concentré sur les consommateurs de l'ordre de 9 KVA et moins plutôt que sur les besoins de quelques grands consommateurs.

A quelles fins ces petits consommateurs utilisent-ils l'électricité qu'ils consomment?

Les études menées par la Cellule de l'Urbanisme révèlent les relations suivantes entre le nombre de KVA disponibles et l'utilisation de cette électricité.

Équipement électrique des ménages

| <u>Nombre de KVA disponibles</u> | <u>Type d'utilisation</u> |
|----------------------------------|---|
| moins de 1* | éclairage |
| 1 | éclairage + réfrigérateur |
| 2 | éclairage + réfrigérateur + ventilateur de plafond électrique |
| plus de 2 | éclairage + réfrigérateur + ventilateur de plafond électrique + conditionnement d'air |

Les autres statistiques fournies par la Cellule de l'Urbanisme donnent la fourniture moyenne en électricité par secteurs:

| <u>Secteurs</u> | <u>KVA disponibles moyens</u> |
|-----------------|-------------------------------|
| Quartier 1 | (non disponibles) |
| Quartier 2 | 2,4 |
| Quartier 3 | 1,0 |
| Quartier 4 | 2,0 |
| Quartier 5 | 1,7 |
| Quartier 6 | 1,7 |
| Quartier 7 | 2,3 |
| Quartier 7 bis | 1,8 |
| Ambouli | 1,7 |
| Djebel | 1,3 |

Ces chiffres reflètent bien évidemment les niveaux de revenus des habitants de ces secteurs. A cet égard, il est intéressant de mentionner les renseignements suivants concernant les revenus:

| <u>Secteurs</u> | <u>Revenu des ménages en FD/mois</u> | |
|-----------------|--------------------------------------|--------------|
| | <u>médian</u> | <u>moyen</u> |
| Balbala | 19 000 | 31 000 |
| Quartiers 1-4 | 76 000 | 100 000 |
| Quartiers 5-7 | 76 000 | 93 000 |
| Quartier 7 bis | 62 000 | 80 000 |
| Plateau | 215 000 | 330 000 |
| Ambouli | 70 000 | 90 000 |
| Einguela | 40 000 | 52 000 |

* Bien que le niveau de 1 KVA corresponde à la puissance souscrite minimale, elle est souvent partagée entre plusieurs utilisateurs.

CHAPITRE 4: CONTROLE DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DE CERTAINS BATIMENTS REPRESENTATIFS

Dans le cadre du projet d'initiatives énergétiques, une équipe de contrôle de la consommation, composée de membres du personnel de l'ISERST, du Ministère des travaux publics et de VITA, a été mise en place. L'équipe a étudié certains bâtiments représentatifs de Djibouti et établi leur profil énergétique. Les conclusions de l'équipe de contrôle de la consommation confirment l'aperçu général du chapitre I.

La figure 7 ci-dessous constitue un résumé de leurs conclusions.

| | Maison dans le quartier | Appartement à Enguela | Maison au Plateau | Bureau Administratif cas n° 1 | Bureau Administratif cas n° 2 | Hotel en ville (44 chambres) | Magasin en ville |
|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------|
| Surface totale (m ²) | 45,5 | 57,7 | 127,8 | 17,8 | 40,0 | 1.300 | 231,9 |
| KWH/an | 3940 | 7594 | 50.782 | 5.045 | 27.295 | 288.420 | 34.752 |
| KW : total | ,61 | 4,11 | 12,00 | 2,51 | 10,20 | 108,58 | 15,43 |
| : éclairage | ,14 | ,29 | 1,03 | ,08 | ,92 | 15,58 | 2,75 |
| : climatiseur | - | 2,05 | 8,21 | 2,43 | 7,62 | 93,00 | 12,68 |
| : autre | ,47 | 1,77 | 2,76 | - | 1,66 | - | - |
| KWH/an/m ² | | | | | | | |
| : total | 86,5 | 131,6 | 397,4 | 283,4 | 682,4 | 221,9 | 149,9 |
| : éclairage | 11,5 | 8,8 | 57,6 | 10,8 | 27,9 | 101,0 | 29,6 |
| : climatiseur | - | 63,0 | 319,7 | 272,6 | 642,6 | 120,9 | 120,3 |
| : autre | 75,0 | 59,8 | 20,1 | - | 11,9 | - | - |
| Prix unitaire de l'électricité (FD/KWH) | 28,1 | 36,5 | 36,5 | 50, | 50, | 47,3 | 47,2 |
| Coût de l'électricité par an | | | | | | | |
| : total | 110.714 | 277.156 | 1.853.558 | 252.251 | 1.364.735 | 13.649.629 | 1.640.360 |
| : éclairage | 14.703 | 18.533 | 268.708 | 9.227 | 55.800 | 6.210.490 | 323.922 |
| : climatiseur | - | 132.681 | 1.491.421 | 243.024 | 1.285.200 | 7.439.139 | 1.316.438 |
| : autre | 96.011 | 125.942 | 93.429 | - | 23.735 | - | - |

Figure 7: Résumé du contrôle de la consommation d'énergie par type de bâtiment.

Source: Equipe de contrôle de la consommation d'énergie ISERST/TP/VITA.

Les procédures de contrôle employées par l'équipe, de même que les spécifications de chacun des bâtiments étudiés, figurent dans les annexes à la fin du présent document.

En effet, une synthèse des rapports sur les bâtiments et des autres études présentées auparavant permet de conclure que:

Les mesures de conservation de l'énergie à Djibouti devraient viser à la réduction de la consommation énergétique des systèmes électriques servant à:

- * l'éclairage
- * la réfrigération domestique
- * et la climatisation domestique individuelle (à l'opposé des systèmes de climatisation centrale).

Ces unités consomment une grande part de l'énergie utilisée à Djibouti. Etant donné que ce sont des unités simples à consommation d'énergie limitée, toute procédure visant à leur reconversion pour une plus grande efficacité sera à la fois aisée et économique.

La Section II qui suit servira à explorer ces différentes procédures.



2

SECTION II

MESURES DE CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

- CHAPITRE 5: ECLAIRAGE
- CHAPITRE 6: REFRIGERATEURS DOMESTIQUES
- CHAPITRE 7: CLIMATISEURS ET VENTILATEURS DE PLAFOND
- CHAPITRE 8: DEUX EXEMPLES DE CONSTRUCTION ECONOMIQUE DE L'ENERGIE

CHAPITRE 5: ECLAIRAGE

Les observations recueillies dans le cadre du contrôle de la consommation d'énergie de certains bâtiments ont permis de dégager deux voies à suivre sur le plan de la réduction des coûts d'éclairage dans les bâtiments de Djibouti:

1. Remplacer les sources de lumière existantes par d'autres plus performantes.
2. Remplacer l'utilisation de la lumière artificielle pendant la journée par un recours accru à la lumière du jour.

Il ressort de ces conclusions que les autres méthodes de conservation d'énergie, généralement applicables ailleurs, n'ont pas été jugées adéquates dans le cas présent.

Ainsi, il n'est nulle part question de diminuer le degré d'éclairage. Pourquoi? Parce que ce degré d'éclairage est déjà réduit au minimum en raison des tarifs élevés d'électricité et des revenus modestes de la population.

Il est difficilement envisageable d'améliorer les installations d'éclairage en vue d'obtenir un meilleur coefficient d'illumination, car ces installations sont déjà des plus rudimentaires et ne masquent qu'une infime partie de la lumière produite par les sources de lumière.

De même, il est difficile d'améliorer encore la luminosité des pièces étant donné que la plupart des murs et des plafonds sont déjà peints en blanc, comme c'est le cas dans la plupart des pays chauds.

Enfin, il est à noter que lorsque les gens paient eux-mêmes leur note d'électricité, ils veillent avec la plus grande attention à éteindre les lampes lorsqu'elles ne sont pas nécessaires. Ce phénomène s'applique aussi bien aux habitations privées qu'aux bâtiments commerciaux appartenant à la personne qui les gère. Cette utilisation économique de l'éclairage n'est bien évidemment pas l'apanage des bâtiments publics, où la note d'électricité échoit non pas à l'occupant mais à l'Etat. Cependant, même dans ce cas, les habitudes entretenues à la maison déteignent sur le comportement au bureau et le gaspillage est loin d'atteindre des proportions comparables à d'autres pays. En conséquence, l'achat de certains appareils de contrôle tels que les détecteurs de personnes, qui éteignent automatiquement la lumière dans les pièces non occupées, ou les cellules photoélectriques, qui contrôlent automatiquement la lumière artificielle, ne semble pas s'imposer.

Previous Page Blank

La seule véritable solution en matière de réduction des coûts semble donc bien être le recours à des sources de lumière plus performantes.

Dans ce cadre d'idées, il convient de signaler que l'électricité utilisée par une source de lumière, telle qu'une ampoule ou un tube fluorescent, est convertie à la fois en chaleur et en lumière. En fait, même dans le cas des sources de lumière les plus performantes, la majeure partie de l'électricité est convertie en chaleur, non en lumière.

Le recours à des sources de lumière peu performantes présente donc un double désavantage dans les bâtiments de Djibouti: elles produisent peu de lumière et, dans le même temps, chauffent la pièce dans laquelle elles sont installées.

La quantité de lumière produite par différentes sources de lumière, sur la base de la même quantité d'électricité, est appelée "efficacité". Cette efficacité est exprimée en lumens par watt. Plus le nombre de lumens ainsi que la quantité de lumière produite par watt consommé sont élevés, mieux cela vaut pour le consommateur.

L'efficacité de certaines sources de lumière types figure ci-dessous. Les valeurs indiquées ne sont pas fixes, ceci en raison du fait que l'efficacité peut varier sensiblement en fonction de certains détails spécifiques:

| <u>Source de lumière</u> | <u>Efficacité (en lumens/watt)</u> |
|--------------------------|------------------------------------|
| incandescente | 14-23 |
| vapeur de mercure | 56-80 |
| fluorescent | 50-85 |
| sodium à haute pression | 90-130 |
| sodium à basse pression | 140-180 |

A titre d'exemple, si l'on compare deux sources de lumière produisant chacune 1.260 lumens, la source incandescente nécessitera 100 watts d'électricité alors que la source fluorescente n'en consommera que 22.

En raison de sa durée de vie plus longue, près de neuf fois celle d'une lampe incandescente, le tube fluorescent est également plus économique. Qui plus est, il dégage moins de chaleur et par conséquent sollicite moins l'installation de Conditionnement d'Air.

Au cours du contrôle des différents locaux de la Cité Ministérielle, on a pu constater que les couloirs étaient éclairés en permanence à l'aide de lampes incandescentes 100 W. La Figure 8 donne une idée des économies réalisables en remplaçant l'installation actuelle par des fluorescents. Outre les avantages sur le plan énergétique, la Figure 8 fait également état des économies sur le plan de l'achat des lampes de réserves et des charges imposées aux climatiseurs.

Ces économies - près de 78 pour cent en-dessous des niveaux actuels - n'impliquent aucune diminution des niveaux d'éclairage. De plus, ce chiffre de 78 pour cent ne tient pas compte des économies réalisables au niveau de la consommation électrique des installations de conditionnement d'air.

Dans le cas de la Cité ministérielle, le coût du remplacement sera récupéré en moins d'un mois, un amortissement très rapide dû en partie au coût élevé de l'électricité à Djibouti et au fait que ces lumières sont allumées 24 heures sur 24, pendant toute l'année. Dans les endroits où les lampes brûlent moins d'heures, c'est le cas de la plupart des maisons ou des bureaux, la période d'amortissement sera plus longue, mais même dans ce cas, elle dépassera rarement six mois.

Quand on parle de l'efficacité des sources de lumière, il ne suffit pas seulement d'envisager le remplacement des lampes à incandescence par des tubes fluorescents, il faut également substituer aux fluorescents qui existent déjà dans les bâtiments de Djibouti les nouveaux modèles performants de fluorescents mis au point et utilisés depuis cinq ans dans de nombreux autres pays. Ces tubes, vendus sous des noms déposés tels que Watt Miser (General Electric), Econo-Watt (Westinghouse) ou Super Savers (Sylvania), consomment 20 pour cent d'électricité en moins que les modèles actuellement installés tout en produisant la même quantité de lumière. L'opération de remplacement consiste tout simplement à retirer l'ancien tube et à le remplacer par un nouveau. L'amortissement, pour la plupart des bâtiments commerciaux et publics, sera inférieur à six mois et les économies réalisées se répercuteront au fil des ans.*

Bien que seul un contrôle de chaque bâtiment en particulier permette de déterminer le genre d'économies réalisables au niveau de l'éclairage, il est possible d'avoir une idée générale des travaux à réaliser en établissant une liste par catégorie des installations d'éclairage dans les bâtiments déjà visités par l'équipe de contrôle et décrits précédemment dans la figure 7 de la section I:

| Type de bâtiment | Pourcentage au niveau de l'éclairage (watt) | |
|-------------------------|---|---------------------|
| | Lampes incandescentes | Fluorescents (anc.) |
| Maison dans le quartier | 21 | 79 |
| Appartement à Enguela | 28 | 72 |
| Maison au Plateau | 89 | 11 |
| Bureau admin. cas n° 1 | 0 | 100 |
| Bureau admin. cas n° 2 | 57 | 43 |
| Hotel en ville | 97 | 3 |
| Magasin en ville | 0 | 100 |

* Lorsque les installations ont plus de 5 ans, il convient de vérifier la compatibilité entre les nouveaux tubes et les anciens régulateurs. L'installation de régulateurs adaptés aux nouveaux tubes économiques permettra de réaliser des économies plus substantielles encore que celles décrites plus haut.

Cas de la Cité Ministérielle

Les couloirs de la Cité Ministérielle sont éclairés par 66 ampoules incandescentes de puissance 100 W chacune. Elles sont utilisées 24 h sur 365 j ce qui nous donne 8760 h pour une année.

Tableau de comparaison de deux types d'ampoules

| Désignation | Prix (FD) | Durée de vie (h) | Luminescence (lumens) | Puissance (w) |
|-----------------------|-----------|------------------|-----------------------|---------------------------|
| Ampoule incandescente | 150 | 1000 | 1260 | 100 |
| Tube à néon | 320 | 9000 | 1260 | 22 (régulateur inclus) |

D'après ce tableau, un tube à néon consomme beaucoup moins d'énergie et dure 9 fois plus qu'une ampoule incandescente.

