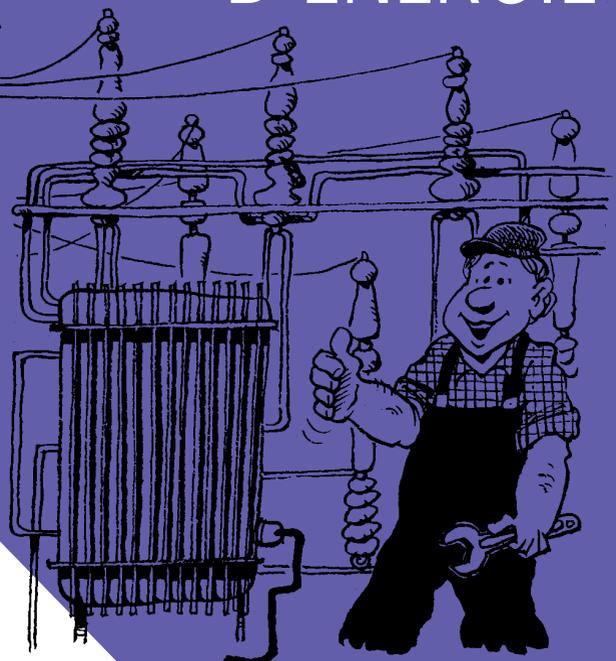


HABITAT ET ECONOMIES D'ENERGIE



DES REPONSES PRATIQUES



Habitat et économies d'énergie, des réponses pratiques

Cette brochure RAVEL s'adresse en priorité à des vendeuses et vendeurs en gros. Elle vise à leur apprendre que l'appareil qu'ils vont acheter, vendre ou installer, coûte non seulement à l'achat, mais aussi tout au long de son utilisation (eau, électricité). Ces frais d'exploitation peuvent être calculés, et un professionnel « au courant » en tiendra compte. En première utilisation, cette brochure s'adresse donc à des débutant(e)s dans le domaine de l'énergie.

Mais cette brochure peut profiter grandement aussi à des architectes, commis de régie, constructeurs, etc... qui cherchent à mieux connaître les bases des techniques qui permettent aujourd'hui d'économiser l'énergie dans les bâtiments en général, et non plus seulement dans les appareils. Pour le second public-cible, la brochure contient aussi des chapitres sur le chauffage, la ventilation, l'éclairage actif et passif, etc.

Cette brochure sert aussi de support à deux cours RAVEL, l'un destiné aux vendeuses et vendeurs, l'autre aux professionnel(le)s du bâtiment.

ISBN 3-905233-78-9

1995

N° de commande 724.386 f

HABITAT ET ECONOMIES D'ENERGIE

DES REponses PRATIQUES



Direction du projet
Chaim Nissim, Ingénieur EPFL, Versoix/GE

Préparation du projet
Chaim Nissim, Versoix/GE
Alain Gaumann, Le Lignon/GE
Charles Weinmann, Echallens/VD

Compilation et adaptation de trois textes :

- Kompetent antworten auf Energiefragen, Programme d'impulsions RAVEL, avril 1994. Réalisation: Max Kugler, ONION Unternehmensberatung, Buchs/ZH (N° de cde 724.386 d).
- Elektrische Haushaltgeräte, Programme d'impulsions RAVEL, septembre 1993. Réalisation Ernst Basler und Partner SA, Zollikon/ZH (N° de cde 724.347 d).
- Fiches-conseil électricité, Énergie 2000. Réalisation: Weinmann-Energies SA, Echallens/VD.

Traduction et adaptation
de la version française
Jean-Bernard Billeter, Genève

Dessin de la couverture
Pierre Reymond

Mise en page et composition
City Comp SA, Morges

ISBN 3-905233-78-9
Copyright © 1995 Office fédéral des questions
conjoncturelles, 3003 Berne.
Reproduction d'extraits autorisée avec indication de
la source.
Diffusion: Coordination romande du programme
d'action « Construction et énergie », EPFL-LESO,
case postale 12, 1015 Lausanne (N° de commande
724.386 f)



AVANT-PROPOS

Le programme d'action « Construction et Énergie » s'étend sur une durée de 6 ans (1990-1995) et se compose des trois programmes d'action suivants :

- PI-BAT – Entretien et Rénovation
- RAVEL – Utilisation rationnelle de l'électricité
- PACER – Énergies renouvelables

Ces programmes d'action sont menés en étroite collaboration avec l'économie, les Hautes-Écoles et la Confédération ; ils entendent promouvoir la créativité dans le domaine de l'énergie et de la construction, afin de réduire la consommation de matières premières et d'énergies non renouvelables, et de diminuer l'impact sur l'Environnement, par un engagement accru des praticiens.

Le programme RAVEL a pour objectif d'améliorer les compétences des professionnels, en vue d'une utilisation rationnelle de l'énergie électrique. Outre les aspects de la sécurité et de la production, prioritaires jusqu'à aujourd'hui, il est devenu indispensable de prendre d'avantage en compte celui de l'efficacité d'utilisation de l'électricité. Dans le cadre de ce programme, une matrice de consommation a été élaborée qui définit dans les grandes lignes les domaines à considérer. Les processus dans l'industrie, le commerce et les services sont ainsi traités parallèlement aux problèmes d'utilisation de l'électricité dans les bâtiments. Dans ce contexte, le public visé par ce programme est constitué des spécialistes de formations diverses et des décideurs, qui sont amenés à gérer des investissements en matière d'équipement et de processus.

Activités

Les activités du programme RAVEL se composent principalement de projets d'étude et de diffusion de connaissances de base, qui se traduisent par des cycles de formation et de perfectionnement, ainsi que par de l'information. Le transfert de connaissances nouvelles est orienté principalement vers la pratique. Il repose sur des publications, des cours et des manifestations diverses. Une journée d'information annuelle permet de présenter et de discuter des récents résultats et développements, ainsi que des tendances nouvelles au niveau de l'utilisation rationnelle de l'énergie.

Les personnes intéressées trouveront dans le journal « Construction et Énergie » de plus amples informations sur le vaste éventail de possibilités en matière de formation continue. Cette publication paraît deux à trois fois par année et peut être obtenue sans frais auprès du LESO-PB, EPFL, 1015 Lausanne. En outre, chaque personne participant à un cours ou à une réunion recevra une publication spécialisée à cette occasion. Ces publications peuvent aussi être commandées sans engagement auprès de l'Office Central des Imprimés et du Matériel, 3000 Berne.

Compétences

Afin de pouvoir mener à bien cet ambitieux programme de formation, un concept d'organisation et d'élaboration a été adopté. Celui-ci permet de s'assurer, en particulier, de la supervision des activités du programme par des spécialistes, ainsi que du soutien des associations professionnelles et des institutions de formation des



domaines concernés. Une commission composée de représentants des associations, écoles et organisations intéressées, définit le contenu du projet considéré et assure la coordination avec les autres activités du programme. Des organisations du domaine définissent les cours de formation continue souhaitables, alors qu'une équipe de direction de programme exerce le suivi de leur préparation (Direction de programme RAVEL: Dr. Roland Walthert, Werner Böhi, Dr. Eric Bush, Jean-Marc Chuard, Hans-Ruedi Gabathuler, Jürg Nipkow, Ruedi Spalinger, Dr. Daniel Spreng, Felix Walter, Dr. Charles Weinmann ainsi que Eric Mosimann, OFQC). L'élaboration des projets d'étude et de diffusion est pris en charge par des groupes de travail, qui sont appelés à résoudre des tâches spécifiques, dont le contenu, la durée et le coût sont définis.

