Affaires indiennes et du Nord Canada | Indian and Northern Affairs Canada

# DOCUMENT TECHNIQUE COMPLÉMENTAIRE

CHOIX D'UN COMBUSTIBLE A CHAUFFAGE

JANVIER 1985

Canada

E78
.C2
T4314
no. 51 – 26
c. 1

# CHOIX D'UN COMBUSTIBLE À CHAUFFAGE

Table des matières

1.0 INTRODUCTION

1.1 Généralités
1.2 But
1.3 Portée

2.0 ÉVALUATION EN MATIÈRE D'UTILISATION DE COMBUSTIBLE

2.1 Collecte des données
2.2 Valeur calorifique des combustibles

3.0 BESOINS ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

3.1 Energie consacrée au chauffage, au refroidissement et à la ventilation
3.2 Energie nécessaire aux procédés commerciaux et aux applications spéciales

4.0 COMPARAISON DES COMBUSTIBLES ET ÉTABLISSEMENT DES COÛTS

4.1 Consommation annuelle de combustible
4.2 Établissement des coûts
4.3 Évaluation économique de l'utilisation de combustible

5.0 CONSIDÉRATIONS D'ORDRES NON ÉCONOMIQUES

ANNEXES

A Quantités équivalentes d'autres combustibles
B Types de combustible et valeurs calorifiques
C Facteurs d'amortissement des coûts

# CHOIX D'UN COMBUSTIBLE À CHAUFFAGE

## 1.0 INTRODUCTION

### 1.1 Généralités

Le présent document technique complémentaire sert à étoffer le document GM 10-7/51, Conception des bâtiments, et vise surtout à servir de directive aux usagers suivants:

a. les ingénieurs et technologues chargés de préparer les plans des endroits où seront dispensés les services dans les bâtiments;

b. les planificateurs des bâtiments et les architectes;

c. le personnel technique sur le terrain; et

d. les ingénieurs-conseils.

### 1.2 But

La présente publication vise à élaborer une méthode d'évaluation normalisée qui orientera le choix des combustibles les plus appropriés pour les bâtiments du Ministère.

### 1.3 Portée

La présente publication décrit chaque étape à suivre pour obtenir et évaluer tous les renseignements techniques et non techniques pertinents qui aideront les spécialistes à choisir le(s) combustible(s) le(s) plus approprié(s) pour satisfaire aux besoins énergétiques d'un bâtiment, ce choix étant basé sur les paramètres techniques établis et sur le bon jugement.

Nota: Le terme "besoin énergétique", sans inclure l'éclairage, comprend toute l'énergie nécessaire au conditionnement de l'air, à l'exploitation normale et aux besoins spéciaux, comme le chauffage de l'eau chaude la production de vapeur industrielle pour le bâtiment et l'énergie électrique.

## 2.0 ÉVALUATION EN MATIÈRE D'UTILISATION DE COMBUSTIBLE

### 2.1 Collecte des données

La première étape de l'évaluation des besoins d'un bâtiment particulier est d'entrer en contact avec tous les marchands de combustible et tous les centres d'approvisionnement de la région, afin de recueillir les renseignements suivants:

a. la description de tous les combustibles disponibles dans la région, qu'ils soient d'utilisation générale ou non, y compris le rendement calorifique commercial moyen par volume de livraison (l'Annexe A en donne quelques exemples avec des quantités équivalentes);

b. la description et le rendement calorifique commercial moyen par volume de livraison pour les autres combustibles qui pourraient être fournis ou livrés à l'emplacement désiré, mais qui ne sont pas utilisés dans la région;

c. la source d'approvisionnement et la disponibilité à long terme;

d. le coût par volume de livraison pour chaque chargement de combustible livré au bâtiment, dans des conditions normales de livraison;

e. une description distincte de la situation et des frais supplémentaires dans les cas où le prix du fournisseur n'inclut pas le coût de la livraison à cause de situations particulières, comme certaines conditions de livraison ou des endroits peu accessibles (par exemple les régions isolées);

f. les précisions et la durée prévue de la période d'emmagasinage, quand il faut stocker du combustible sur place à long terme à cause de modalités de livraison, de restrictions climatiques, etc.; et

g. dans les cas où l'on envisage d'utiliser des combustibles qui sont sur place et nécessitent une forte concentration de main-d'oeuvre (comme le charbon, le bois, la tourbe, les déchets, la biomasse, etc.), il faut obtenir les renseignements additionnels suivants:

(1) la disponibilité de la population active et sa capacité de fournir un approvisionnement ininterrompu de combustible;

(2) le taux local des salaires pour les classifications de main-d'oeuvre requises et le nombre d'employés envisagés dans chaque groupe;

(3) la valeur de l'actif courant et des coûts d'entretien des systèmes locaux existants et du matériel en ce qui concerne la récolte du combustible, le traitement, la livraison, le stockage et l'utilisation; et

(4) des observations sur les retombées sociales et économiques que pourrait avoir l'utilisation ou la non-utilisation de ces combustibles sur la vie de la collectivité.