Le prix moyen annuel du kwh à la Cité Ministérielle étant de 46 FD et le nombre d'heures utilisées par an étant 8760, le prix de l'énergie consommée est 2.543.904 FD/an. Le nombre d'ampoules utilisées par an étant $9 \times 66 = 594$ soit un coût de 89.100 FD.

La dépense totale est de 2.633.004 FD/an.

Si on remplace ces ampoules par 66 tubes à néon, on a une dépense énergétique de 559.659 FD/an plus 21.120 FD/an prix de 66 tubes.

La dépense totale serait de 580.779 FD/an.

Nous économiserions 2.052.225 FD en une année, c'est à dire 78% sur les dépenses énergétiques actuelles pour l'éclairage de la Cité Ministérielle. Cela nécessite un investissement en matériaux de 66 cadres de tubes à néon qui coutent 125.400 FD. Nous payons à l'E.D.D. pour le privilège d'avoir des petites chaudières et pour enlever cette chaleur par la climatisation. Si ces couloirs étaient climatisés, nous économiserions 992.112 FD/an sur la climatisation.

Figure 8: Eclairage des couloirs de la Cité ministérielle

Source: Equipe de contrôle de la consommation d'énergie ISERST/TP/VITA.

Ainsi que nous l'avons mentionné au début du présent chapitre, une seconde solution permettant de réduire les coûts d'éclairage réside dans un recours accru à la lumière du jour en lieu et place de la lumière artificielle pendant la journée.

Dans une certaine mesure, cette solution se heurte au mode de vie et aux traditions des populations des pays chauds en ce sens que ces dernières ont vite appris - et lorsqu'elles l'oublient, le climat le leur rappelle - que cette même fenêtre qui laisse entrer la lumière du jour, laisse également entrer la chaleur extérieure. Il ressort de ce phénomène que l'ouverture des fenêtres dans les régions tropicales est des plus restreintes et, dans la mesure du possible, recouverte de manière à minimiser l'incursion de la chaleur. Seule l'introduction, depuis quelques années seulement, des installations de conditionnement d'air modernes ont permis d'envisager des fenêtres de type standard dans les maisons dites de conception moderne, encore faut-il préciser que cette innovation ne concerne qu'une minorité privilégiée.

Djibouti ne fait pas exception à cette tradition séculaire. Le recours aux volets de bois extérieurs et aux tentures intérieures pour couper la chaleur (et de facto, la lumière) se traduit dans la plupart des cas par l'utilisation de lampes dans les pièces habitées car il y fait trop sombre.

Une solution envisageable réside dans l'installation de films spéciaux pour fenêtres qui ont été mis au point et utilisés de manière intensive au cours des dernières années. Ces films, que l'on applique sur la surface intérieure de la vitre, sont faits d'un revêtement spécial qui laisse filtrer la lumière mais bloque environ 80 pour cent de la chaleur. Ainsi, il est possible d'éclairer une pièce au moyen de la seule lumière du jour sans avoir à souffrir d'une augmentation de la température.

Ces films sont fabriqués par toute une série de compagnies dans le monde. Ils recouvrent aujourd'hui des millions de mètres carrés de vitre, en particulier des bureaux commerciaux où ils permettent de réduire la charge imposée aux installations de conditionnement d'air en réduisant l'action du soleil. Le prix au mètre carré de ce film est de 2.000 FD. Son application est simple et fondée sur le principe de l'adhérence par pression.

Pour donner un exemple des économies réalisables grâce à ce genre de film, prenons le cas d'un bureau de 9 mètres carrés. La pièce possède une fenêtre d'environ 1 mètre carré. Dans l'état actuel des choses, un tube fluorescent consommant 46 watts (régulateur compris) brûle pendant les heures du travail, soit 2000 heures par an. Le propriétaire paie 48 FD/KWH.

Dans la situation actuelle, la note annuelle d'électricité pour l'éclairage se monte à:

$0,046 \text{ KW} \times 2.000 \text{ heures} \times 48 \text{ FD/KWH} = 4.416 \text{ FD}$ par an pour l'éclairage

Une dépense unique de 2.000 FD suffirait à recouvrir la fenêtre d'un film et, théoriquement, à rendre le tube fluorescent inutile.

Le succès de cette méthode dépend de la volonté des occupants de la pièce à renoncer à fermer volets et tentures et à travailler avec la lumière du jour plutôt qu'avec la lumière artificielle.

De par son expérience, l'auteur est bien conscient du fait qu'il est extrêmement difficile de changer les habitudes des gens, même pour des raisons financières. Il n'en reste pas moins que dans de nombreux cas, l'installation de tels filtres permettrait de renoncer totalement à l'éclairage artificiel, ce qui constitue en soi un sérieux encouragement financier.

Cette nouvelle technique offre des avantages potentiels dans de nombreux bâtiments de Djibouti.

Il serait peut-être indiqué de procéder, dans un premier temps, à certaines installations modèles puis, en cas de succès, de généraliser le procédé. Moyennant une période de quelques années, et non quelques mois, l'usage de ce procédé sera peut-être accepté et l'on assistera à une modification du mode de vie.

Cette solution est digne d'être envisagée de plus près.

CHAPITRE 6: REFRIGERATEURS DOMESTIQUES

La part du réfrigérateur domestique courant dans la consommation énergétique des ménages a été soulignée dans le chapitre 3.

Sur un total de 13.269 abonnés (tarif II), 8.798, soit 66 pour cent, étaient des consommateurs de l'ordre de 1 KVA. Ce qui signifie qu'ils ne disposaient pas d'installations de conditionnement d'air; 1 KVA ne suffit pas pour ce genre d'appareil. La consommation était plutôt axée sur l'éclairage, le réfrigérateur et les ventilateurs de plafond.

Si l'on se fonde sur les résultats des contrôles de consommation énumérés en figure 7 du chapitre 4, la "Maison dans le quartier" de 1 KVA présentait le schéma de consommation suivant: éclairage 13 pour cent et ventilateurs de plafond 50 pour cent*.

Avant d'élaborer des solutions énergétiques, il est à noter que tous les réfrigérateurs étudiés dans le cadre du contrôle de consommation étaient des modèles non conçus pour les zones équatoriales et par voie de fait pour Djibouti.

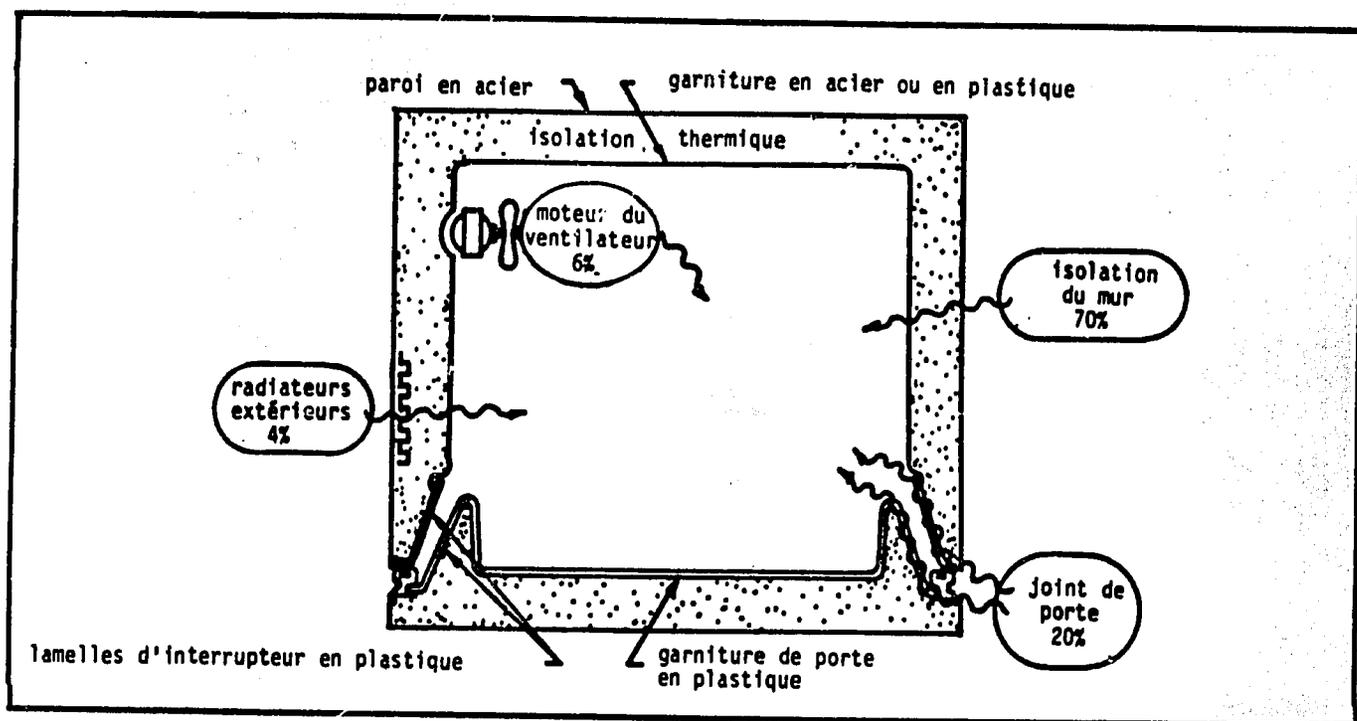


Figure 9: Coupe transversale d'un réfrigérateur, avec mention des zones types de formation de chaleur

Source: EQUIPEMENT ASHRAE 1983

* Les réductions énergétiques en matière de ventilateurs de plafond font l'objet du chapitre suivant.

La Figure 9 indique les manières par lesquelles la charge thermique, que l'on doit réduire grâce à l'utilisation du courant électrique, s'accumule dans un réfrigérateur. Le passage calorifique, source la plus importante de cette charge, à travers la paroi du réfrigérateur représente presque 70% du total.

La figure 10 montre les effets de la température de la pièce à laquelle est exposé un réfrigérateur type sur la consommation nécessaire au maintien d'une température constante au sein de l'appareil.

Ainsi, si l'on désire maintenir une température de 4,4°C à l'intérieur du réfrigérateur, il faudra 0,75 KWH pendant 24 heures dans une pièce dont la température est de 21,1°C. D'autre part, le même réfrigérateur placé dans une pièce où règne une température de 43,3°C consommera 3,8 KWH, soit près de cinq fois plus.

La figure 10 précise également que dans le premier cas, le réfrigérateur fonctionne pendant environ 18 pour cent du temps, alors que dans le deuxième cas, il fonctionne pendant 90 pour cent du temps.

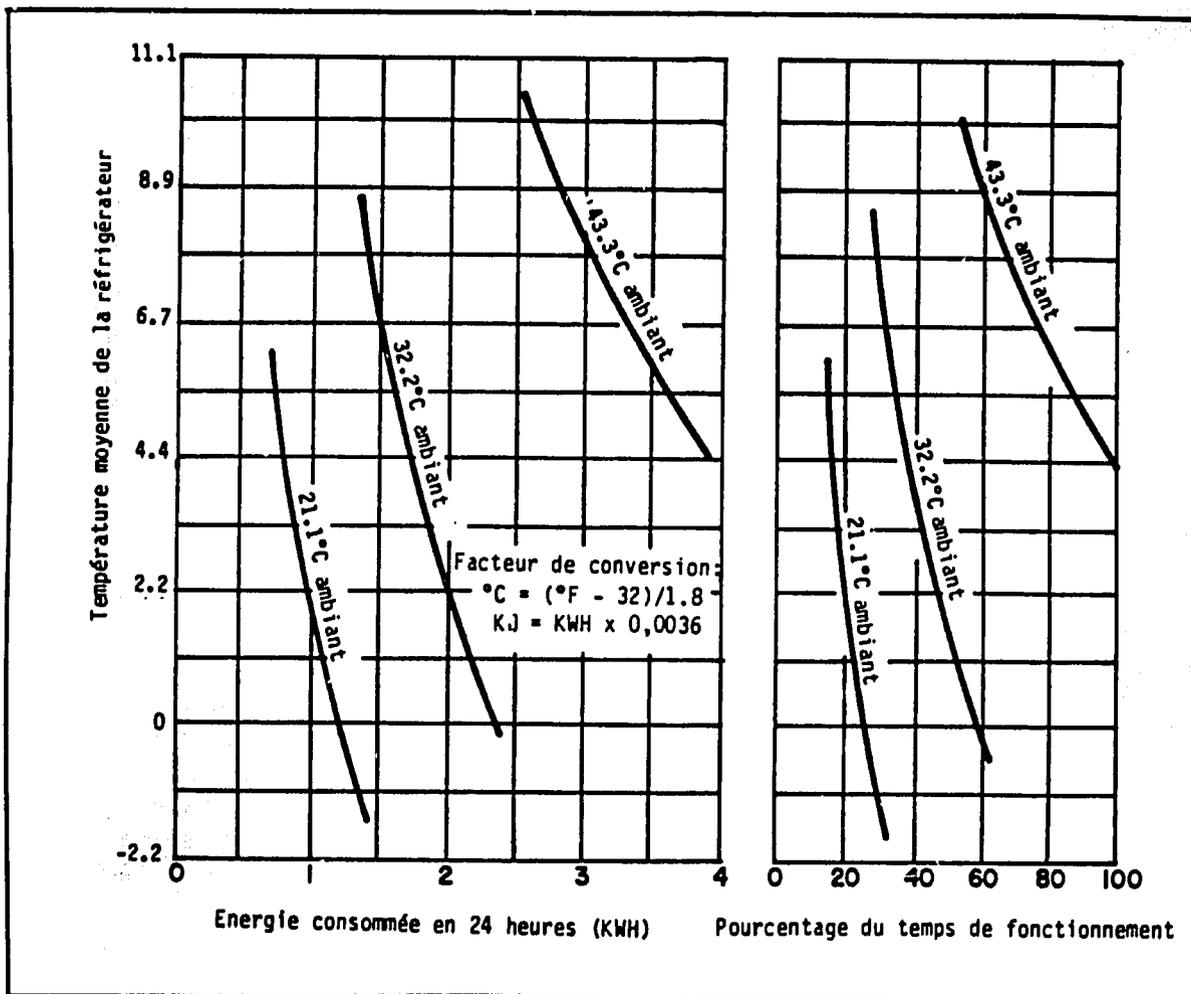


Figure 10: Résultats des tests de consommation d'un réfrigérateur
Source: EQUIPEMENT ASHRAE 1983

Comment réduire la consommation électrique d'un réfrigérateur? Un jour viendra peut-être où un constructeur (de Djibouti pourquoi pas) concevra et commercialisera un réfrigérateur adapté aux conditions équatoriales. Deux éléments principaux doivent être améliorés: la qualité de l'isolation et le mécanisme de réfrigération, de manière à mieux correspondre aux températures ambiantes.