Documentation

Cette brochure RAVEL s'adresse en priorité à des vendeuses et vendeurs en gros. Elle vise à leur apprendre que l'appareil qu'ils vont acheter, vendre ou installer, coûte non seulement à l'achat, mais aussi tout au long de son utilisation (eau, électricité). Ces frais d'exploitation peuvent être calculés, et un professionnel «au courant» en tiendra compte. En première utilisation, cette brochure s'adresse donc à des débutant(e)s dans le domaine de l'énergie.

Mais cette brochure peut profiter grandement aussi à des architectes, commis de régie, constructeurs, etc... qui cherchent à mieux connaître les bases des techniques qui permettent aujourd'hui

d'économiser l'énergie dans les bâtiments en général, et non plus seulement dans les appareils. Pour le second public-cible, la brochure contient aussi des chapitres sur le chauffage, la ventilation, l'éclairage actif et passif, etc.

Cette brochure sert aussi de support à deux cours RAVEL, l'un destiné aux vendeuses et vendeurs, l'autre aux professionnel(le)s du bâtiment.

Le présent document a été soigneusement élaboré et a été diffusé après une période probatoire et une évaluation dans le cadre d'un cours-pilote. Ses auteurs ont conservé toute liberté d'apprécier et de considérer, à leur gré, divers points particuliers. Ils portent dans ce sens l'entière responsabilité de leur texte. Toute insuffisance mise éventuellement en évidence lors de la diffusion de ce document fera l'objet d'une correction. L'Office fédéral des questions conjoncturelles ou le directeur du cours M. Chaim Nissim acceptent volontiers toute suggestion. Nous saisissons, à cette occasion, la chance de remercier ici toutes les personnes, dont la précieuse collaboration a permis la parution de ce document.

Office fédéral des questions
conjoncturelles
Service de la technologie

Dr. B. Hotz-Hart
Vice-directeur



SOMMAIRE

Avant-propos.....	3
1. L'énergie : notions fondamentales	7
A Qu'est-ce que l'énergie?	9
B Comment la mesure-t-on?	9
C Rendement énergétique.....	12
2. Production et consommation d'énergie en Suisse	13
A Toutes énergies.....	15
B L'énergie électrique	17
3. Consommer utilement	19
A Pourquoi économiser l'énergie?	21
B Consommer utilement, c'est limiter le gaspillage	21
C Savons-nous ce que coûtent nos appareils?	22
4. Les appareils électroménagers	25
A Consommation d'électricité d'un ménage moyen	27
B Cuisinières électriques	28
C Fours électriques	29
D Réfrigérateurs et congélateurs	30
E Lave-vaisselle	31
F Machines à laver le linge	32
G Séchoirs	35
H Chauffage électrique d'appoint	36
I Aspirateurs	36
J Les sources occultes de consommation	37
K L'achat de nouveaux appareils	38
L Comparaison détaillée du coût final d'un choix d'appareils par la méthode des annuités	39
M Quand faut-il changer d'appareil?	46
5. L'éclairage	51
A Économies d'énergie dans l'éclairage	53
B Les lampes à incandescence	56



C Les lampes halogènes	56
D Les tubes fluorescents	57
E Les ampoules économiques fluocompactes	57
F Utilisation judicieuse des différents types de lampes	60
6. Le chauffage des locaux et la production d'eau chaude	61
A Analyse thermique des bâtiments	63
B Indices énergétiques	63
C Amélioration thermique	66
7. Chiffres et tableaux	69
8. Adresses et subventions	73
9. Formulaires de calcul	77
Publications du programme d'impulsions RAVEL	83



L'ENERGIE :
NOTIONS
FONDAMENTALES

A Qu'est-ce que l'énergie ?

Quand on dit d'une personne qu'elle a beaucoup d'énergie, on entend qu'elle est capable de fournir beaucoup de travail. Pour travailler, il faut de l'énergie.

Il en va de même avec les machines. Elles ne peuvent travailler que si on leur fournit de l'énergie, par exemple sous forme

- d'essence pour les voitures
- d'électricité pour les machines à laver
- de soleil pour les plantes
- de nourriture pour les animaux et les humains

Sans énergie, les machines s'arrêtent ; sans énergie, aucune vie n'est possible.

B Comment la mesure-t-on ?

Pour des raisons pratiques et historiques, il existe plusieurs unités de mesure de l'énergie. Ainsi, on mesure habituellement l'énergie électrique en kWh (kilowatts-heure), l'énergie thermique en Joules, l'énergie contenue dans les aliments en Calories ou en Joules.

100 grammes	Calories	Joules
Beurre	760	3182
Bière	250	1047
Viande de bœuf	227	950
Carottes fraîches	40	167
Lait frais	69	289
Pain blanc	250	1047
Pâtes aux œufs	380	1591
Pommes de terre	80	335
Pommes fraîches	50	209

Fig. 1 – Valeur énergétique de quelques aliments

Pour mesurer l'énergie électrique, on utilise le kWh. C'est ainsi que les Services industriels facturent l'électricité. Le prix du kWh est de l'ordre de 20 centimes.



M./Mme/Mlle/Firme C.2	FACTURE DE CONSOMMATION					Services industriels Genève Case postale 5140 1211 GENEVE 11
	N° de référence à rappeler pour toute communication					Date de facture : 24 AOÛT 1993 Cat. : 99 335
GENEVE Concerne :						Payable au plus tard le : 28 SEPT. 1993
Renseignements importants au verso.						
Libelle	N° SIG compteur	Index precedent	Index releve	Quantite	Prix unitaire en Fr.	Montant en Fr.
PERIODE DU 16.04.93 AU 16.08.93						
ELECTRICITE TARIF ED						
CONSOMMATION EN KWH	155929	39442	39700	258	0.236	60.90
TOTAL ELECTRICITE						60.90
GAZ TARIF G/D						
CONSO MM EN KWH 1M3=10.50 KWH	101324	692	711	200	0.100	20.00
RABAIS CONJONCTUREL 10 0/0						-2.00
PRIME DE PUISSANCE 4 MOIS					4.00	16.00
TOTAL GAZ						34.00
TOTAL PERIODE						94.90
ACOMPTE FACTURE A DEDUIRE						-73.00
MONTANT A PAYER						21.90
I N F O R M A T I O N		Q U A N T I T E D E L A		Q U A N T I T E D E L A		E C A R T
S T A T I S T I Q U E		M E M E P E R I O D E D E		P E R I O D E F A C T U R E E		0 / 0
S U R V O S C O N S O M M A T I O N S		' L ' A N N E E P R E C E D E N T E				
ELECTRICITE	KWH		260		258	-1
GAZ	KWH		221		200	-10

Fig. 2 – Facture d'énergie des Services industriels



Pour calculer la consommation d'un appareil, il faut d'abord en connaître la puissance; elle est indiquée sur sa plaquette signalétique, en kilowatts ou en watts.

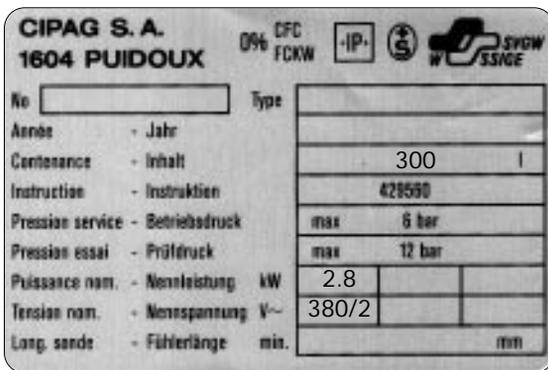
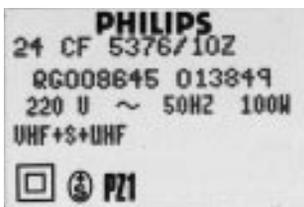


Fig. 3 – Plaquettes signalétiques d'un chauffe-eau...