2.2 Valeur calorifique des combustibles

On doit ensuite établir la valeur calorifique nette en comparant la valeur calorifuqe commerciale moyenne par volume de combustible (voir a et b ci-dessus) avec les valeurs officielles établies dans l'Annexe B pour chaque type, classe et qualité du combustible à l'étude. Dans chaque cas, la plus faible valeur servira à calculer la consommation de combustible.

## 3.0 BESOINS ÉNERGÉTIQUES DES BÂTIMENTS

### 3.1 Energie consacrée au chauffage, au refroidissement et à la ventilation

Il faut faire appel à des calculs techniques pour déterminer les besoins énergétiques annuels (en kilowatts) pour le chauffage, le refroidissement et la ventilation; on y arrive au moyen de méthodes techniques reconnues comme celles recommandées dans le manuel courant de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE).

Voir le document DTC-51-25 - Dispositifs de climatisation des édifices en ce qui concerne les méthodes recommandées pour l'établissement des besoins énergétiques des édifices et du type de système de chauffage, de refroidissement et de ventilation à installer.

### 3.2 Energie nécessaire aux procédés commerciaux et aux applications spéciales

On doit aussi calculer les besoins énergétiques annuels pour les procédés commerciaux et les applications spéciales, s'il y a lieu. Quand le bâtiment à l'étude exige du combustible pour le chauffage de l'eau, pour l'équipement commercial de lavage et de séchage, pour la production de vapeur industrielle, etc., il faut étudier la possibilité d'utiliser le même type de combustible qui sera finalement choisi pour le chauffage des locaux. Voici les avantages qui en résulteraient:

a. des coûts réduits de combustible par volume découlant d'une plus grande consommation (où de telles réductions sont offertes); et

b. l'utilisation d'installations communes de stockage, de livraison et de manutention, ce qui réduirait l'immobilisation initiale et les coûts réguliers de service.

## 4.0 COMPARAISON DES COMBUSTIBLES ET ÉTABLISSEMENT DES COÛTS

### 4.1 Consommation annuelle de combustible

Au moyen des demandes énergétiques calculées dans les sections 3.1 et 3.2, et des valeurs calorifiques des combustibles établies précédemment dans la section 2.2, on peut calculer la consommation annuelle pour chaque type de combustible à l'étude. Il faut procéder à ce calcul pour établir quelle est l'énergie nécessaire au conditionnement de l'air dans les bâtiments et quelle est celle consacrée aux utilisations commerciales et spéciales.

### 4.2 Etablissement des coûts

On propose de suivre les étapes suivantes pour établir les coûts du combustible:

a. Calcul du coût actuel des combustibles

On prend le coût par volume de chaque combustible (voir d, section 2.1) et l'on y ajoute tous les frais supplémentaires calculés en tenant compte des renseignements donnés aux points e et g.

Pour les projets qui consomment annuellement 50 000 kilowatts ou moins, aucun autre coût n'entre en ligne de compte, et on peut déterminer à cette étape le combustible le plus économique.

Nota: Pour des projets de cette dimension, il faudrait comparer, avant de fixer un choix de combustible, les facteurs économiques de ce choix avec les considérations non économiques présentées à la section 5.0. Pour des projets nécessitant une consommation énergétique plus élevée, passer à l'étape b.

b. Coût d'exploitation et de propriété

Pour les projets dont la consommation énergétique annuelle dépasse 50 000 kW, il faut ajouter pour chaque combustible, les coûts suivants aux coût annuels du combustible établis à l'étape a:

(1) Coûts annuels fixes de propriété

(a) Etablir l'estimation du coût total de la construction du système de production d'énergie, c'est-à-dire la chaudière ou le calorifère, l'équipement de la salle de chaudière, la cheminée, le brûlage du combustible et les installations de manutention et de stockage.

(b) Appliquer le facteur approprié d'amortissement des coûts (voir l'Annexe C) qui est requis pour amortir ce coût pendant l'espérance de vie du système sélectionné, afin d'obtenir le coût annuel fixe de propriété requis. Utiliser la même période d'amortissement pour chaque système, ainsi que les taux d'intérêt bancaire courants.