En attendant ce jour, les améliorations envisageables dans l'immédiat sont de deux ordres.

Il faut encourager l'utilisation de réfrigérateurs performants. A cet égard, les efforts entrepris dès la crise pétrolière se sont traduits, au niveau des réfrigérateurs, par une amélioration de la consommation de 58 pour cent entre les modèles de 1981 et ceux de 1972.

On se souviendra (cf figure 7) que le consommateur du quartier à 1 KVA avait une note d'électricité annuelle de 110.714 FD. Le réfrigérateur représentait 37 pour cent ou 40.964 FD. Le remplacement du réfrigérateur par un modèle plus performant permettrait de réaliser une économie annuelle équivalente à 40.964 FD x 58 pour cent, soit 23.749 FD (des économies plus substantielles encore seront possibles avec un modèle spécialement conçu pour les zones équatoriales). En d'autres mots, une telle substitution se traduirait par une réduction de 37 x 58 pour cent, soit 21 pour cent de la note globale annuelle d'électricité.

En admettant que les consommateurs ne puissent s'offrir le luxe de remplacer leur réfrigérateur (un amortissement réalisable en 2 ou 3 ans), ils leur est loisible d'améliorer l'isolation de leur appareil actuel. On se souviendra que le passage de la chaleur au travers des parois du réfrigérateur assume à lui seul 70 pour cent de la charge.

Les caractéristiques des principaux procédés d'isolation pour réfrigérateurs sont synthétisées dans la figure 11 ci-dessous.

| Isolation | Conductabilité thermique, K Btu x in./ft ² x h x °F (W x mm/m ² x °C) | | Épaisseur des parois (en pouces (mm)) | | | |
|--|--|-----------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | Seuil de suintement extérieur 90 °F (32,2 °C), 75% RH | | Usage courant | |
| | | | 0 F (-17.8 °C) | 38F (3.3 °C) | 0 F (-17.8°C) | 38 F (3.3 °C) |
| Fibre minérale ou fibre de verre, remplie d'air (fourchette) | 0.22 à 0.28 | (31.7) à (40.3) | 2.00 (51) à 2.70 (69) | 1.30 (33) à 1.75 (44) | 3.00 (76) à 3.50 (89) | 2.30 (58) à 2.75 (70) |
| Mousse d'uréthane injectée, remplie de gaz lourd | 0.13 | (18.7) | 1.25 (32) | 0.85 (22) | 1.90 (48) | 1.60 (41) |
| Plaque en mousse d'uréthane, remplie de gaz lourd | 0.16 | (23.0) | 1.50 (38) | 1.00 (25) | 2.00 (51) | 1.50 (38) |

Figure 11: Effet de l'isolation thermique sur l'épaisseur des parois de réfrigérateurs

Source: EQUIPEMENT ASHRAE 1983

L'électricité consommée pour combattre le passage de la chaleur au travers des parois coûte 40.964 FD x 70 pour cent, soit 28.675 FD par an. Comme l'indique la figure 11, l'isolation actuelle des parois (ou la mousse d'uréthane) a une épaisseur d'environ 40 mm.

De simples panneaux de mousse d'uréthane placés sur la partie supérieure et sur les parois du réfrigérateur couvriraient environ 55 pour cent de la surface exposée d'un appareil de type courant. En admettant que ce revêtement ait la même épaisseur que l'isolation actuelle, c'est-à-dire 40 mm, cela permettrait de réduire de moitié la transmission de chaleur au travers des parties recouvertes du réfrigérateur. Une telle mesure se traduirait donc par une économie annuelle de 28.675 FD x 55 pour cent de couverture x 50 pour cent de réduction = 7.886 FD soit environ 7 pour cent de la note globale d'électricité.

Un tel revêtement nécessite environ 2,75 mètres carrés de mousse, ce qui représente un montant total de 2.500 FD. Il est possible de réaliser des économies plus importantes encore en recouvrant l'arrière et la porte du réfrigérateur, mais pour l'utilisateur moyen cela peut s'avérer peu pratique à l'emploi, sans compter les difficultés de placement. Le revêtement du panneau supérieur et des parois latérales est très facile à réaliser, il est vite amorti et se traduit par des économies substantielles.

Il convient de faire la remarque suivante sur les réfrigérateurs domestiques. Le réfrigérateur n'est pas une source de froid, au contraire, il fait simplement passer la chaleur emmagasinée dans ses parois vers la pièce où il se trouve. En d'autres termes, dans la mesure où il refroidit les aliments qu'il contient, le réfrigérateur chauffe la pièce.

Nombre de ménages à revenus modestes de Djibouti le savent bien. Aussi placent-ils leur réfrigérateur à l'extérieur, sous une véranda ombragée. Lorsque le réfrigérateur est placé dans la cuisine, la chaleur qu'il dégage chauffe la pièce et par conséquent accroît encore sa consommation d'électricité.

Lorsqu'un réfrigérateur pour les zones équatoriales aura été mis au point, il faudra veiller à l'équiper d'un flexible de sortie afin de faire évacuer la chaleur vers l'extérieur (comme c'est le cas actuellement avec les séchoirs à linge).

La discussion a été jusqu'ici axée sur les réfrigérateurs électriques. Certains réfrigérateurs peuvent être conçus pour utiliser d'autres sources énergétiques, que ce soit les bonbonnes de gaz ou l'énergie solaire.

A cet égard, un rapport de la "MISSION DES CONSULTANTS EN ENERGIE SOLAIRE A DJIBOUTI", établi sur la période du 17 au 24 juin 1978, a révélé que les bonbonnes de gaz permettaient d'obtenir 51,7 Kcal/FD par opposition à 31,1 pour l'électricité. Un certain nombre de fabricants proposent des modèles de réfrigérateurs au gaz destinés aux mobile-homes et autres véhicules de tourisme. Parmi ces compagnies figurent:

NORCOLD DIV. OF THE STOLLE CORP., Etats-Unis
SIBIR KUHLAPPARATE, Suisse
TOKYO SANYO ELECTRIC CO, LTD., Japon.

POLAR PRODUCTS, aux Etats-Unis, produit une gamme de réfrigérateurs à l'énergie solaire. Les rayons du soleil frappent des cellules photovoltaïques (PV), lesquelles produisent de l'électricité. Pendant la journée, l'électricité produite par les modules PV sert à alimenter le réfrigérateur et à charger un ensemble de piles. Pendant la nuit, les piles prennent le relais. Le jour suivant le cycle se répète. Le réfrigérateur est conçu pour fonctionner avec le courant direct produit par les cellules, sans intervention d'un appareil de conversion.

Aucune des compagnies citées ci-dessus ne produit de réfrigérateurs domestiques compatibles avec les maisons de Djibouti. La conception et la production d'un tel appareil, en particulier un modèle solaire pouvant profiter de l'ensoleillement exceptionnel de la région, pourrait constituer un thème de recherche intéressant pour l'ISERST.

CHAPITRE 7: CLIMATISEURS ET VENTILATEURS DE PLAFOND

Dans le cadre des économies d'électricité envisageables au niveau des installations de conditionnement d'air et des ventilateurs de plafond, le dernier thème à aborder concerne les appareils eux-mêmes.

Il convient de mettre l'accent sur la charge de chaleur que ces appareils sont destinés à éliminer et sur les moyens de réduire cette charge. De fait, la conception et la construction des bâtiments ainsi que leur manière de réagir à l'environnement sont les domaines où existe le plus important potentiel d'économie.

Comme nous l'avons mentionné dans la préface de la présente étude, les principes généraux de l'architecture la plus performante sur le plan de la consommation pour la région de Djibouti ont été énoncés dans l'étude de Daniel Dunham intitulée "Climat, construction et énergie à Djibouti". Comme l'a fait remarquer l'auteur: "Pour être réellement économique, l'installation de conditionnement d'air doit fonctionner dans un bâtiment déjà conçu pour être le plus frais possible".

Certes, ces principes sont plus aisément applicables aux nouvelles constructions où les facteurs d'orientation, de construction et d'aménagement peuvent être remaniés.

Mais qu'en est-il des bâtiments existants qui représenteront d'ici peu la majeure partie de la consommation d'électricité? Si l'on se fonde sur les projections les plus sérieuses, et les plus optimistes, il faudra attendre de nombreuses années encore avant de voir ces bâtiments céder la place à d'autres plus performants.

C'est précisément sur le problème du réaménagement des bâtiments existants que la discussion sera axée. A ce propos, nous entendons compléter les principes généraux énoncés par Dunham.

Si l'on examine les bâtiments actuels, même l'observateur le moins averti pourra y déceler certaines inepties sur le plan de la consommation d'énergie.

1. Il n'est pas nécessaire de posséder un équipement sophistiqué pour déceler un grand nombre de trous dans les parois des bâtiments par lesquels l'air frais s'échappe et par où la chaleur s'engouffre. Les climatiseurs, par exemple, sont presque partout installés dans une ouverture de mur beaucoup trop large pour l'appareil. Le jour ainsi créé est bouché à l'aide de papier ou de carton. S'il est vrai que cette méthode empêche les mouches d'entrer, elle ne constitue qu'une barrière thermique toute relative contre la chaleur et la perte d'air frais.

2. On peut également constater cette infiltration de l'air, lorsqu'on observe la lumière qui filtre à travers les cadres des fenêtres, ainsi qu'autour et en-dessous des embrasures des portes. Souvent, les parois extérieures jouent un rôle un peu plus protecteur que celui des tamis. Dans de telles circonstances, les climatiseurs servent surtout à refroidir l'air à l'extérieur du bâtiment, ce qui représente une tâche particulièrement ardue, connaissant le climat dont jouit Djibouti.

3. Il n'existe qu'un seul endroit où la présence de trous dans les extérieurs pourrait s'avérer bénéfique, malheureusement les bâtiments n'en disposent pas ou bien ils sont trop petits pour être efficaces. Il y a dans la plupart des bâtiments un espace fermé, entre la structure extérieure du toit et le plafond intérieur. Si cet espace n'est pas ventilé, il fait office de collecteur de chaleur solaire et transmet cette chaleur vers les pièces situées en-dessous. Ce phénomène est commun aux bâtiments à toits plats et en pente. En guise d'exemple, nous pouvons citer les mesures effectuées dans les bureaux mêmes de l'ISERST/VITA, un appartement loué temporairement en attendant l'achèvement de ses nouveaux bureaux.

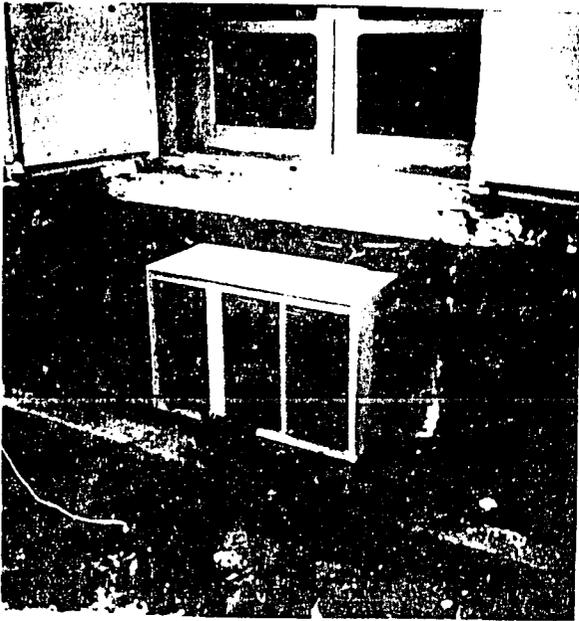
Le 5 octobre à midi, avec une température extérieure de 31°C, la température des pièces climatisées oscillait entre 23 et 25°C. La température de l'espace en-dessous du toit était, quant à elle, de 47°C en raison de la formation de chaleur par manque de ventilation. Dans ses contacts avec les spécialistes de la climatisation à Djibouti, l'auteur s'est vu confier que ces températures pouvaient parfois atteindre 80°C pendant la période la plus chaude de l'été. Si l'on considère le fait que l'eau bout à 100 °C, on peut aisément imaginer les effets de cette chaleur au travers du plafond.

Par opposition, lorsqu'un système de ventilation est prévu dans cet espace, comme c'est le cas dans le nouveau complexe financé par l'Arabie saoudite à Balbala, les relevés de température effectués au cours du contrôle de la consommation d'énergie n'ont révélé aucune formation de chaleur.

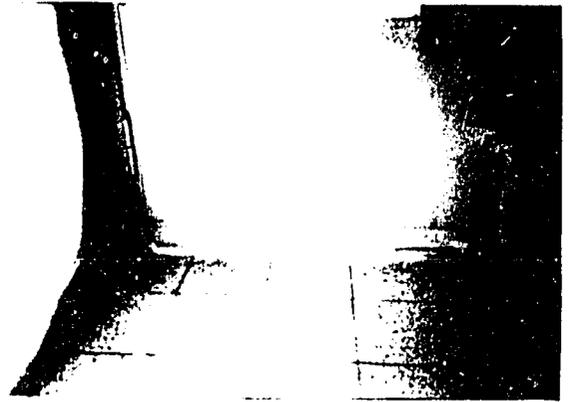
4. L'absence presque généralisée d'isolation dans les bâtiments existants est une carence à laquelle il est impératif de remédier. Dans le cadre de cette démarche de réaménagement des bâtiments, il est essentiel de tenir compte de la façon dont les climatiseurs sont utilisés à Djibouti.