... et d'un téléviseur

Lorsque la puissance est indiquée en watts, on la convertira en kW en divisant ce chiffre par 1000.

Exemple : 1000 W = 1kW, 700 W = 0,7 kW.
On multiplie ce chiffre par la durée de fonctionnement de l'appareil exprimé en heures :

$$\begin{aligned} \text{Énergie consommée [en kWh]} \\ &= \\ &\text{puissance [en kW]} \\ &\times \\ &\text{durée d'utilisation [en heures]} \end{aligned}$$

Exemples :

Le chauffe-eau électrique ci-dessus a besoin de 20 minutes pour chauffer 300 litres d'eau de 15°C à 60°C.

$$\begin{aligned} \text{Énergie [kWh]} &= \\ 2,8 \text{ kW} \times 0,33 \text{ heures} &= 0.924 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Utilisé entre 20 h et 22 h 30, le téléviseur ci-dessus consomme :

$$\text{Énergie [kWh]} = 0,1 \text{ kW} \times 2,5 \text{ heures} = 0,25 \text{ kWh}$$

Avec un kWh, on peut :

- Préparer un repas pour quatre personnes
- Faire brûler une ampoule de 100 W pendant 10 heures
- Faire brûler une ampoule de 20 W pendant 50 heures
- Regarder la télévision pendant 12 heures
- Chauffer une pièce avec un radiateur électrique pendant 40 minutes
- Rouler 1 km en voiture

Une personne au repos consomme en gros 100 W. En 24 heures, elle consommera donc 0,1kW x 24 h = 2,4 kWh, soit 8640 Joules ou environ 2000 Calories.

C Rendement énergétique

Dans d'excellentes conditions, chauffer 5 litres d'eau de 20°C à 95°C nécessite 0,43 kWh.

L'énergie effectivement consommée par une cuisinière électrique pour chauffer 5 litres d'eau dans un récipient avec couvercle est de l'ordre de 0,7 kWh. La différence (0,27 kWh) représente les pertes.

Le rendement énergétique d'une machine ou d'une installation est le rapport entre l'énergie minimale théoriquement nécessaire pour effectuer une tâche et l'énergie effectivement consommée par la machine pour effectuer cette tâche :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie consommée}}$$

Ce chiffre est toujours inférieur à 1. Une machine ne présentant aucune perte (il n'en existe pas) aurait un rendement de 1.

Exemple :

Le rendement de la cuisinière ci-dessus est de 0,43 kWh : $0,7 \text{ kWh} = 0,6$.



PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ÉNERGIE EN SUISSE

2

A L'énergie sous ses différentes formes

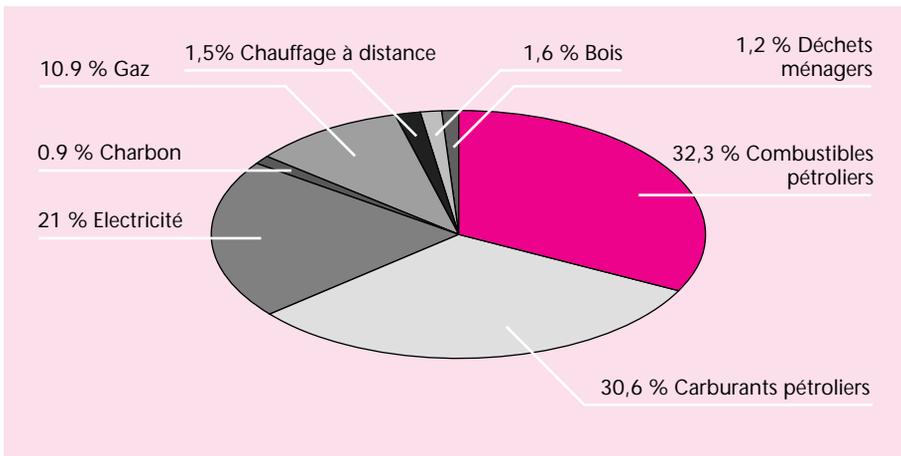


Fig. 4
Répartition de la consommation par agents énergétiques (CH 1993)
Total 225 000 GWh

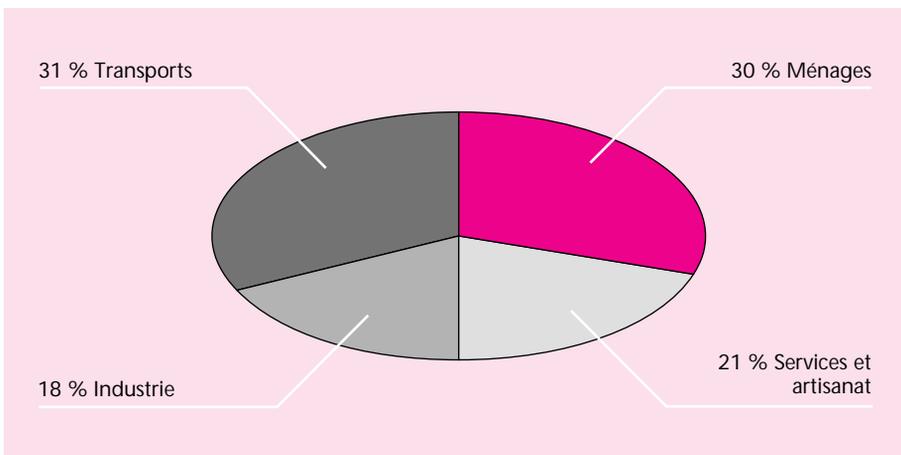


Fig. 5
Répartition de la consommation de tous les types d'énergie par secteur d'utilisation

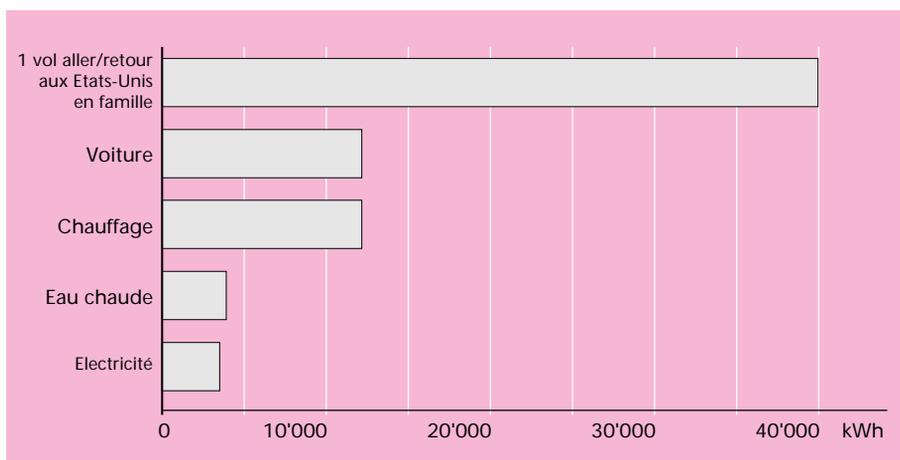


Fig. 6
Consommation annuelle typique d'une famille de 4 personnes.

habitant un 4 pièces, possédant une voiture (15 000 km/an, 8 l/100 km), ayant fait un voyage en avion aux États-Unis.