(2) Prévisions annuelles pour l'exploitation et l'entretien

Evaluer le coût annuel des facteurs suivants:

(a) les frais de main-d'oeuvre,

(b) le service d'entretien sous contrat, et

(c) le remplacement, la réparation et la lubrification des pièces.

## 4.3 Evaluation économique de l'utilisation de combustible

Grâce à l'estimation d'un coût annuel relatif au choix d'un combustible particulier par rapport à d'autres combustibles envisagés pour un projet, on établit la relation qui existe entre les combustibles qui sont les seuls à convenir au projet. La relation permet à ceux qui élaborent les plans d'évaluer rapidement la valeur économique de chaque système de combustible et de sélectionner celui qui présente les plus grands avantages économiques.

Nota: Les coûts du combustible et du service qui entrent dans les calculs peuvent varier considérablement pendant la vie utile du système. Cependant, ces coûts devraient augmenter proportionnellement l'un à l'autre, et le rapport entre les coûts des combustibles et ceux des services devraient demeurer relativement constants. On n'a pas envisagé les situations exceptionnelles créées par des implications imprévisibles dans les domaines économique, politique ou social.

## 5.0 CONSIDÉRATIONS D'ORDRES NON ÉCONOMIQUES

Dans certains projets, des facteurs locaux, sociaux ou régionaux peuvent avoir une influence considérable ou décisive dans le choix final du combustible à chauffage. Il arrive très souvent que ces facteurs ne puissent être comparés ou évalués sur une base strictement économique, comme peuvent l'être les coûts des différents combustibles.

Ces facteurs ou considérations sont généralement associés à l'application de combustible dont la production exige une forte concentration de main-d'oeuvre, comme le bois, la biomasse et le

charbon, et où l'on doit faire appel à la main-d'oeuvre locale de façon continue; de plus, ces facteurs sont liés aux grandes retombées que pourrait avoir l'utilisation ou la non-utilisation des combustibles sur le bien-être social et peut-être économique de la collectivité. Les facteurs énumérés au point g de la section 2.1 devraient maintenant être évalués, afin d'assurer que l'on tienne compte des incidences sur la collectivité.

# ÉTAPES À SUIVRE POUR

# LE CHOIX D'UN COMBUSTIBLE À CHAUFFAGE

## MARCHE À SUIVRE POUR CHOISIR UN COMBUSTIBLE À CHAUFFAGE

1. Inscrire les combustibles disponibles et leur valeur calorifique commerciale. (voir les alinéas 2.1a, 2.1b, 2.2).

2. Etablir le coût du combustible par volume livré. (voir les alinéas 2.1d, 2.1e, 2.1g).

3. Calculer les besoins énergétiques annuels du bâtiment. (voir les alinéas 3.1 et 3.2).

4. Calculer la consommation annuelle de combustible pour chaque combustible, en ayant recours aux valeurs calorifiques établies à l'étape 1 et aux besoins énergétiques établis à l'étape 3. (voir l'alinéa 4.1).

5. Calculer le coût annuel de chaque combustible, au moyen du coût par volume livré établi à l'étape 2 et de la consommation annuelle de combustible établie à l'étape 4. (voir l'alinéa 4.2a).

6. Pour des projets dont la consommation de combustible est de 50 000 kW ou moins, procéder ici à une evaluation économique et non économique pour fixer un choix de combustible. (voir le paragraphe 4.2b, 5.0).

## MARCHE À SUIVRE POUR LES PROJETS DONT LES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DÉPASSENT 50 000 kW

7. Estimer le coût total de la construction du système de production d'énergie, et appliquer le facteur d'amortissement des coûts. (voir l'alinéa 4.2b(1).

8. Evaluer les coûts annuels d'exploitation et d'entretien. (voir l'alinéa 4.2b(2).

9. Additioner au coût annuel de chaque combustible (établi à l'étape 5) les coûts de chaque combustible établis aux étapes 7 et 8.

10. Evaluer le système de combustible des points de vue économique et non économique.

CHOIX DÉFINITIF DU COMBUSTIBLE A CHAUFFAGE

QUANTITÉS ÉQUIVALENTES D'AUTRES COMBUSTIBLES

| Une tonne métrique de charbon (telle que reçue) renfermant - kilojoule par tonne | Huile combustible domestique n° 2 38 990 kilojoules par litre | Huile combustible industrielle 5 et 6 41 770 kilojoules par litre | Gaz naturel 37 260 kilojoules par litre | Propane 25 530 kilojoules par litre |
|---|---|---|---|---|
| Kilojoules | Litres | Litres | $m^3$ | Litres |
| 16 280 000 | 418 | 390 | 437 | 638 |
| 18 610 000 | 477 | 445 | 499 | 729 |
| 20 930 000 | 537 | 501 | 562 | 820 |
| 23 260 000 | 597 | 557 | 624 | 911 |
| 25 580 000 | 656 | 612 | 687 | 1002 |
| 27 910 000 | 716 | 668 | 749 | 1093 |
| 30 240 000 | 776 | 724 | 812 | 1184 |
| 32 560 000 | 835 | 780 | 874 | 1275 |