Etant donné le coût élevé de la climatisation, seule une minorité de bâtiments sont complètement climatisés. Parmi ceux-ci figurent quelques résidences de luxe et certains complexes commerciaux et publics. La plupart des consommateurs climatisent une pièce à la fois - la salle de séjour pendant le jour, et une chambre pendant la nuit. Dans de telles circonstances, à savoir la climatisation d'une seule pièce, il faut une isolation complète de la pièce rafraîchie. L'isolation exclusive de l'extérieur du bâtiment n'empêche pas l'air frais de s'échapper par les parois intérieures adjacentes aux pièces non climatisées du bâtiment.

En fait, la climatisation pièce par pièce exige une compartimentation du bâtiment.



1. Installation de conditionnement d'air



2. Montage de porte



3. Ventilation sparse de l'espace en-dessous du toit



4. Mur non isolé

Figure 12: Photographies de construction typique
Source: Equipe de contrôle de la consommation d'énergie ISERST/TP/VITA

5. Enfin, bien qu'il soit difficile de corriger les constructions existantes, il convient d'attacher une attention toute particulière à la chaleur qui pénètre par le plancher.

La simple variation de la chaleur du chaud vers le froid constitue une loi fondamentale et immuable de la nature. Nous ne disposons d'aucune données précises sur les températures du sol sur lequel repose les bâtiments, mais il est possible d'en avoir une idée en relevant la température de l'eau qui s'écoule des robinets. En octobre, cette température dépassait souvent 40°C. Les canalisations d'eau sont enterrées à une profondeur de 60 cm dans les rues et de 45 cm dans les bâtiments. On peut en déduire que la température du sol à cette profondeur est comparable à celle de l'eau circulant dans les canalisations.

L'action calorifique du plancher a été vérifiée dans un grand nombre de bâtiments au cours des contrôles de la consommation d'énergie. En fait, aux premières heures du jour, c'est-à-dire avant que le soleil ne se mette à chauffer l'espace situé en-dessous du toit, les mesures effectuées au microscanner indiquent que la majeure partie de la chaleur pénètre à travers du plancher et non du plafond.

Sans une isolation appropriée du plancher, le climatiseur sert aussi bien à rafraîchir la pièce que le sol située au-dessous.

Quelles sont les solutions possibles pour remédier à ces problèmes?

1. Les ouvertures murales, telles que celles utilisées pour l'installation des climatiseurs, doivent être comblées au moyen de laine de verre et recouvertes d'une plaque de finition.
2. Lorsqu'il y a un jour autour des fenêtres et des portes, il faut stopper les infiltrations d'air au moyen de bandes adhésives spéciales et/ou de matériaux de calfeutrage.
3. La ventilation de l'espace situé en-dessous du toit doit être réalisée au moyen d'ouvertures protégées et à claire-voie dans le bas de la pièce afin de permettre l'entrée d'air frais et d'autres ouvertures dans le haut de la pièce afin de permettre à l'air chaud de s'échapper. L'installation de ventilateurs thermostatiques peut également s'avérer utile dans certaines conditions.
4. Lorsqu'on doit installer l'isolement dans des pièces déjà construites (comme par exemple, une chambre à coucher), des carreaux de mousse d'uréthane, d'environ 40 mm d'épaisseur pour les murs et de près de 50 mm pour le plafond, constitueraient le matériau le plus susceptible d'être utilisé à cet égard. Dans le cas où de tels carreaux seraient disponibles sous la forme de panneaux que l'on pourrait installer soi-même, leur installation serait facile à réaliser. Il serait également utile de disposer de tuiles d'isolement pour plafonds.
5. Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'installation d'une isolation au plancher s'avère difficile dans la plupart des bâti-

ments existants étant donné l'usure très rapide du revêtement de ce genre de matériau et les différences de niveau qui peuvent résulter de son installation.

Dans les nouvelles constructions cependant, il est indiqué d'installer des dalles de 60 mm d'uréthane sous l'ensemble du plancher et non pas seulement sur le périmètre.

Les différentes options que nous venons de citer se caractérisent toutes par une dépense minimale, une simplicité technique et une grande facilité de réalisation (à l'exception du cas n°5 ci-dessus).

Appliquées aux bâtiments existants, ces options permettent (comme nous le verrons plus en détail dans le chapitre 8) de réduire de 20 à 50 pour cent les charges imposées aux climatiseurs et aux ventilateurs de plafond.

Venons-en à présent aux climatiseurs et aux ventilateurs de plafond.

Lorsqu'on sélectionne un modèle de climatiseur, il convient de tenir compte du taux de rendement énergétique (TRE). Qui plus est, l'acheteur doit insister pour assister à des tests de fonctionnement à des températures ambiantes différentes. Nombre de fabricants possèdent des résultats de test sur une fourchette de température allant de 35 à 50 °C. En clair, plus la température est élevée, plus le matériel est sollicité et moins il devient performant. En ce qui concerne les bâtiments de Djibouti, le facteur principal est la production d'air frais à des températures élevées.

Quel que soit le modèle de climatiseur retenu, ses performances seront toujours améliorées lorsqu'il se trouve à l'abri du soleil. Il s'agit là d'une constatation évidente de prime abord, mais dont on ne tient pas souvent compte avec les installations actuelles. L'installation correcte du climatiseur sous-entend, comme nous l'avons vu plus haut, une étanchéité parfaite entre l'ouverture du mur et l'unité.

Une fois monté, il est indispensable de procéder à un entretien complet de l'appareil une fois par an au minimum. La disponibilité d'un tel service après-vente doit être envisagée et discutée avec le détaillant au moment de l'achat. La fourniture de produit réfrigérant, le nettoyage des serpentins et des filtres et la remise à neuf, voire le remplacement des pièces rouillées sont autant de facteurs à prendre en ligne de compte.

Selon les données fournies pour une compagnie de climatisation, les frais annuels d'entretien avoisinent 6.000 FD. Si l'on considère les améliorations ainsi réalisées sur le plan des performances ainsi que le coût élevé de l'électricité, il ne s'agit pas d'une dépense superflue.

L'utilisation d'unités à TRE élevé à haute température, installés de manière étanche et protégés du soleil permet de réduire très sérieusement la consommation électrique. Les chiffres exacts ne peuvent être obtenus qu'après comparaison de plusieurs modèles spécifiques, toutefois on estime que l'économie réalisée est de l'ordre de 15 à 20 pour cent par rapport aux appareils actuels:

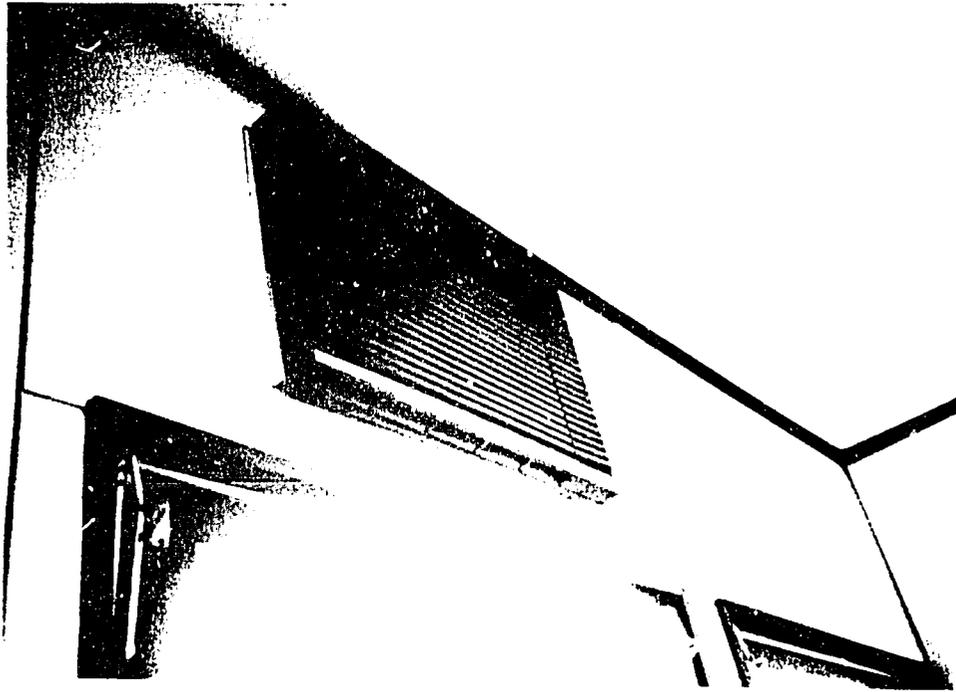
Réduire la consommation d'énergie des ventilateurs de plafond s'avère une tâche plus ardue. Comme l'a mentionné Dunham: "Pendant de longues périodes à Djibouti, l'exposition à l'air extérieur, même l'air en circulation, sera moins supportable que l'air à l'intérieur de la pièce. Pour cette raison, les ouvertures destinées à la circulation naturelle de l'air doivent pouvoir être fermées de manière étanche contre cet air chaud et poussiéreux. Pendant ces périodes, la circulation de l'air créée par le ventilateur de plafond assure le confort nécessaire."

En raison de leur emplacement, les ventilateurs de plafond ont tendance à ramener l'air chaud vers le bas, vers les occupants de la pièce (de fait, cela explique pourquoi on utilise ce genre d'appareil dans des climats plus froids). Dans le cas où les températures du plafond sont élevées, ces ventilateurs ont donc un effet diamétralement opposé selon la situation géographique de l'utilisateur.

Idéalement et d'un point de vue purement thermique, il faut assurer une circulation de l'air au niveau des occupants (à une hauteur de plus ou moins 1,5 m par rapport au plancher) tout en laissant la chaleur du plafond où elle est.

Malheureusement, aucun appareil de ce genre n'existe sur le marché. Les ventilateurs de sol posent eux aussi certains problèmes qui rendent leur utilisation impossible dans le cas présent.

Il n'en reste pas moins que la mise au point d'un tel appareil sera très intéressante pour ce qui concerne le confort thermique à bas coût. Le sujet est digne d'être étudié plus en détail.



1. Climatiseurs et fenêtres hermétiquement ajustés, fournis pour le dispensaire de Balbala 2.
-



2. Accès à l'espace ventilé situé en-dessous du toit dans le nouveau complexe financé par l'Arabie saoudite à Balbala.
-

Figure 13: Exemples de montages économiques
Source: Equipe de contrôle de la consommation d'énergie ISERST/TP/VITA

CHAPITRE 8: DEUX EXEMPLES DE CONSTRUCTION ECONOMIQUE

En plus des bâtiments représentatifs de Djibouti étudiés au cours de la présente enquête, et dont les caractéristiques énergétiques ont été synthétisées en figure 7 du chapitre 4, deux bâtiments achevés récemment ont également été étudiés car leur conception incluait un certain nombre principes énumérés précédemment.

Le premier de ces bâtiments est le nouveau dispensaire de Balbala. Il s'agit d'une construction pré-fabriquée réalisée en République fédérale d'Allemagne à l'aide de panneaux isolés; portes et fenêtres sont parfaitement étanches, les climatiseurs sont étroitement fixés dans les murs, etc... Le dispensaire ne possède cependant pas d'isolation sous le plancher. Ces bâtiments sont entièrement climatisés pendant les heures de travail, un horaire semblable à la plupart des organismes publics.

La seconde structure est une petite maison expérimentale construite par Isotherma dans la banlieue. Le bâtiment est entièrement climatisé, 24 heures sur 24, toute l'année. Son isolation est particulièrement poussée et comprend entre autres l'isolation des murs de séparation et du plancher.

La consommation annuelle des bâtiments traditionnels a été comparée avec celle de ces deux nouvelles constructions. La comparaison a été établie en calculant la consommation annuelle en KWH pour chaque mètre carré.

Le nouveau dispensaire de Balbala consommait 20,0 KWH par an par mètre carré. En comparaison, un bâtiment public type ouvert le même nombre d'heures (bureau administratif cas n° 2) consommait 283,4 KWH par an par mètre carré, soit 14 fois plus.*

La maison Isotherma consommait 100,7 KWH par an par mètre carré.** En comparaison, une autre maison complètement climatisée pendant toute l'année (maison au Plateau) consommait 397,4 KWH par an par mètre carré, soit 4 fois plus.

La figure 14 de la page suivante reprend l'ensemble des calculs.

* Il faut préciser que le nouveau dispensaire de Balbala était en phase de lancement au moment du contrôle. Les installations n'étaient pas encore toutes opérationnelles. La différence de consommation au mètre carré est en partie imputable à cette situation.

** Le dispensaire de Balbala est ouvert environ 2000 heures par an, alors que la maison Isotherma est climatisée en permanence ce qui nous donne:
 $24 \times 365 = 8.760$ heures par an.

Consommation annuelle d'électricité dans les bâtiments

kwh/an/m²

Construction existantes

Maison:

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Quartier (sans climatiseur) | 85,5 |
| Enguela (1 chambre climatisée) | 131,6 |
| Plateau (climatisé toute l'année) | 397,4 |

Bureaux Administratifs

| | |
|--|-------|
| cas n°1 (complètement climatisé jours ouvrables) | 283,4 |
| cas n°2 (climatisé partiellement en permanence) | 682,4 |

Hotel en ville (complètement climatisé) 221,9

Magasin en ville (complètement climatisé jours ouvrables) 149,9

Construction à économies d'énergie existantes

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Dispensaire de Balbala* | 20,0 |
| Isotherma (climatisé toute l'année) | 100,7 |

* Complètement climatisé jours ouvrables. Le dispensaire n'est pas en pleine activité. Les résultats finaux devront être plus élevés.

Figure 14: Comparaison de la consommation annuelle d'électricité entre les bâtiments traditionnels et les nouvelles constructions économiques
Source: Equipe de contrôle de la consommation d'énergie ISERST/TP/VITA

Il convient de rappeler que la préface de la présente étude sur la conservation de l'énergie concluait:

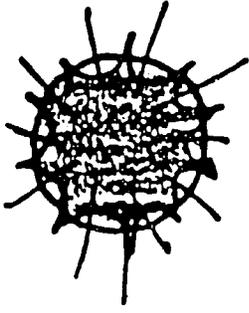
"EN REGLE GENERALE, ON CONSTATE, SUR LA BASE DES CONCLUSIONS DE LA PRESENTE ENQUETE, QU'IL Y A MOYEN DE REDUIRE DE 20 POUR CENT ET PLUS LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS LES BATIMENTS EXISTANTS ET DE PLUS DE 50 POUR CENT DANS LES BATIMENTS A VENIR.