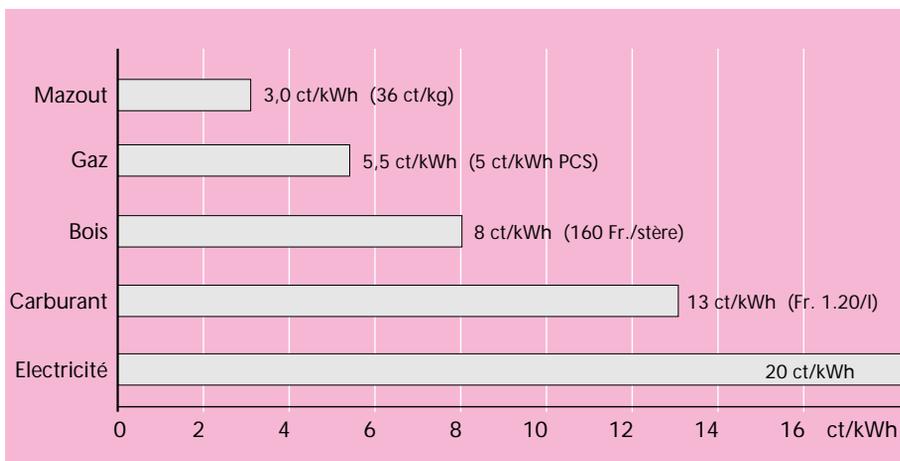


Fig. 7
Coût moyen de l'énergie finale pour le consommateur (1993)



B L'énergie électrique

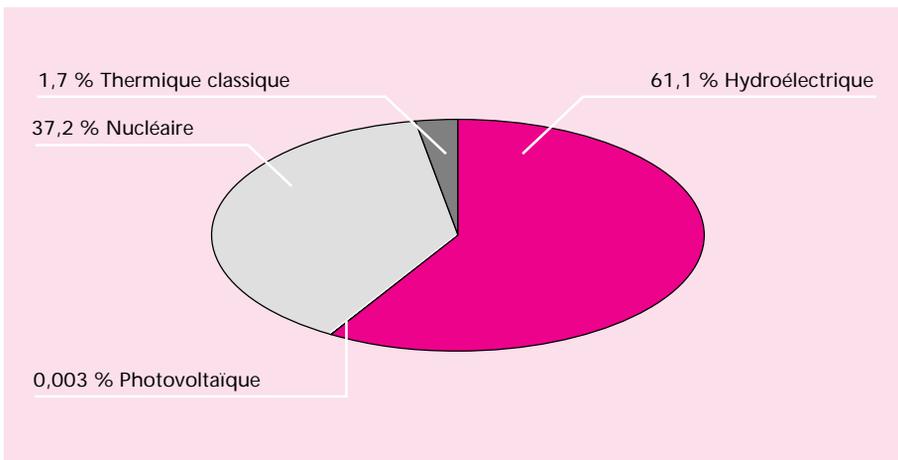


Fig. 8
La production de courant en Suisse (1993: 58 127 GWh)

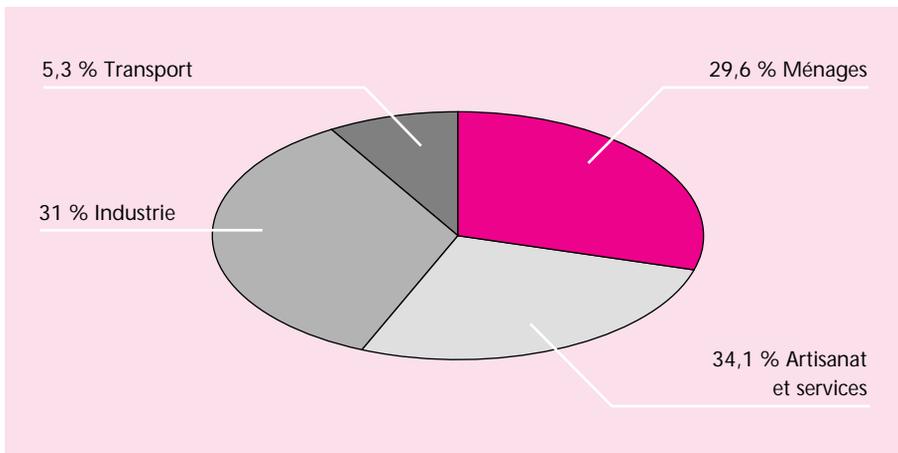


Fig. 9
Répartition de la consommation d'électricité par utilisateurs. (47 869 GWh)

Dans notre pays, la consommation moyenne d'électricité par habitant et par année est de 6850 kWh (1993).

CONSOMMER UTILEMENT

A Pourquoi économiser l'énergie ?

- Pour réduire sa facture d'énergie
- Pour ne pas user inutilement le matériel
- Pour retarder l'épuisement des ressources non renouvelables
- Pour ménager l'environnement puisque toute production d'énergie est cause de pollution
- Pour réduire notre dépendance face à l'étranger
- Parce qu'il est politiquement toujours plus difficile et économiquement toujours plus coûteux de construire de nouvelles centrales électriques

En résumé, il faut économiser pour des raisons *financières, écologiques et politiques*.

B Consommer utilement, c'est limiter le gaspillage.

Lorsqu'on évoque les économies d'énergie, l'idée qu'il va falloir se restreindre vient immédiatement à l'esprit. Il est difficile de savoir si cette crainte est justifiée. Pour le moment, en tout cas, il s'agit surtout d'arrêter de gaspiller. On a estimé que, moyennant quelques changements, il serait possible de réduire la consommation suisse d'électricité de près de 30 %, sans perte de confort.

Dans une certaine mesure, tout le monde économise l'énergie, par simple bon sens. Il ne viendrait à l'idée de personne de laisser le gaz de la cuisinière allumé entre deux repas, ni, en hiver, de laisser sa voiture tourner toute la nuit pour qu'elle démarre facilement le lendemain ! Presque tout le monde éteint la lumière en sortant, même si l'électricité consommée par deux ampoules de 100 Watt allumées pendant 4 heures coûte moins de 15 ct. Mais, au-delà de ces mesures évidentes, il existe d'autres moyens de réduire sa consommation d'énergie qui demandent un peu de réflexion et d'information.

Limiter le gaspillage, c'est *choisir et utiliser* judicieusement ses appareils.



C Savons-nous ce que coûtent réellement les appareils ?

Lorsqu'on calcule le coût réel d'un appareil sur toute sa durée de vie, on constate souvent que les dépenses d'eau et d'électricité qu'il occasionne sont supérieures à son coût d'achat. Cela est particulièrement vrai pour les anciens appareils, les nouveaux appareils étant en général plus économes.

Le prix d'achat n'est donc pas l'unique facteur à considérer lorsqu'on compare plusieurs appareils. Il faut lui ajouter leur coût d'exploitation (l'électricité et, dans les machines à laver, l'eau).

Explications :

Congélateur A :

Prix d'achat :	1 087 fr.
Consommation sur la durée de vie	591 fr.

Congélateur B :

Prix d'achat :	1 325 fr.
Consommation sur la durée de vie	1 188 fr.

Congélateur C :

Prix d'achat :	867 fr.
Consommation sur la durée de vie	1 823 fr.