## TYPE DE COMBUSTIBLE ET VALEURS CALORIFIQUES

| | |
|---|---|
| Electricité | 1 KWH = 3 600 KJ |
| Gaz naturel | 37,26 KJ/L |
| Propane | 25 530 KJ/L |
| Huile combustible n° 2 | 38 990 KJ/L |
| Huile combustible n° 1 (Arctique) | 37 830 KJ/L |
| Huile combustible 5 B (Fuel lourd) | 42 700 KJ/L |
| Charbon (Lignite) | 16 280 - (17 440) 18 610 KJ/Kg |
| Charbon (Bitume de haute qualité) | 30 240 - (32 560) 34 890 KJ/Kg |
| Bois (bien-sec, séché à l'air) 15 à 25% d'humidité | 14 890 KJ/Kg |
| Bois (séché au four) 8% d'humidité | 19 770 KJ/Kg |

### Valeur calorifique des bois sélectionnés

| Espèces | Valeur calorifique brute par corde[1] séchée à l'air (kilojoules) |
|---|---|
| Erable à sucre | 30 595 000 |
| Frêne vert | 26 375 000 |
| Bouleau | 25 320 000 |
| Peuplier du Canada | 16 880 000 |
| Sapin de Douglas | 21 100 000 |
| Pruche de l'Ouest | 21 100 000 |
| Mélèze occidental | 23 210 000 |
| Pin Ponderosa | 18 990 000 |
| Pin occidental | 17 935 000 |
| Cèdre rouge | 15 825 000 |
| Epinette | 15 825 000 |
| Orme | 24 265 000 |
| Tremble | 17 935 000 |

[1] Une corde normale équivaut à une pile de grumes de 1,219 m de long empilées sur une hauteur de 1,219 m et sur une longueur de 2,438 m, et qui occupe un espace de 3,62 $m^3$.

## FACTEURS D'AMORTISSEMENT DES COÛTS

Taux de rendement ou taux d'intérêt (%)

| Années | 3.5 | 4.5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 0.52640 | 0.53400 | 0.54544 | 0.56077 | 0.57619 | 0.59170 | 0.61512 | 0.65455 | 0.69444 | 0.73478 |
| 4 | .27225 | .27874 | .28859 | .30192 | .31547 | .32923 | .35027 | .38629 | .42344 | .46163 |
| 6 | .18767 | .19388 | .20336 | .21632 | .22961 | .24323 | .26424 | .30071 | .33882 | .37839 |
| 8 | .14548 | .15161 | .16104 | .17401 | .18744 | .20130 | .22285 | .26061 | .30040 | .34192 |
| 10 | .12024 | .12638 | .13587 | .14903 | .16275 | .17698 | .19925 | .23852 | .28007 | .32346 |
| 12 | 0.10348 | 0.10967 | 0.11928 | 0.13270 | 0.14676 | 0.16144 | 0.18448 | 0.22526 | 0.26845 | 0.31345 |
| 14 | .09157 | .09782 | .10758 | .12130 | .13575 | .15087 | .17469 | .21689 | .26150 | .30782 |
| 16 | .08268 | .08902 | .09895 | .11298 | .12782 | .14339 | .16795 | .21144 | .25724 | .30458 |
| 18 | .07582 | .08224 | .09236 | .10670 | .12183 | .13794 | .16319 | .20781 | .25458 | .30269 |
| 20 | .07036 | .07688 | .08718 | .10185 | .11746 | .13388 | .15976 | .20536 | .25292 | .30159 |
| 25 | 0.06067 | 0.06744 | 0.07823 | 0.09368 | 0.11017 | 0.12750 | 0.15470 | 0.20212 | 0.25095 | 0.30043 |
| 30 | .05437 | .06139 | .07265 | .08883 | .10608 | .12414 | .15230 | .20085 | .20531 | .30011 |
| 35 | .05000 | .05727 | .06897 | .08580 | .10369 | .12232 | .15113 | .20034 | .25010 | .30003 |
| 40 | .04683 | .05434 | .06646 | .08386 | .10226 | .12130 | .15056 | .20014 | .25006 | .30001 |