CES REDUCTIONS PEUVENT ETRE ATTEINTES MOYENNANT UN MINIMUM DE DEPENSES ET UN AMORTISSEMENT DEPASSANT RAREMENT UN AN."

La section II synthétise les mesures nécessaires et les conclusions énumérées dans la figure 13 confirment la validité de la projection.

L'étape suivante consiste à se mettre au travail.

La section III présente diverses façons de réaliser ces travaux.



3

SECTION III

MISE EN OEUVRE DE LA CONSERVATION D'ENERGIE

CHAPITRE 9: MOTIVER LE CHANGEMENT - FACILITER LE CHANGEMENT
CHAPITRE 10: POUR CONCLURE

Previous Page Blank

CHAPITRE 9: MOTIVER LE CHANGEMENT - FACILITER LE CHANGEMENT

Contrairement à de nombreux pays dans le monde où la conservation d'énergie est un sujet souvent pris à la légère, la majorité de la population de Djibouti se sent très concernée par le problème.

Dans un pays où les tarifs d'électricité atteignent des niveaux inconnus ailleurs et sans rapport avec les revenus, la note d'électricité représente une part importante du salaire de chaque travailleur. Dans de nombreux cas, plusieurs mois de salaire sont consacrés aux factures de EDD (comparez par exemple les niveaux de revenus décrits au chapitre 3 avec les factures annuelles d'électricité de la figure 7 du chapitre 4). Il s'agit d'une motivation d'autant plus forte qu'elle se voit renforcée à l'arrivée de chaque nouvelle facture.

Sur le plan national, le pétrole importé pour faire fonctionner les centrales électriques constitue un facteur important dans la balance des paiements.

Dans de telles conditions, il ne sert à rien de perdre son temps à essayer d'attirer l'attention des gens sur ce problème, ils n'en sont déjà que trop conscients.

La première tâche à entreprendre se situe au niveau de l'éducation. Il s'agit de montrer aux gens ce qu'il est possible de réaliser au moyen des options décrites dans la section II.

Ces efforts doivent être principalement orientés vers deux catégories de bâtiments. Dans un premier temps, il convient de réaménager les bâtiments existants dans le sens d'une plus grande économie puisque ces constructions sont destinées à rester en place pour un certain temps encore. Dans un second temps, il convient de s'assurer que les nouvelles constructions, où les économies possibles dépassent de loin ce qui est envisageable dans les bâtiments actuels, soient conçues de manière à minimiser la consommation d'énergie.

Tout programme de conservation de l'énergie doit tenir compte des besoins actuels et futurs, qu'ils soient à long ou à court terme.

Etant donné le caractère nécessairement limité des ressources tant humaines que financières, l'auteur estime judicieux de définir des recommandations d'action selon certaines catégories de priorité.

Les recommandations de la PRIORITE N° 1 sont sensées avoir l'impact le plus fort en matière de réduction de la consommation d'énergie.

Les recommandations de la PRIORITE N° 2 auront un impact moins important mais seront toutefois utiles à suivre.

Les recommandations de la PRIORITE N° 3 pourront être envisagées uniquement si le temps et les ressources le permettent.

Outre la définition des priorités figure également une estimation du temps requis pour la réalisation de chaque recommandation. Le concept "à court terme" se rapporte à des actions pouvant être menées en l'espace d'un an, la notion "à moyen terme" sous-entend 2 à 3 ans et celle de "à long terme" requiert 3 à 5 ans. Ces définitions correspondent au temps nécessaire à la réalisation, non au moment propice au démarrage.

PRIORITE N° 1

COORDINATION AVEC LES AUTRES SERVICES DU GOUVERNEMENT DE DJIBOUTI:

- Création d'un Centre de contrôle et de consultation en matière d'énergie (court terme). Situé dans un bâtiment facilement accessible, le centre sera en mesure de:
 - répondre aux questions du public sur les économies d'énergie,
 - former et envoyer des contrôleurs en énergie dans certains bâtiments afin de définir des recommandations pour leur réaménagement,
 - servir de centre de documentation et de formation en matière d'énergie.

Il importe de limiter le centre à un bâtiment de manière à pouvoir traiter les problèmes des consommateurs sur place sans les faire passer d'un service à l'autre et en leur donnant des informations impartiales, c'est-à-dire sans promotion commerciale aucune.

- Réalisation d'un programme de démonstration (court terme). Les bâtiments existants de Djibouti sont destinés à rester en place pour un certain temps encore. En conséquence, le réaménagement de ces constructions aura un impact plus important sur la consommation électrique totale que tout ce que l'on pourra entreprendre au niveau des nouvelles constructions. Certes avec les années, cette situation va se renverser, mais ce n'est pas pour tout de suite. Les travaux de réaménagement peuvent être accomplis relativement vite. Etant donné que les occupants resteront plus que probablement vivre au même endroit à l'issue des travaux, les différences de style de vie n'affecteront pas l'évaluation des résultats, comme c'est parfois le cas avec les nouvelles constructions. Les dossiers de cas issus de ce programme de démonstration pourront servir de base à une campagne de sensibilisation dans les médias. L'accent devra surtout être mis sur le logement.

FORMATION:

- Octroi de certificats en conservation d'énergie aux architectes et aux autres personnes du secteur de la construction (court terme). Les personnes directement concernées par la construction doivent avoir une connaissance de base de l'activité énergétique au sein des bâtiments. Cette formation doit se limiter aux technologies énergétiques appliquées ou applicables à Djibouti. Le certificat fera l'objet d'un examen et sera requis pour toutes les personnes participant directement à la planification ou à la supervision de la construction de bâtiments.

RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE POLITIQUE:

1. Incorporer les concepts de conservation d'énergie dans les codes et les règlements sur la construction (court terme). Dans un premier temps, cette nouvelle législation s'appliquera aux nouvelles constructions et servira de condition préalable à l'octroi d'un permis de bâtir. A longue échéance, et moyennant des contacts intensifs entre les responsables du gouvernement et les propriétaires d'immeubles, une politique de rénovation générale n'est pas à exclure.
2. Suspendre les taxes à l'importation sur les matériaux isolants et l'équipement spécialisé pour la conservation d'énergie pendant une période limitée (court terme). Le facteur prix est essentiel sur le plan de l'utilisation. Ce type d'action de soutien est particulièrement précieux pendant les premiers jours du programme de conservation d'énergie, c'est-à-dire au moment où il s'agit de le faire accepter par le grand public. Une fois le programme lancé et complètement assimilé, cette assistance spécifique peut être abandonnée. Si une réduction fiscale s'avère peu désirable, il est également possible d'envisager l'opération inverse, à savoir augmenter les taxes à l'importation sur les appareils à faible taux de rendement énergétique, ou bien de combiner les deux approches.
3. Susciter une certaine responsabilité auprès des consommateurs qui ne paient pas la facture d'électricité (court terme). Il existe de nombreux cas où la personne qui consomme l'électricité ne paie pas la note. Ceci s'applique tout particulièrement aux agences gouvernementales (étrangères ou nationales), aux écoles et aux autres institutions publiques, etc. Plutôt que de payer la facture d'électricité sur la base d'un fonds commun, comme c'est le cas aujourd'hui, chaque entité devrait inclure la facture d'électricité dans son budget propre. De cette manière, les économies réalisées permettront d'affecter ces sommes à d'autres rubriques du budget de chaque entité.

INNOVATIONS AU NIVEAU DES CONCEPTIONS, DES TECHNIQUES ET DE L'INFORMATION:

1. Médias (RTD, La Nation):

L'ensemble des techniques modernes des médias peut servir à assurer l'information du public. Des rubriques régulières telles qu'un "volet énergie" dans La Nation ou des émissions sur RTD peuvent être combinées avec des reportages sur les économies réalisées par certains consommateurs. Des émissions montrant les travaux en cours et les réactions des familles suite aux économies d'électricité auront plus d'impact que les discussions techniques.

2. Rôle de EDD:

Dans de nombreux pays, la compagnie d'électricité joue un rôle capital dans l'initiation de ses clients à la conservation de l'énergie. Souvent, ces compagnies donnent des conseils sous forme de message imprimés directement sur la facture ou sur une feuille volante jointe à cette dernière. Différents sujets sont abordés en termes simples au cours de l'année; figure également un numéro de téléphone où il est possible d'obtenir des renseignements complémentaires. De fait, le meilleur moment pour sensibiliser le consommateur aux économies d'énergie est bien lors de la réception de la facture. La figure 15 illustre ce type de feuille volante destinée au grand public.

En plus de son rôle sur le plan de l'information, les compagnies d'électricité peuvent également intervenir sur le plan financier. Dans certains pays, le coût des travaux destinés à garantir un meilleur rendement énergétique sont pris en charge par la compagnie qui récupère son prêt après un certain temps sur la base des économies générées par ces travaux d'amélioration. Ce faisant, le consommateur ne doit rien dépenser et bénéficie des économies réalisées une fois que le prêt a été remboursé. Dans le cadre de ce genre de programmes, la compagnie d'électricité effectue le contrôle initial de la consommation, définit les recommandations et supervise les travaux de rénovation.

3. Exposition ouverte au grand public dans la ville:

Cette exposition devra être organisée au centre de la ville, en un endroit facilement accessible. Il s'agira d'une véritable animation avec représentations théâtrales, musée et cours pour les enfants, autrement dit une manifestation qui attire toute la famille et qui, dans le même temps, sert d'outil pédagogique. La figure 16 présente un projet d'aménagement pour ce centre d'exposition.

4. Grand concours national sur l'énergie:

Il pourra être organisé au sein des écoles ou être ouvert au grand public via les médias. Les prix récompenseront les meilleures suggestions pour réduire la consommation électrique. Les diverses campagnes publicitaires qui entoureront le concours, présentent déjà des solutions toute faites.

5. Le rôle des écoles:

L'objectif de la présente recommandation sera d'inclure les problèmes énergétiques de Djibouti, ainsi que les solutions envisageables, dans les programmes pédagogiques de base des écoles, en particulier au niveau du lycée. Il convient de fournir aux professeurs le matériel pédagogique prévu à cet effet, y compris les documents audio-visuels.

6. Conception, construction et supervision de bâtiments performants au titre de prototypes:

A ce niveau, il conviendrait de construire 5 à 10 bâtiments modèles dans différents secteurs, de telle façon que les résultats puissent être observés directement par le plus grand nombre possible. La planification de ces unités, leur construction et les commentaires des ménages qui les occuperont doivent être mentionnés dans les médias. La couverture par ces derniers stimulera la propagation des techniques de conservation de l'énergie au niveau des nouvelles constructions ainsi que le réaménagement des structures existantes. Une supervision détaillée de la consommation d'énergie est indispensable.

RECHERCHE APPLIQUEE:

1. Analyser et expérimenter le meilleur usage possible des matériaux et des techniques actuellement disponibles:

Il est indispensable de créer un centre d'évaluation capable de tester en toute impartialité les produits disponibles sur le marché et de les classer en fonction de leurs performances. Ce genre de travail s'appliquera aux différents types d'isolation, aux réfrigérateurs et aux climatiseurs, aux installations d'éclairage ainsi qu'à de nombreux autres matériaux de construction.

Ce classement comprendra notamment:

- l'efficacité des différentes sources de lumière
- le taux de rendement énergétique des réfrigérateurs et des climatiseurs
- le rendement des matériaux isolants.

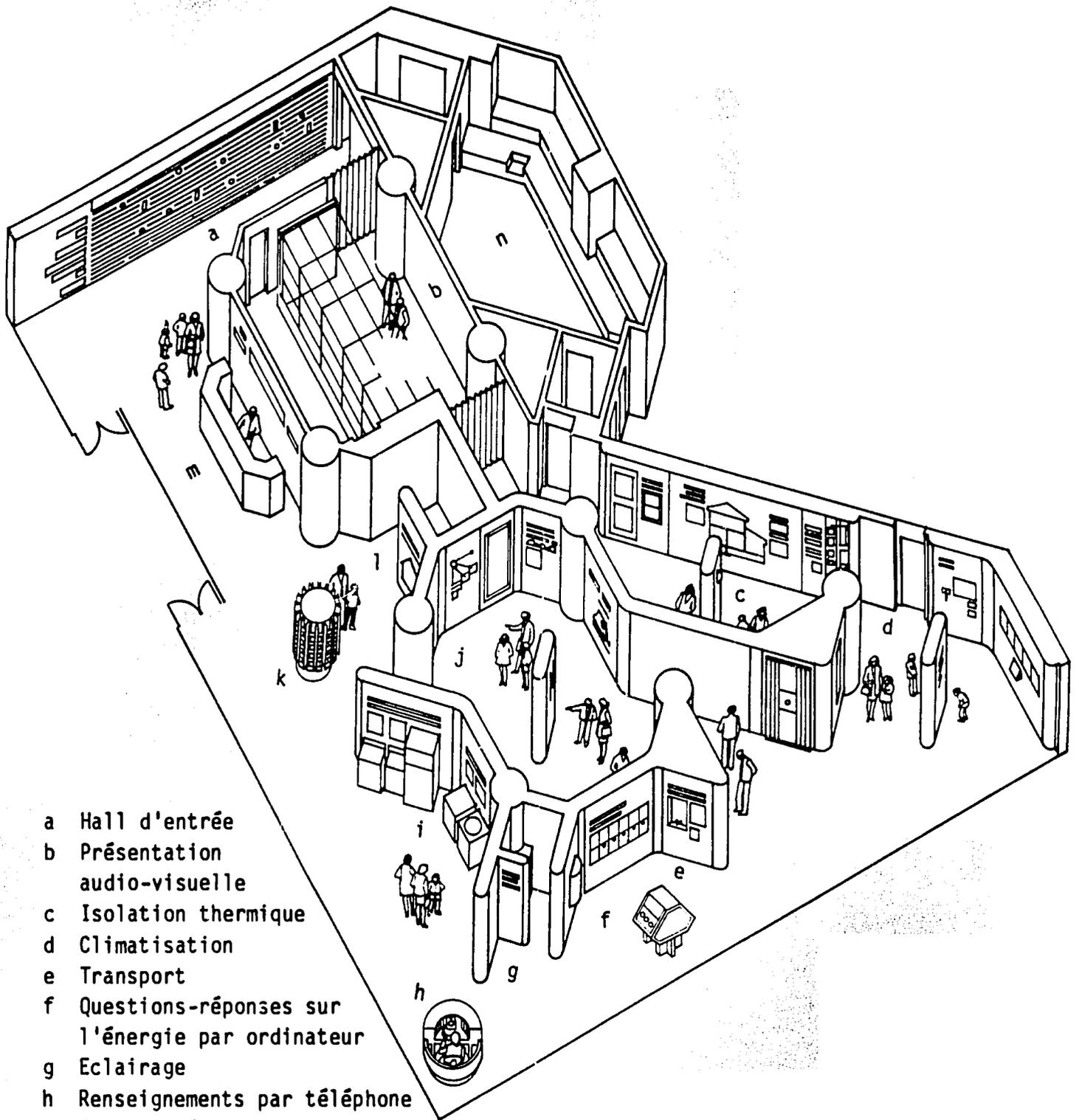
mickey mouse *et* goofy

DECOUVRENT
L'ENERGIE



Figure 15: Feuillet sur la conservation de l'énergie distribué par une compagnie d'électricité

Source: Consolidated Edison Conservation Center



- a Hall d'entrée
- b Présentation audio-visuelle
- c Isolation thermique
- d Climatisation
- e Transport
- f Questions-réponses sur l'énergie par ordinateur
- g Eclairage
- h Renseignements par téléphone
- i Electro-ménager
- j Recherche et développement
- k Publications
- l Contrôle de la consommation énergétique domestique
- m Information
- n Salle de réunion

Figure 16: Aménagement du Centre d'information sur l'énergie
 Source: Consolidated Edison Conservation Center

Le chapitre 20 des normes fondamentals de l'ASHRAE peut servir de guide à cet égard. Par essence, le centre d'évaluation se devra d'être totalement impartial et de résister, comme l'ont fait certains pays, aux pressions commerciales qui ne manqueront pas de se faire sentir. En publiant les résultats de ses travaux, le centre mettra l'accent sur les aspects économiques de ses conclusions et déterminera ainsi les solutions les plus intéressantes sur le plan de la conservation de l'énergie.