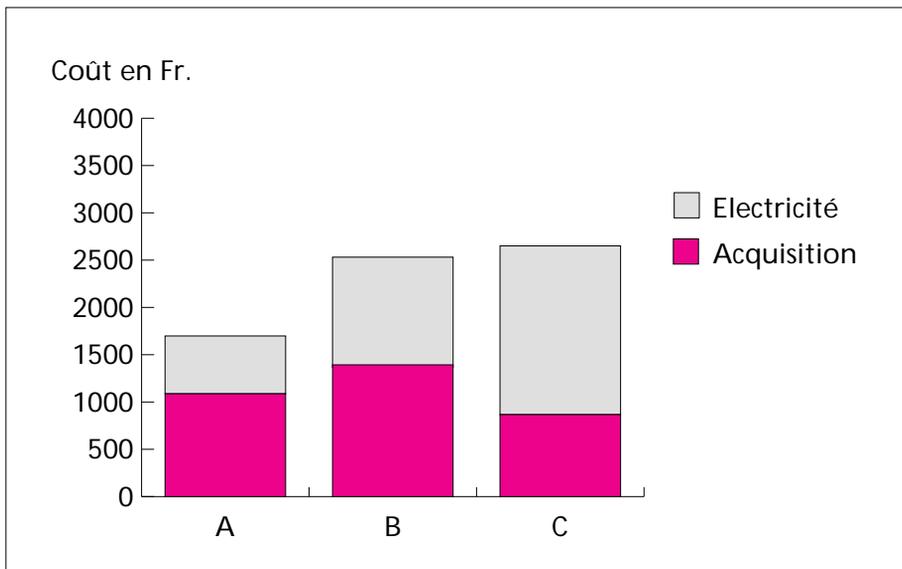


Fig. 10
Coût total de trois congélateurs bahuts d'une contenance de 250 à 350 litres



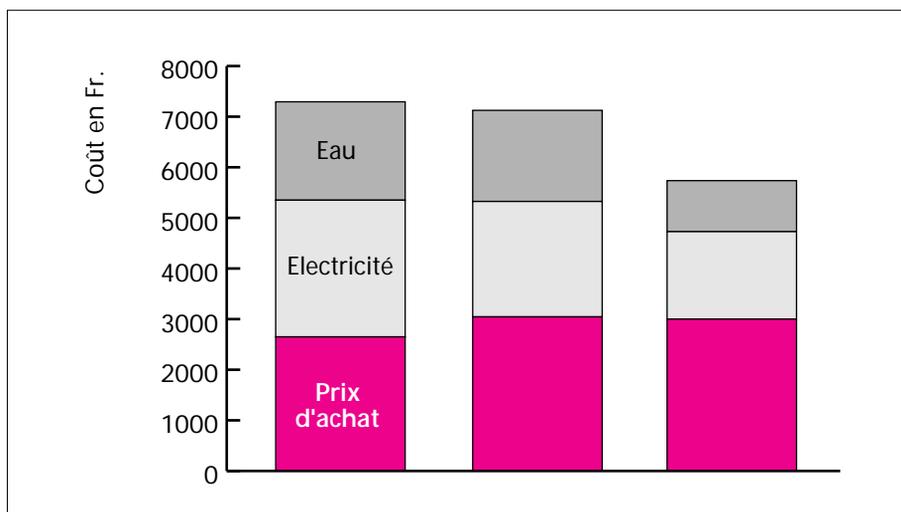


Fig. 11
Coût total de trois machines à laver

Explications :

Machine A :

Prix d'achat :	2650 fr.
Consommation annuelle d'électricité :	1125 kWh
Consomm. d'électricité sur 12 années	13 500 kWh
Coût total de l'électricité	2700 fr.
Consommation annuelle d'eau	81 m ³
Consommation d'eau sur 12 années	972 m ³
Coût total de l'eau	1944 fr.
Coût total sur 12 années	7294 fr.

Machine B :

Prix d'achat :	3045 fr.
Consommation annuelle d'électricité	950 kWh
Consomm. d'électricité sur 12 années	11 400 kWh
Coût total de l'électricité	2280 fr.
Consommation annuelle d'eau	75 m ³
Consommation d'eau sur 12 années	900 m ³
Coût total de l'eau	1800 fr.
Coût total sur 12 années	7125 fr.

Machine C :

Prix d'achat :	3000 fr.
Consommation annuelle d'électricité	720 kWh
Consommation d'électricité sur 12 années	8640 kWh
Coût total de l'électricité	1728 fr.
Consommation annuelle d'eau	41 m ³
Consommation d'eau sur 12 années	504 m ³
Coût total de l'eau	1008 fr.
Coût total sur 12 années	5796 fr.

On trouvera en 4.L une méthode plus poussée de calcul des coûts réels.



LES APPAREILS ELECTRO- MENAGERS

A Consommation annuelle d'électricité d'un ménage (exemple)

Dans les ménages qui ne sont pas chauffés à l'électricité mais dont l'eau, elle, est chauffée à l'électricité, le chauffe-eau est de loin le principal consommateur de courant.

Depuis une vingtaine d'années, les fabricants d'appareils électroménagers ont fait de gros efforts pour réduire la consommation d'eau et d'électricité de leurs appareils.

Réfrigérateur	kWh/an	450
Congélateur		450
Cuisinière/four		1000
Lave-vaisselle		400
Eclairage		350
Machine à laver		300
Séchoir		300
TV, vidéo, radio		250
Humidificateur		250
Chauffage d'appoint		200
Autres		150
Chauffe-eau (boiler)		2500
Brûleur, circulateur		400

Fig. 12 – Les principaux consommateurs

Exemple d'un fabricant

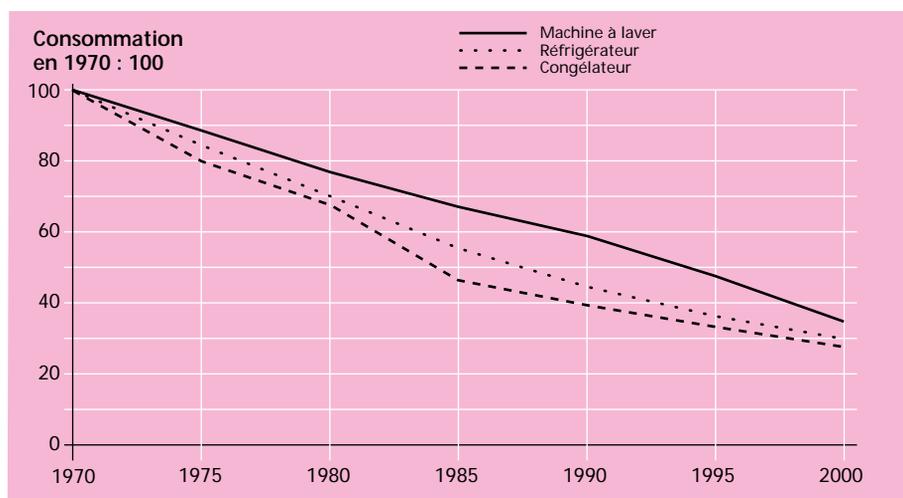


Fig. 13
Réduction de la consommation des appareils électroménagers

B Cuisinières électriques

Les mets que l'on prépare, la manière dont on les cuisine, le choix des casseroles, la fréquence à laquelle on allume et éteint les plaques, tout cela et bien d'autres facteurs encore déterminent la consommation d'une cuisinière.