2. Analyse des mesures prises dans ce domaine par d'autres pays situés dans la même zone climatique:

D'autres pays chauds développent également des solutions à des problèmes qui se rapprochent très fort de ceux de Djibouti, et cela mérite notre attention. Il convient d'établir et de maintenir des contacts permanents avec ces pays afin de suivre les derniers développements et d'ainsi faire profiter Djibouti des réalisations de l'étranger. Ce faisant, il sera également possible d'éviter qu'un temps précieux soit accordé à des problèmes qui ont déjà été résolus de manière satisfaisante ailleurs.

3. Envisager la mise au point et la fabrication de réfrigérateurs à l'énergie solaire:

Voir page 27.

PRIORITE N° 2

FINANCEMENT:

1. Prévoir des prêts à intérêt minimal ou des dons pour financer les travaux de réaménagement (court terme):

Bien que les avantages d'un climatiseur performant ou des travaux d'isolation ne soient plus à démontrer et que l'amortissement au niveau de la facture d'électricité soit des plus rapides, les ménages ne disposent pas toujours des fonds nécessaires et dans ce cas, ils sont pour ainsi dire condamnés à payer des notes élevées.

Une source de financement susceptible de combler cette lacune permettrait de mettre en place un programme à grande échelle pour la conservation de l'énergie. Un plan de financement autonome, prévoyant le remboursement des prêts sur la base des économies d'énergie, peut être mis en place au départ de sources diverses. Il convient d'étudier très sérieusement la question dans le cadre de la campagne nationale pour l'énergie.

2. Créer une agence gouvernementale chargée des travaux de réaménagement:

Au réaménagement des bâtiments par des entreprises privées, il est possible de substituer un organisme public qui se chargera d'étudier les structures existantes et d'entreprendre les mesures correctives sans frais directs pour le consommateur. En fait, cet organisme pourrait devenir un service public reconnu, semblable aux autres services fournis par l'Etat. Le coût des travaux et leur gestion seraient financés soit à l'aide des revenus généraux, soit au départ des économies d'électricité réalisées grâce à ces travaux.

RECHERCHE APPLIQUEE:

1. Etudier les constructions pré-fabriquées:

Outre un coût de construction relativement bas, le recours aux matériaux pré-fabriqués se traduit également par un niveau de qualité plus élevé sur le plan de la conception et de la construction des bâtiments. En fait, il est possible de fabriquer des prototypes en masse et de les substituer aux logements actuels dont la qualité laisse à désirer.

FORMATION:

1. Organiser des séminaires à Djibouti avec des experts des pays en développement:

En plus de l'examen imposé aux personnes employées dans le secteur de la construction, dont il a été question dans la priorité n° 1, il convient de prévoir un programme continu de perfectionnement, organisé annuellement pourquoi pas, afin de permettre à chacun d'être au fait des derniers développements en matière de conservation d'énergie. Ces séminaires serviront également de forum où tous les problèmes rencontrés par le personnel sur le terrain pourront être discutés.

PRIORITE N° 3

INNOVATIONS AU NIVEAU DES CONCEPTIONS, DES TECHNIQUES ET DE L'INFORMATION:

1. Réaménager 700 logements afin de garantir un meilleur rendement énergétique:

Ces 700 logements représentent environ 5 pour cent des consommateurs inscrits au tarif II. La campagne ne pourra être lancée qu'une fois les valeurs et les possibilités clairement définies par l'intermédiaire de la priorité n° 1. Les logements sélectionnés devront être disséminés de telle manière que les travaux et les économies réalisées puissent être observés par le plus grand nombre. A l'issue de cette seconde campagne, les méthodes et les techniques applicables seront, nous l'espérons, bien rôdées et les principaux problèmes de mise en oeuvre résolus de manière satisfaisante.

RECHERCHE APPLIQUEE:

1. Mener des recherches en matière d'énergie:

Il s'agit d'un programme à long terme. Parmi les thèmes envisageables figurent:

- l'exploitation des résultats des mesures d'économie d'énergie
- la création d'installations d'essai pour les matériaux de construction et l'équipement
- l'étude des températures et de l'isolation au sol.

Une bibliothèque consacrée aux questions énergétiques ouverte au personnel travaillant dans ce domaine devrait comprendre non seulement des textes, mais aussi des bulletins d'informations comportant des renseignements sur les activités en cours, dans le domaine de l'énergie, dans les autres parties du monde connaissant des problèmes similaires à ceux auxquels fait face Djibouti.

FORMATION:

1. Formation (outre-mer) des contrôleurs en énergie et des autres spécialistes de Djibouti:

La valeur de cette formation outre-mer dépendra du choix du pays. Nombre de cours offerts à l'étranger dans ce domaine concernent des problèmes dont l'intérêt est mineur pour Djibouti: chauffage des pièces et eau chaude par exemple. De même, des cours sur les installations mécaniques liées aux problèmes que nous venons de citer ne trouveront aucune application dans les bâtiments qui n'en sont pas équipés. Par contre, les cours et les séminaires organisés dans les pays équatoriaux dotés d'un programme énergétique complet seront particulièrement précieux.

CHAPITRE 10: POUR CONCLURE

La présente étude sur les possibilités en matière de conservation de l'énergie dans les bâtiments de Djibouti n'est qu'un des aspects de l'étude globale sur la situation énergétique de Djibouti, laquelle envisage également la mise en valeur de nouvelles sources d'énergie.

Quelle que soit l'évolution future, il importe que la conservation de l'énergie relève d'un processus continu.

Réduite à l'essentiel, la conservation de l'énergie consiste à éliminer les pertes. Quelle que soit la méthode utilisée pour produire l'électricité -- générateurs au mazout ou cellules photovoltaïques -- il est insensé de la gaspiller.

Les personnes qui seront chargées de la campagne pour la conservation de l'énergie devront avoir du coeur à l'ouvrage. Tout changement important ne se fait pas sans déception, seules la détermination et la persévérance mèneront au succès. Le changement sera lent au début, mais il s'accélèrera à mesure que les résultats enregistrés seront connus du grand public. Pays après pays, les programmes de conservation d'énergie ont non seulement permis d'endiguer les hausses prévues au niveau de la consommation annuelle mais également de réduire la demande malgré une expansion démographique et industrielle continue.

BIBLIOGRAPHIE

LE PAYS:

- * Editions Delarousse République de Djibouti. Publié par Delarousse à Boulogne (France), sous l'égide de l'Office de Tourisme de Djibouti.
- * The Sheraton Guide to Djibouti. Un guide du pays destiné à l'homme d'affaires. Disponible dans les hôtels, ou auprès de Sheraton, B.P. 1924, Djibouti.
- * La Nation. Le journal hebdomadaire de Djibouti, paraît en général le Jeudi. Adresse postale du journal: B.P. 32, Djibouti.
- * Background Notes: Djibouti. United States Department of State, Bureau of Public Affairs, juin 1982.

LE CLIMAT ET L'ARCHITECTURE:

- * Dunham, D. Construire dans la région du désert maritime. Publié par VITA, Arlington, Virginie, Etats-Unis. English n°11077-BK; Français n°19077-BK; 1983.
- * Jarmul, S. The Architect's Guide to Energy Conservation. Publié par McGraw-Hill, New York, New York, Etats-Unis, 1980; et par Kajima Institute Publishing, Japon, 1981.

LA CONSOMMATION D'ENERGIE A DJIBOUTI:

- * Rapport de la Mission of Solar Energy Consultant to Djibouti, du Center for Natural Resources, Energy and Transport, Nations-Unies, New York, New York, 1978.
- * Document national présenté par Djibouti, Conférence des Nations-Unies, Nairobi (Kenya) 1981.
- * Rapport d'activité exercice 1981, le rapport bisannuel d'Electricité de Djibouti, la société d'électricité nationale.
- * Maxson, P. et Ribot, J. Projet de février 1984 du Phase I Energy Assessment Report sur les initiatives en matière d'énergie, USAID Project n°603-0013. Une publication de VITA.

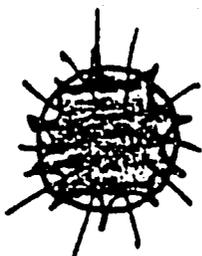
LES MESURES DE CONSERVATION, LES TECHNIQUES, ET LES COÛTS:

- * cf. Dunham, D. et Jarmul, S., op. cit.
- * Dubin, F. et Long, C. Energy Conservation Standards. New York, New York, Etats-Unis, 1979

- * ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), Atlanta, Georgie, Etats-Unis. Chacun des volumes ci-dessous est révisé en série tous les quatre ans:
 - Systems, 1980
 - Fundamentals, 1981
 - Applications, 1982
 - Equipment, 1983

- * Means, R. Building Construction Cost Data 1984. Publié par Robert Snow Means Co., Kingston, Massachussetts, Etats-Unis.

- * Khattar, M. Moisture Control in Passive Buildings in Warm, Humid Climates and Impact of Passive Cooling Strategies on Air-Conditioner Performance in Warm, Humid Climates. Publié par Florida Solar Energy Center, Cape Canaveral, Floride, Etats-Unis, 1983



APPENDICE A

GUIDE EN MATIERE DE CONTROLE DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE

REALISATION D'UN CONTROLE DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE

L'objectif du contrôle de la consommation d'énergie est de réduire la consommation d'énergie dans un bâtiment déterminé. Pour ce faire, il faut:

1. Inspecter le bâtiment afin de déterminer le niveau de consommation d'énergie, les heures de consommation et les lieux de consommation.
2. Analyser les données récoltées au cours de l'inspection du bâtiment et aboutir à des recommandations visant à réduire la consommation.
3. Préparer une analyse du coût des mesures préconisées comportant les renseignements suivants:
 - A. les travaux à effectuer
 - B. le coût de ces travaux
 - C. l'économie exacte ainsi réalisée sur le plan énergétique et partant, sur le plan financier.
4. Préparer à l'intention du propriétaire du bâtiment un rapport simple et non technique qui reprenne les éléments mentionnés ci-dessus. Le propriétaire utilisera ce plan d'action pour réduire la consommation d'énergie du bâtiment.

1ère ETAPE: INSPECTION DU BATIMENT

1. Avant de commencer la visite du bâtiment, procurez-vous une copie des factures de EDD couvrant la période des 12 derniers mois. A partir de ces factures, remplissez la fiche présentée en figure A-1. Etudiez attentivement les renseignements apparaissant sur la

| CONSOMMATION D'ELECTRICITE | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|
| Nom : | | | Compagnie : EDD | | | |
| Adresse : | | | Tarif No. : | | | |
| No. de compteur : | | | Coefficient : | | | |
| Période de consommation (1) | Puissance souscrite (2) | Energie consommée (3) | Coût total (4) | Prime fixe (5) | Prix d'énergie consommée (6) | Prix du kwh (7) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Total | | | | | | |

$$\text{Prix d'énergie consommée (6)} = \frac{\text{Coût total (4)} - \text{Prime fixe (5)}}{\text{Energie consommée (3)}}$$

$$\text{Prix d'un kwh (7)} = \frac{\text{Coût total (4)}}{\text{Energie consommée (3)}}$$

Figure A-1: Relevé de la consommation annuelle
Source: Equipe de contrôle de la consommation d'énergie ISERST/TP/VITA

53

fiche, en particulier les variations de la consommation au cours de l'année. Etant donné que vous allez procéder à votre contrôle à un moment donné, ce profil de consommation constituera un élément important à incorporer aux observations que vous ferez sur place.

2. Avant de pénétrer dans le bâtiment, faites-en le tour pour vous familiariser avec sa configuration. Prenez note de ses dimensions, de sa hauteur, du genre de matériaux utilisés et de la qualité de la réalisation.
3. Une fois dans le bâtiment, demandez au propriétaire de vous faire une rapide visite des lieux de manière à avoir une idée générale de la disposition des pièces. Par après, retournez dans les pièces qui ont particulièrement retenu votre attention. Faites un plan de la disposition générale du bâtiment.
4. Dressez un inventaire, c'est-à-dire une liste des appareils électriques tels que systèmes d'éclairage, réfrigérateurs, ventilateurs de plafond, climatiseurs, etc. ainsi que les autres appareils qui consomment une forte quantité d'énergie. Ne prenez pas en ligne de compte les ustensiles occasionnels tels que les petits appareils électro-ménagers qui ne sont utilisés que quelques minutes par jour.