Quelques conseils :

- Utiliser des casseroles dont le fond est bien plat et dont le diamètre correspond à celui de la plaque
- Dans la mesure du possible, utiliser un couvercle
- Utiliser la chaleur résiduelle des plaques
- Cuire avec une marmite à vapeur

Cuisinières à plaques

Les cuisinière à plaques de fonte sont les meilleurs marché. On préférera celles qui disposent de

plaques automatiques et de capteurs de température.

Cuisinières à plan vitrocéramique

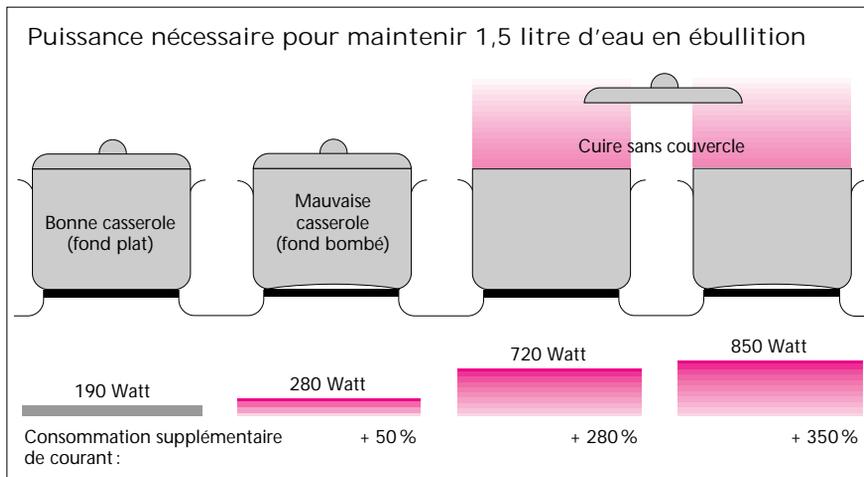
Un peu plus coûteuses à l'achat elles présentent plusieurs avantages : nettoyage aisé, il est facile de déplacer les casseroles pendant la cuisson, réglage plus précis, consomment de 5 à 10 % d'énergie de moins que les cuisinières à plaques.

Cuisinières halogènes

Equivalentes du point de vue énergétique et pratique aux cuisinières à plan vitrocéramiques classiques.

Cuisinières à induction

Elles sont d'un prix élevé et nécessitent l'emploi de casseroles en métal ferreux, mais leur rendement est meilleur puisqu'elles consomment jusqu'à 35 % moins d'énergie que les cuisinières à plaques.



Les récipients de cuisson en bon état permettent d'économiser du courant.

Fig. 14
Rôle du récipient dans la consommation d'électricité



C Fours électriques

Si possible avec circulation d'air

Un four moderne devrait disposer d'un dispositif de circulation d'air (ventilateur). Les appareils combinés comprenant un four à micro-ondes incorporé sont parmi les plus coûteux.

Il peut être judicieux de posséder un petit four annexe à micro-ondes pour décongeler les aliments ou les réchauffer.

Les accessoires du type minuterie, thermostat, etc., n'ont qu'une influence minimale sur la consommation.

Lorsqu'on a déterminé le type d'appareil souhaité, on choisira le modèle ayant la plus faible consommation.

Taille du four

Un four de volume réduit consomme moins d'énergie pour atteindre la température souhaitée et dissipe moins de chaleur par son enveloppe. Les pertes d'un petit four sont donc moindres que celles d'un grand four. C'est pourquoi certains fabricants ont prévu un dispositif permettant de réduire le volume de leurs fours de moitié, l'espace restant étant souvent suffisant. Cela permet d'économiser jusqu'à 20 % d'énergie.

Quelques conseils à l'utilisateur

Pour réduire la consommation d'énergie (en particulier dans les fours combinés) :

- Eviter de cuire de petites quantités d'aliments
- Choisir les températures de cuisson les mieux adaptées
- Maintenir le temps de préchauffage aussi court que possible
- Arrêter le four à temps
- Utiliser la chaleur résiduelle du four

Consommation de certains fours particulièrement économes (1993)

Fours conventionnels :

Chauffer à 200°C et maintenir cette température une heure : environ 0,75 kWh

Fours à air chaud :

Chauffer à 185°C et maintenir cette température une heure : environ 0,75 kWh.

D Réfrigérateurs et congélateurs

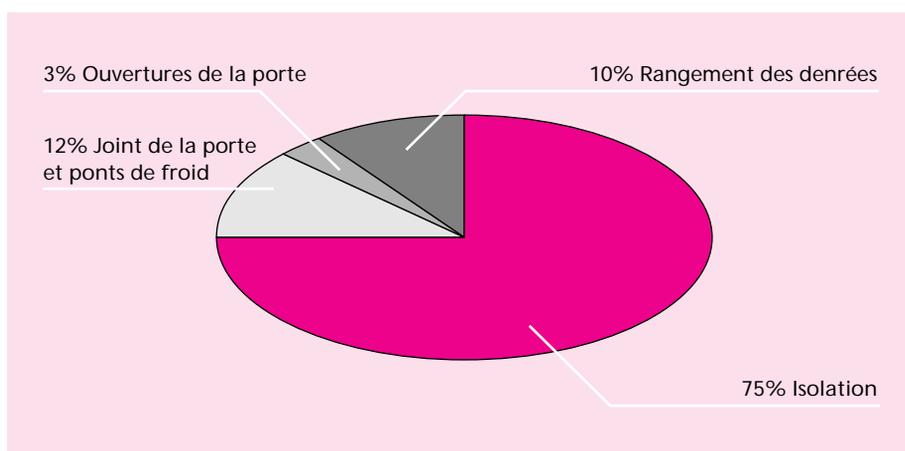


Fig. 15
Les pertes
thermiques d'un
réfrigérateur

Contenance maximum pour un réfrigérateur

1 – 2 personnes	50 – 120 litres
3 – 4 personnes	150 – 250 litres
5 personnes et plus	250 litres et plus

Contenance d'un congélateur d'appoint

Par personne: env. 50 litres dans un ménage moyen.

Les bahuts préférables aux armoires

Lors de l'achat d'un congélateur, on tiendra compte du fait que les congélateurs-bahuts consomment sensiblement moins que les congélateurs-armoires ou les combinés réfrigérateurs-congélateurs.

L'épaisseur de l'isolation est déterminante. C'est à travers les parois du congélateur que les pertes thermiques sont les plus importantes.

L'épaisseur de la couche isolante joue donc un rôle déterminant dans la consommation d'électricité. Les réfrigérateurs habituels ont une couche isolante de 2 cm, leurs compartiments congélateur de 4 cm. Dans les modèles énergétiquement économes, cette couche atteint 5 cm.

Lorsque les dimensions extérieures de l'appareil sont normalisées, les gains d'isolation se font au détriment de la contenance. C'est pourquoi les réfrigérateurs à encastrer sont souvent moins bien isolés et consomment donc plus que les appareils non encastrés.

Où installer son réfrigérateur et son congélateur ?

Plus la température ambiante est élevée, plus ces appareils consomment d'énergie. Il convient donc de les placer dans des endroits aussi frais que pos-

sible. Les congélateurs qui ne sont pas utilisés quotidiennement peuvent être installés à la cave. Dans la cuisine, on évitera d'installer ces appareils près d'un four, d'un lave-vaisselle, d'un radiateur ou d'un endroit chauffé par les rayons du soleil.

A quelle température faut-il régler l'appareil ?

On règle en général le thermostat pour que la température du réfrigérateur soit de 5°C. On trouve dans le commerce de petits thermomètres spéciaux permettant de vérifier la température.