En regard de chaque appareil, mentionnez la puissance électrique (c'est à dire le nombre de kilowatts nécessaires à son fonctionnement). Vous trouverez ces renseignements sur une étiquette ou sur une plaquette placée sur l'appareil. A défaut d'une telle indication, vous pouvez mesurer la puissance de l'appareil en le branchant.*

Interrogez le propriétaire pour pouvoir établir la durée d'utilisation quotidienne de chaque appareil. Renseignez-vous sur la périodicité d'utilisation des appareils pendant le jour et la nuit, pendant les week-end et en semaine, en hiver et en été. Inscrivez ces renseignements en regard de chaque appareil.

5. Notez les températures dans les différentes pièces. Si certaines de ces pièces sont climatisées, demandez au propriétaire à quel moment il fait fonctionner le système de refroidissement. Relevez les températures dans les espaces clos tels que les espaces vides sous les toits. Notez également les températures extérieures au soleil et à l'ombre au moment du contrôle.

Le lecteur trouvera une liste de l'équipement ad hoc pour effectuer les contrôles de consommation d'énergie à la fin du présent document. Référez-vous à cette liste pour tout détail sur les appareils de mesure.

6. A l'aide du microscanner, déterminez les endroits de pénétration de la chaleur, examinez les murs, plafonds et planchers.

Mentionnez également toute ouverture évidente dans les murs extérieurs permettant une infiltration de l'air chaud.

7. Si le bâtiment possède une isolation quelconque, notez le type de matériau utilisé, son épaisseur et la surface couverte. Notez tous les détails importants inhérents à la structure du bâtiment.
8. Une fois votre visite terminée et vos notes complétées, prenez quelques minutes pour vous demander qu'elles sont les mesures de conservation qui s'imposent directement à vos yeux, inscrivez-les. Plus tard, à la lumière de toutes les données, vous pourrez préciser ou modifier certaines de vos idées, mais gardez-en toujours trace.
9. Avant de quitter le bâtiment, demandez au propriétaire s'il a une idée quant aux moyens de réduire la consommation dans son bâtiment, après tout, il en est le propriétaire et le connaît mieux que personne.

2ème ETAPE: ANALYSE DES DONNEES

1. Les notes que vous avez prises au cours de l'inspection du bâtiment sont plus que probablement à l'état de brouillon. Une fois rentré au bureau, organisez-les en priorité.

Préparez un inventaire de la consommation d'énergie en établissant une liste de chaque type d'appareil, de leur puissance respective (en kilowatts) et du nombre mensuel d'heures de fonctionnement. Ce faisant vous obtiendrez la consommation totale mensuelle en kilowatt heures pour chaque catégorie d'appareil.

Reprenez le relevé EDD de consommation que vous aviez préparé auparavant (figure A-1) et analysez la consommation correspondant au mois au cours duquel vous effectués la visite du bâtiment. Les consommations totales en kilowatt heures indiquées sur votre inventaire et sur le relevé EDD doivent plus ou moins concorder. Si ce n'est pas le cas, reprenez votre inventaire et assurez-vous qu'il n'y a pas d'erreur. En cas de nécessité, retournez voir le propriétaire du bâtiment et demandez-lui s'il peut expliquer cet écart. Une fois les deux documents en accord, vous pouvez être rassuré que votre contrôle a été mené correctement.

2. Sur la base des variations mensuelles figurant en figure A-1, faites une projection de votre inventaire de manière à obtenir un profil estimatif annuel pour chaque type de consommation: éclairage, climatisation, etc.

3. Etablissez ensuite une liste au net en mentionnant:
 - A. le type de consommation
 - B. le nombre de kilowatt heures consommés annuellement pour chaque type de consommation.
4. Référez-vous à la "SECTION II: MESURES DE CONSERVATION D'ENERGIE", page 15.

Parmi les mesures suggérées, sélectionnez celles qui vous semblent les plus appropriées aux conditions particulières du bâtiment que vous vez visité.

3ème ETAPE: ELABORATION D'UNE ANALYSE DES COÛTS

1. Pour chaque mesure sélectionnée, établissez une estimation des coûts.
2. Calculez les économies réalisables avec chaque mesure, exprimez ces économies en kilowatt heures et en pourcentage de la consommation totale.
3. Sur la base du tarif au kilowatt heures mentionné sur la facutre EDD la plus récente, déterminez les économies réalisables annuellement grâce à chaque mesure. A cet égard, n'oubliez pas que la prime fixe EDD reste identique.

4ème ETAPE: PREPARATION DU RAPPORT

Un mot d'avertissement: lorsque vous vous apprêtez à rédiger votre rapport, vous aurez déjà effectué un travail considérable. Vous aurez examiné le bâtiment, analysé et préparé les données, sélectionné les mesures les plus appropriées et calculé les coûts de réalisation et d'économie.

Non seulement vous aurez réalisé ce travail, mais en raison de vos connaissances en matière d'énergie et de conservation, votre travail reflétera la formation technique que vous avez reçue pour devenir contrôleur en énergie.

N'oubliez cependant pas, lorsque vous préparez votre rapport, que le propriétaire de l'immeuble a reçu une formation toute différente. Il n'est pas au fait des processus énergétiques et n'a que faire des équations mathématiques. L'important pour lui est d'avoir une idée:

- A. des mesures qu'il convient de prendre,
- B. du coût des travaux,
- C. des économies réalisables.

En limitant votre rapport aux points cités ci-dessus, vous serez en mesure de vous faire comprendre de l'homme de la rue et, par tant ce fait, de voir vos recommandations appliquées. Si le propriétaire venait à demander des éclaircissements sur l'une ou l'autre de vos recommandations, vous pouvez toujours vous référer à votre dossier technique.

EQUIPEMENT NECESSAIRE AU CONTROLE DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE

Remarque: Dans le cadre de son travail de consultant à Djibouti, l'auteur avait emmené avec lui plusieurs appareils de contrôle de la consommation. Ce matériel a été remis à l'ISERST/VITA et peut être examiné en leurs bureaux.

Sur la base de l'expérience acquise au cours du séjour de l'auteur, le matériel énuméré ci-dessous a été réparti en deux catégories. La première liste constitue l'équipement de base de chaque contrôleur en énergie lors de ses visites dans les bâtiments. La seconde liste comprend un matériel spécialisé susceptible de n'être utilisé que dans des cas précis, encore que la plupart de ces appareils soient régulièrement utilisés dans d'autres domaines de la recherche énergétique. Les prix cités sont ceux pratiqués aux Etats-Unis.

EQUIPEMENT DE BASE DU CONTROLEUR EN ENERGIE:

Microscanner Exergen. Appareil permettant d'obtenir des mesures quantitatives (en watts/heure/par mètre carré) sur les transferts de chaleur à travers les matériaux du bâtiments. Il permet également de mesurer les différences de température entre différentes surfaces. Il s'agit d'un instrument qui fonctionne sans contact direct, c'est-à-dire qu'il peut prendre des mesures à distance sans être en contact avec le matériau sous observation. (400 \$EU/70.800 FD)

Thermomètre digital avec sonde (Weksler N° DT72C). L'échelle de graduation va de moins de 100 °C à plus de 200 °C. (185 \$EU/32.750FD)

Un thermomètre de poche permettant des lectures de températures variant entre -10°C et 110°C (Weksler n° 1R05; 2,650 Francs/Djibouti)

Luxmètre (GE N° 214, 45\$EU/8.000 FD).

Multimètre en courant alternatif destiné à mesurer les caractéristiques électriques des appareils en le branchant sur le cordon d'alimentation sans que cela nuise au fonctionnement des dits appareils. (GE Snapper-1.000, 140 \$EU/25.000 FD)

Calculatrice et lampe de poche.

Porte-papiers et valisette pour transporter l'équipement.

Papier, formulaires de contrôle et textes de référence (pour le bureau uniquement).

EQUIPEMENT COMPLEMENTAIRE:

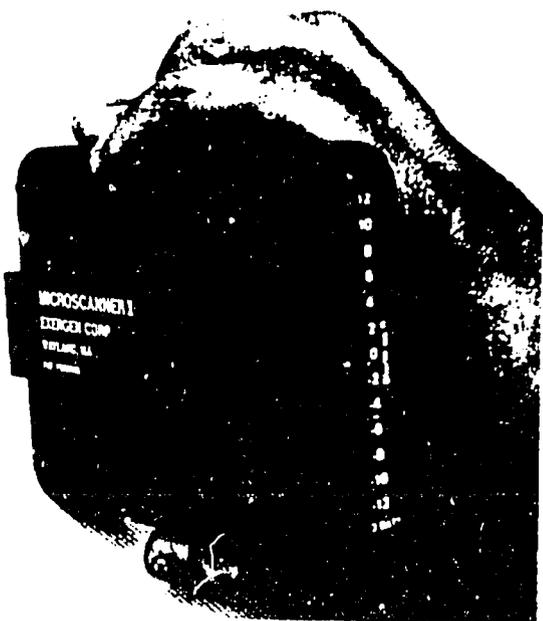
Indicateur de température et d'humidité. Activé par ressort, il fonctionne pendant une semaine. Il est gradué de 0 à 100 pour cent en humidité relative et de 0 à 50 °C en température ambiante. (Honeywell R 612x9-HT-00-00-7ML (650 \$EU/115.000 FD)

Trousse pour essais de combustion permettant de calculer le rendement de la combustion des combustibles fossiles. La trousse comprend un indicateur de CO₂, un thermomètre, un indicateur de fumée, un indicateur de la vitesse du vent, etc. (Dwyer N° 1200, 200 \$EU/35.400 FD).

Un thermomètre minima-maxima pour mesurer et enregistrer les températures les plus hautes et les plus basses pendant n'importe quelle période, les graduations vont de -50°C à 50°C. (Weksler 329 SC, 40 \$EU/7.000 FD).

Un psychromètre à suspendre pour mesurer l'humidité relative (modèle semblable à ceux des bureaux météorologiques).

Divers appareils spécifiques de mesure de la température.



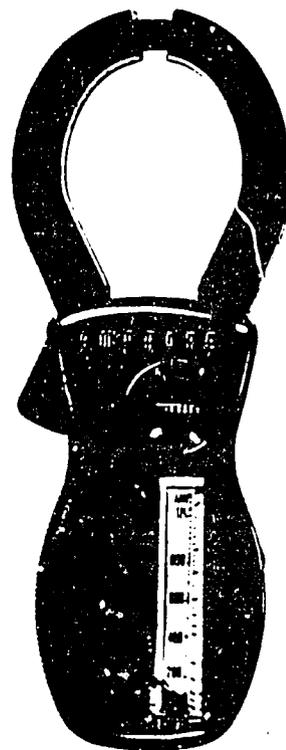
1. Microscanner



2. Thermomètre digital

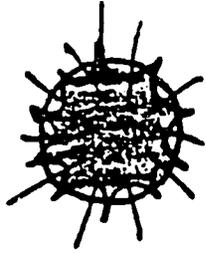


3. Luxmètre



4. Multimètre (volts, ampères, ohms)

Figure A-2: Equipement type de contrôle de la consommation d'énergie
Source: Equipe de contrôle de la consommation d'énergie ISERST/TP/VITA



APPENDICE B

CONCLUSIONS DES CONTROLES EFFECTUES DANS LES BATIMENTS REPRESENTATIFS

MAISON DANS LE QUARTIER



DATE DU CONTROLE DE LA CONSOMMATION
D'ENERGIE:

le 28 septembre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:

Maison particulière de 45,5 m². 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 de 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

CAPACITE EN KILOWATT :

Eclairage:

| | |
|--------------|---------|
| Incandescent | 0,03 KW |
| Fluorescent | 0,11 KW |

| | |
|------------------------|----------------|
| <u>Eclairage total</u> | <u>0,14 KW</u> |
|------------------------|----------------|

| | |
|---------------|---------|
| Réfrigérateur | 0,17 KW |
|---------------|---------|

| | |
|--------------------------------|----------------|
| <u>Ventilateurs de plafond</u> | <u>0,30 KW</u> |
|--------------------------------|----------------|

| | |
|-------|---------|
| TOTAL | 0,61 KW |
|-------|---------|

CONSOMMATION ANNUELLE EN KILOWATT HEURES:

Eclairage :

| | |
|--------------|---------|
| Incandescent | 112 KWH |
|--------------|---------|

| | |
|-------------|---------|
| Fluorescent | 411 KWH |
|-------------|---------|

| | |
|------------------------|----------------|
| <u>Eclairage total</u> | <u>523 KWH</u> |
|------------------------|----------------|

| | |
|-----------------|-----------|
| Réfrigérateur : | 1.458 KWH |
|-----------------|-----------|

| | |
|----------------------------------|------------------|
| <u>Ventilateurs de plafond :</u> | <u>1.959 KWH</u> |
|----------------------------------|------------------|

| | |
|-------|-----------|
| TOTAL | 3.940 KWH |
|-------|-----------|

COUT ANNUEL EN FD :

14.703 FD

40.970 FD

59.041 FD

110.714 FD

TARIF MOYEN PAYE POUR L'ELECTRICITE:

28,1 FD/KWH

CONSOMMATION ANNUELLE D'ELECTRICITE PAR SUPERFICIE DES PIECES:

86,5 KWH/an/mètre carré

MAISON DANS LE QUARTIER

RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE CONSERVATION D'ENERGIE

ECLAIRAGE:

Description du travail:

Remplacer les tubes fluorescents par des modèles plus performants

Devis pour ce travail: 950 FD*

Economies annuelles prévues: 162 KWH à 26 FD/KWH = 4.212 FD

(NB : économies calculées à 26
FD/KWH car la prime fixe demeure
inchangée).

Période d'amortissement: 3 mois.