La température minimale des congélateurs devrait être de -18°C. Lorsqu'on n'y entrepose pas de glace, on peut se contenter de -15°C. Certains appareils sont équipés d'un indicateur électronique de température.

Quelques conseils

- Le givre peut indiquer que la porte n'est pas étanche
- Contrôler l'étanchéité des joints
- Ne pas mettre de denrées chaudes ou tièdes à l'intérieur
- Ne pas obstruer les grilles d'aération
- Le remplir au moins aux 2/3 pour une utilisation rationnelle

Vérifier l'absence de CFC

comme réfrigérant ou dans l'isolation
Les réfrigérants actuels appartiennent à la classe des CFC (chlorofluorocarbones). Ces substances contribuent à la disparition de la couche d'ozone et aggravent l'effet de serre. L'industrie a mis au point des produits de substitution contenant moins de fluor et de chlore et présentant donc moins de danger pour la couche d'ozone. Toutefois, lorsque ces gaz sont libérés

dans l'atmosphère, ils renforcent l'effet de serre. On trouve déjà sur le marché des appareils utilisant des substances à base de propane et de butane moins nocives pour l'environnement. Il faudrait donc n'acheter que des appareils n'utilisant aucun CFC.

Consommation d'appareils particulièrement économiques (1993)

Réfrigérateur sans compartiment congélateur de 196 litres: 0,4 kWh/jour.

Réfrigérateur de 126 litres avec compartiment * de 7 litres: 0,6 kWh/jour.

Réfrigérateur de 240 litres avec compartiment *** de 30 l: 1,0 kWh/jour.

Combiné réfrigérateur/congélateur de 184/101 litres: 0,9 kWh/jour.

Congélateur-bahut de 259 litres: 0,55 kWh/jour.

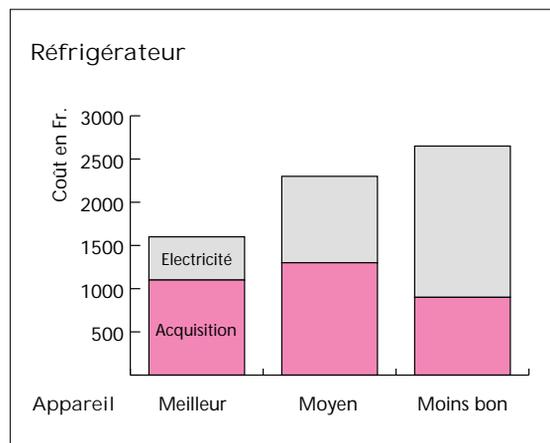


Fig. 16 – Coût total de trois réfrigérateurs sur leur durée de vie (env. 15 ans)

E Lave-vaisselle

Faut-il acheter un lave-vaisselle ?

Du point de vue énergétique, cela peut parfois se justifier. Un lave-vaisselle judicieusement utilisé consomme certes moins d'eau et d'énergie que la vaisselle effectuée (comme c'est souvent le cas) sous un jet continu d'eau chaude. Toutefois, les détergents et les produits de rinçage constituent une grosse charge polluante pour les eaux, et l'énergie employée dans la fabrication de l'appareil (énergie grise) ne sera amortie qu'en 7 ans environ (avec 3 lavages par semaine).

Taille optimale

En règle générale la consommation en eau et énergie par service est moindre dans les appareils de grande taille que dans les petits lave-vaisselle. Lorsqu'on ne les utilise que pleins, les grands appareils sont donc plus économes que les petits.

On donnera donc la préférence à un lave-vaisselle pour 10 à 14 services (de norme 55 ou 60). Les petits ménages peuvent décider d'acheter un peu plus de vaisselle pour ne pas devoir faire fonctionner la machine à mi-charge. Les petits lave-vaisselle contenant six services sont peu avantageux à l'usage.

Quelques conseils

- N'enclencher le lave-vaisselle que lorsqu'il est plein
- Utiliser systématiquement le programme économique (économie de 40 %)
- Éviter de mettre à laver de gros objets (saladiers, grosses casseroles, etc.)

Consommation de lave-vaisselle particulièrement économes (1993)

Appareil pour 12 couverts. Consommation d'un programme normal :

Consommation d'eau 20 litres

Consommation d'électricité

- appareil raccordé à l'eau froide 1,3 kWh
- appareil raccordé à l'eau chaude 0,5 kWh
- pré-chauffage de cette eau > 0,8 kWh

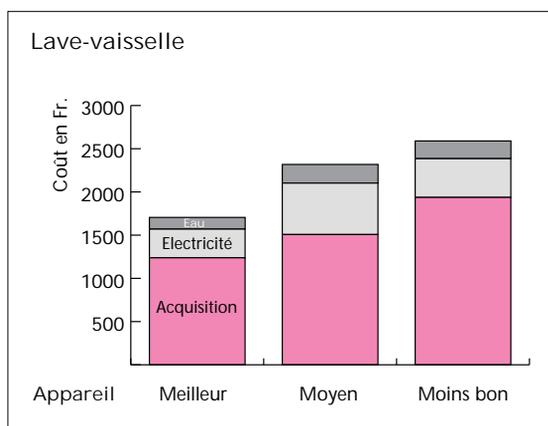


Fig. 17 – Coût total de trois lave-vaisselle sur leur durée de vie (env. 10 ans)

F Machines à laver le linge

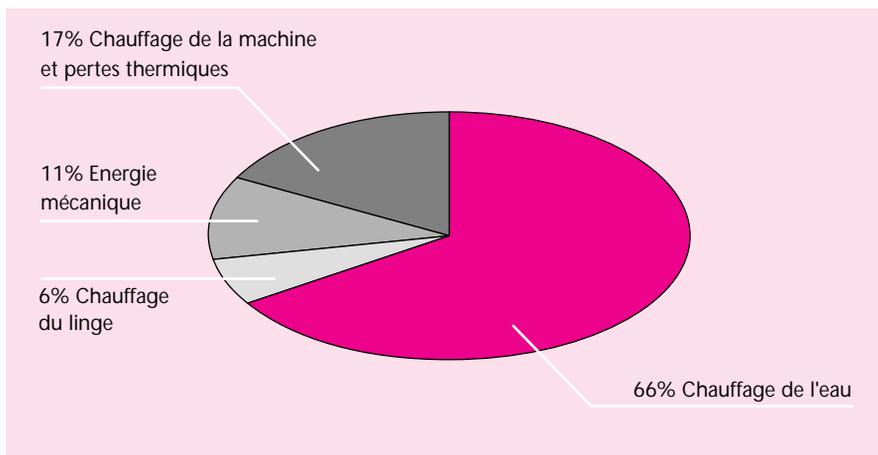


Fig. 18
Bilan énergétique
d'une machine
à laver

Aussi grande que nécessaire, aussi petite que possible

Dans les petits ménages, une machine d'une capacité de 3 à 4 kg de linge sec est en général suffisante. Lorsque plusieurs ménages utilisent la même machine, on optera pour une capacité de 4,5 à 5 kg. Lorsqu'on installe plusieurs machines, il faudrait toujours en prévoir au moins une petite.

Essorage à plus de 1000 t/min

Mieux le linge est essoré, plus il sèche rapidement à l'étendage. L'essorage est une étape importante car les sècheurs consomment beaucoup d'énergie. Remarquons que les machines pour immeuble (plus robustes) ont un régime d'essorage souvent moins élevé que les machines habituelles.