REFRIGERATEUR:

Description du travail:

Installer une isolation autour des parois du réfrigérateur,
conformément à la description du 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

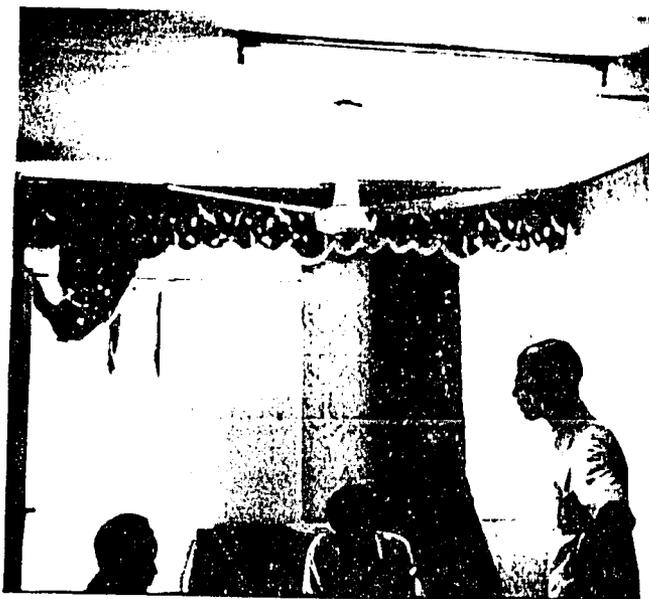
Economies annuelles prévues: 855 KWH à 26 FD/KWH = 22.230 FD

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%
à l'importation.

APPARTEMENT A ENGUELA



DATE DU CONTROLE DE LA CONSOMMATION
D'ENERGIE:
le 1er octobre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:

Appartement de 57,7 m², 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

CAPACITE EN KILOWATT:

Eclairage:

| | |
|------------------------|----------------|
| Incandescent | 0,08 KW |
| Fluorescent | 0,21 KW |
| <u>Eclairage total</u> | <u>0,29 KW</u> |

| | |
|-------------------------|---------|
| Réfrigérateur | 0,40 KW |
| Ventilateurs de plafond | 0,40 KW |
| Climatiseur | 2,05 KW |
| Divers | 0,97 KW |
| <hr/> | |

| | |
|-------|---------|
| TOTAL | 4,11 KW |
|-------|---------|

CONSOMMATION ANNUELLE EN KILOWATT HEURES:

Eclairage :

| | |
|------------------------|----------------|
| Incandescent | 140 KWH |
| Fluorescent | 368 KWH |
| <u>Eclairage total</u> | <u>508 KWH</u> |

| | | |
|---------------------------|-----------|------------------|
| Réfrigérateur : | 2.100 KWH | 18.533 FD |
| Ventilateurs de plafond : | 2.200 KWH | 76.650 FD |
| Climatiseur : | 3.635 KWH | 80.300 FD |
| Divers | 849 KWH | 132.681 FD |
| <hr/> | | <u>31.008 FD</u> |

| | | |
|-------|-----------|------------|
| TOTAL | 7.594 KWH | 277.156 FD |
|-------|-----------|------------|

TARIF MOYEN PAYE POUR L'ELECTRICITE:

36,5 FD/KWH

CONSOMMATION ANNUELLE D'ELECTRICITE PAR SUPERFICIE DES PIECES:

131,6 KWH/an/mètre carré

65

APPARTEMENT A ENGUELA

RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE CONSERVATION D'ENERGIE

ECLAIRAGE:

Description du travail:

Remplacer les ampoules incandescentes par des tubes fluorescents plus performants.

Remplacer les tubes fluorescents 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.

REFRIGERATEUR:

Description du travail:

Installer un isolement supplémentaire autour des parois du réfrigérateur, comme décrit dans 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.

Le tout conformément à la description du 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

MAISON AU PLATEAU

DATE DU CONTROLE 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

CAPACITE EN KILOWATT:

Eclairage:

Incandescent 0,92 KW

Fluorescent 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:

Eclairage :

Incandescent 6.576 KWH

Fluorescent 786 KWH

Eclairage total 7.362 KWH

Réfrigérateurs : 2.100 KWH

Ventilateurs de plafond : 300 KWH

Climatiseur : 40.861 KWH

Divers 159 KWH

TOTAL 50.782 KWH

COUT ANNUEL EN FD :

268.708 FD

760.650 FD

10.950 FD

1.491.421 FD

5.829 FD

1.853.558 FD

TARIF MOYEN PAYE POUR L'ELECTRICITE:

36,5 FD/KWH

CONSOMMATION ANNUELLE D'ELECTRICITE PAR SUPERFICIE DES PIECES:

397,4 KWH/an/mètre carré

67

MAISON AU PLATEAU

RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE CONSERVATION D'ENERGIE

ECLAIRAGE:

Description du travail:

Remplacer les lampes incandescentes par des lampes fluorescentes (cela ne signifie nécessairement pas que l'on doit avoir recours à des appareils utilisant des tubes fluorescents nus: il existe aujourd'hui des ampoules fluorescentes de remplacement qui se vissent dans les douilles de lampes).

Remplacer les tubes fluorescents 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 importantes. (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.

REFRIGERATEURS:

Description du travail:

Installer une isolation supplémentaire autour des parois du réfrigérateur, conformément à la description du 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.

CLIMATISEURS:

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 metres 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

BUREAU ADMINISTRATIF CAS NO 1



DATE DU CONTROLE 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 3m. 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

CAPACITE EN KILOWATT:

| | |
|------------------------|---------|
| Eclairage fluorescent | 0,08 KW |
| Ventilateur de plafond | 0,10 KW |
| Climatiseur | 2,33 KW |

TOTAL 2,51 KW

CONSOMMATION ANNUELLE EN KILOWATT HEURES:

| | |
|------------------------|-----------|
| Eclairage | 185 KWH |
| Ventilateur de plafond | 100 KWH |
| Climatiseur | 4.760 KWH |

TOTAL 5.045 KWH

COUT ANNUEL EN FD :

| |
|------------|
| 9.227 FD |
| 5.000 FD |
| 238.024 FD |

252,251 FD

TARIF MOYEN PAYE POUR L'ELECTRICITE:

50,0 FD/KWH

CONSOMMATION ANNUELLE D'ELECTRICITE PAR SUPERFICIE DES PIECES:

283,4 KWH/an/mètre carré

BUREAU ADMINISTRATIF CAS NO 1

RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE CONSERVATION D'ENERGIE

ECLAIRAGE:

Description du travail:

Remplacer les tubes fluorescents 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 conformément à la description du 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

BUREAU ADMINISTRATIF CAS NO 2

DATE DU CONTROLE DE LA CONSOMMATION
D'ENERGIE:

le 4 octobre 1983



DESCRIPTION DU BATIMENT:

Bureau administratif de 40 m², 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 fonctionne en permanence, nuit et jour, pour protéger les pellicules photocalques des effets de la température.

CONSOMMATION D'ELECTRICITE ACTUELLE

CAPACITE EN KILOWATT:

| | |
|-----------------|-----------------|
| Eclairage : | |
| Incandescent | 0,52 KW |
| Fluorescent | 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:

| | |
|-----------------|-------------------|
| Eclairage : | |
| Incandescent | 636 KWH |
| Fluorescent | 480 KWH |
| Eclairage total | 1.116 KWH |
| Climatiseurs | 25.704 KWH |
| Divers | 475 KWH |
| TOTAL | 27.295 KWH |

COUT ANNUEL EN FD :

| |
|---------------------|
| 55.800 FD |
| 1.285.200 FD |
| 23.735 FD |
| 1.364.735 FD |

TARIF MOYEN PAYE POUR L'ELECTRICITE:
50,0 FD/KWH

CONSOMMATION ANNUELLE D'ELECTRICITE PAR SUPERFICIE DES PIECES:
682,4 KWH/an/mètre carré

BUREAU ADMINISTRATIF CAS NO 2

RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE CONSERVATION D'ENERGIE

ECLAIRAGE:

Description du travail:

Remplacer les ampoules incandescentes par des tubes fluorescents plus performants.

Remplacer les tubes fluorescents 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 conformément à la description du 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 fonctionner un climatiseur en permanence pour protéger les pellicules photocalques; acheter un réfrigérateur et conserver les pellicules dans celui-ci. Son fonctionnement coûte moins cher et permettra de 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

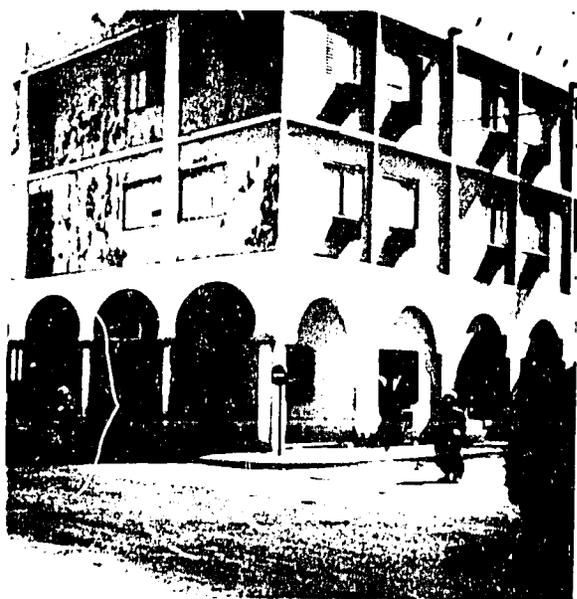
Economies annuelles prévues: 23.205 KWH à 44 FD/KWH = 1.021.020 FD

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.

HOTEL EN VILLE



DATE DU CONTROLE DE LA CONSOMMATION
D'ENERGIE:

le 8 octobre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:

Hôtel de 44 chambres, 3 étages, superficie totale de 1.300 m² (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

CAPACITE EN KILOWATT:

| | |
|------------------------|------------------|
| Eclairage : | |
| Incandescent | 15.11 KW |
| Fluorescent | 0,47 KW |
| <u>Eclairage total</u> | <u>15,58 KW</u> |
| Climatiseurs | 93,00 KW |
| <u>TOTAL</u> | <u>108,58 KW</u> |

CONSOMMATION ANNUELLE EN KILOWATT HEURES:

| | |
|------------------------|--------------------|
| Eclairage : | |
| Incandescent | 124.900 KWH |
| Fluorescent | 6.400 KWH |
| <u>Eclairage total</u> | <u>131.300 KWH</u> |
| Climatiseur | 157.120 KWH |
| <u>TOTAL</u> | <u>288.420 KWH</u> |

COUT ANNUEL EN FD :

6.210.490 FD
7.439.139 FD

16.649.629 FD

TARIF MOYEN PAYE POUR L'ELECTRICITE:

47.3 FD/KWH

CONSOMMATION ANNUELLE D'ELECTRICITE PAR SUPERFICIE DES PIECES:

221,9 KWH/an/mètre carré

HOTEL EN VILLE

RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE CONSERVATION D'ENERGIE

ECLAIRAGE:

Description du travail:

Remplacer les ampoules incandescentes par des tubes fluorescents plus performants.

Remplacer les tubes fluorescents 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 adjacentes 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: 2.780.000 FD

Economies annuelles prévues: 171.900 KWH à 45 FD/KWH = 7.735.500 FD

Période d'amortissement globale: 4 mois

Pourcentage de réduction par rapport à la consommation actuelle d'électricité (KWH): 60 pour cent

MAGASIN EN VILLE



DATE DU CONTROLE DE LA CONSOMMATION
D'ENERGIE:
le 10 octobre 1983

DESCRIPTION DU BATIMENT:

Magasin de détail de 231,9 m², 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 général, 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

CAPACITE EN KILOWATT:

| | |
|-------------------------|----------|
| Eclairage fluorescent : | 2,75 KW |
| Climatiseur | 12,68 KW |

| | |
|-------|----------|
| TOTAL | 15,43 KW |
|-------|----------|

CONSOMMATION ANNUELLE EN KILOWATT HEURES:

| | |
|-----------------------|------------|
| Eclairage fluorescent | 6.862 KWH |
| Climatiseur | 27.890 KWH |

| | |
|-------|------------|
| TOTAL | 34.752 KWH |
|-------|------------|

COUT ANNUEL EN FD :

| |
|--------------|
| 323.922 FD |
| 1.316.438 FD |

| |
|--------------|
| 1.640.360 FD |
|--------------|

TARIF MOYEN PAYE POUR L'ELECTRICITE:

47,2 FD/KWH

CONSOMMATION ANNUELLE D'ELECTRICITE PAR SUPERFICIE DES PIECES:

149,9 KWH/an/mètre carré

MAGASIN EN VILLE

RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE CONSERVATION D'ENERGIE

ECLAIRAGE:

Description du travail:

Remplacer les tubes fluorescents 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, conformément à la description du 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 à la consommation actuelle d'électricité (KWH): 31 pour cent

CONCERNANT L'AUTEUR

Seymour Jarmul est un architecte spécialisé dans la conservation de l'énergie dans les bâtiments.

Il est l'un des cofondateurs de la "Jarmul, Brizee & Levitt, Architects and Planners" (1953 - 1978). Cette société, l'une des plus importantes aux Etats-Unis, se spécialise dans l'habitat à grande échelle et les installations médicales. Son chiffre d'affaires se monte en moyenne à 80 millions de dollars par an.

En 1973 - 1974, au début de la crise de l'énergie, Seymour Jarmul s'intéresse de plus en plus aux aspects énergétiques de la construction des immeubles; puis, en 1979, il fonde la Energy Strategies Inc., dont il est président. Il est également conseiller au New York State Energy Office dans le cadre de son programme EASI (Energy Advisory Service to Industry), consultant en énergie à la Public Development Corporation de New-York et conférencier du programme de formation des contrôleurs en énergie du New York State Energy Office.

Seymour Jarmul est l'auteur de l'ouvrage intitulé "Architect's Guide to Energy Conservation". Il est également l'inventeur d'un certain nombre de dispositifs de construction en rapport avec l'énergie.

A PROPOS DE VITA

Volunteers in Technical Assistance (VITA) est une organisation de développement international privée à but non lucratif. Elle met à la disposition des particuliers et des groupes des pays en développement toute une série d'informations et de ressources techniques destinées à promouvoir l'auto-suffisance. Parmi ces ressources figurent notamment l'évaluation des besoins et de l'appui nécessaires à la mise en oeuvre de programmes, les services de consultants sur le terrain et par correspondance et la formation dans le domaine des systèmes d'information.

VITA encourage le recours aux technologies appropriées à petite échelle, en particulier dans le domaine des énergies renouvelables.

Grâce à son centre de documentation et son réseau mondial d'experts volontaires, VITA est en mesure de répondre à des milliers de demandes chaque année. VITA publie également une revue trimestrielle et une variété de manuels et de bulletins techniques.

Pour de plus amples informations, prière de contacter VITA, P.O. Box 12438, Arlington, Virginia 22209, U.S.A.