Quelques conseils

- Ne laver le linge que lorsqu'il est réellement sale
- Ne faire fonctionner la machine qu'à plein
- Choisir la température la plus basse possible
- Lorsque c'est possible, renoncer au pré-lavage
- Ne pas surcharger la machine

Consommation de machines particulièrement économes (1993)
Chargement frontal, sans raccordement à l'eau chaude, 5 kg, programme 60° C sans prélavage :

- Consommation d'électricité : env. 1,0 kWh par cycle
- Consommation d'eau : env. 60 litres par cycle
- Essorage : jusqu'à 1600 tours/minute

Chargement frontal, avec raccordement à l'eau chaude, 5 kg, programme 60°C sans prélavage :

- Consommation d'eau chaude : environ 0,65 kWh par cycle
- Consommation d'électricité : env. 0,35 kWh par cycle
- Consommation d'eau : env. 70 litres par cycle
- Essorage : jusqu'à 1600 tours/minute

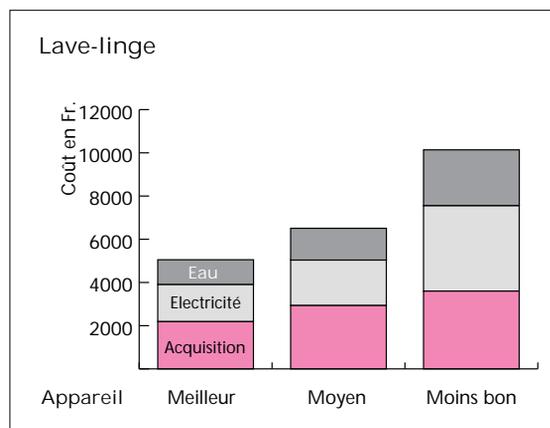


Fig. 19 – Coût total de trois machines à laver sur leur durée de vie (env. 12 ans)

G Séchoirs

Le séchage est vorace en énergie
Les séchoirs actuellement sur le marché consomment de 2 à 3 fois plus d'énergie que les machines à laver.

Pas plus grand que nécessaire
Les machines à sécher le linge ne devraient en aucun cas avoir une capacité supérieure à celle de la machine à laver. Les déshumidificateurs d'air devraient pouvoir assurer le séchage d'une lessive quotidienne.

Sécher en plein air
On donnera la préférence au séchage en plein air, surtout durant la belle saison.

Quelques conseils

- Essorer le linge au régime le plus élevé possible
- N'utiliser le séchoir qu'entièrement chargé
- Choisir une humidité résiduelle aussi élevée que possible
- Déclencher le séchoir dès que le linge est sec (utiliser judicieusement la minuterie)
- Nettoyer la filtre après chaque usage (tumbler)

Consommation de quelques dispositifs de séchage particulièrement économes (1993)

Etendage

Ventilation (sans chauffage électrique): moins de 0,1 kWh/kg de linge sec

Déshumidificateur d'air: env. 0,4 kWh/kg de linge sec

Armoire sèche-linge

Séchoir à aspiration: env. 0,9 kWh/kg de linge sec

Séchoirs

Séchoir à aspiration: env. 0,6 kWh/kg de linge sec

Séchoir à condensation d'air: env. 0,65 kWh/kg de linge sec

Séchoir à condensation d'eau: env. 0,6 kWh/kg de linge sec

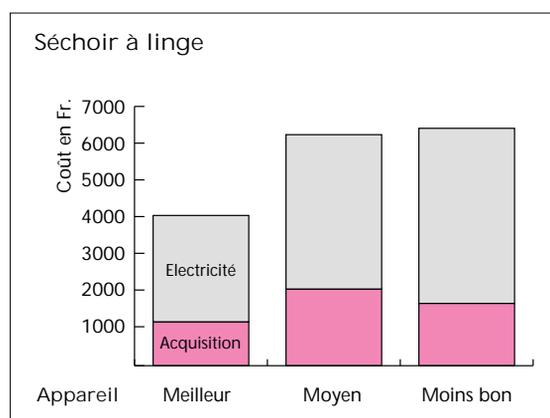


Fig. 20 – Coût total de trois séchoirs sur leur durée de vie (env. 12 ans)

H Chauffage électrique d'appoint

Utilisation occasionnelle seulement

L'utilisation d'un chauffage électrique d'appoint (radiateur électrique) peut être judicieuse si on la limite à quelques jours par années, par exemple en début et en fin de période de chauffage, quand les journées sont tempérées mais les soirées fraîches et qu'on ne souhaite chauffer qu'une pièce. Ces appareils consomment beaucoup d'électricité (env. 1,5 kWh); dans ces conditions, il ne serait pas économique de chauffer toute une maison.

En hiver, en particulier durant les journées froides (au cours desquelles le réseau électrique est déjà surchargé) on renoncera entièrement à les utiliser.

I Aspirateurs

Les petits appareils ménagers consomment en général peu d'électricité parce qu'on ne les utilise que brièvement. L'aspirateur est l'un des plus voraces (0,6 à 1,2 kW). A raison d'une heure par semaine, il consomme de 30 à 60 kWh par année.



J Les sources occultes de consommation

Mode veilleuse (stand-by)

Les appareils électroniques consomment relativement peu d'électricité. Toutefois, lorsqu'ils sont équipés d'une télécommande et qu'on les laisse en veilleuse, leur consommation cumulée devient importante.

Appareil	En fonction	En veilleuse
Téléviseur	50 – 100 W	5 – 20 W
Vidéo	30 – 50 W	10 – 15 W
Stéréo	15 – 60 W	5 – 10 W

Ainsi, un téléviseur qui reste continuellement en veilleuse alors qu'il n'est utilisé que 2 heures par jour consomme en une année entre 40 et 160 kWh.

Si on le regarde 2 heures par jour et que, autrement, on le débranche, il ne consomme en une année qu'environ 60 kWh!

Le mieux est donc de débrancher les appareils lorsqu'on ne les utilise pas. (*Attention: sur certains appareils à mémoire, les informations enregistrées sont perdues.*)

Il est aussi commun de laisser les machines à café allumées toute la journée alors qu'on ne prépare une tasse que de temps à autre. L'énergie ainsi gaspillée varie d'un modèle à l'autre mais est loin d'être négligeable puisqu'elle correspond à l'énergie nécessaire pour préparer 12 tasses de café par jour.

L'énergie grise

A côté de l'énergie qu'ils consomment directement, les ménages sont aussi à l'origine d'une consommation indirecte d'énergie. Les aliments qu'on achète ont été cultivés, emballés et transportés, les objets ont été fabriqués. Tout cela nécessite de l'énergie. Il en va de même des services qui, tous, coûtent une certaine énergie. Cette énergie consommée indirectement est ce qu'on appelle « l'énergie grise ». On ne saurait l'ignorer puisque, en moyenne, chaque habitant de la Suisse en consomme environ 48 000 kWh par année.

Appareil	Energie grise (kWh)	Consommation annuelle en kWh (famille moyenne)
Réfrigérateur 220 litres	1400	450
Congélateur-armoire	1500	450
Lave-vaisselle	1000	400
Machine à laver	1000	300
Séchoir	1000	300
Four	700	100

K L'achat de nouveaux appareils

Choisir le meilleur appareil

Il s'agit de choisir les appareils en connaissance de cause. La Banque suisse de données sur les appareils électroménagers fournit à cet égard des informations fort utiles. Vous en trouverez l'adresse en page 76.

Par ailleurs, beaucoup d'offices, de services ou de bureaux de l'énergie peuvent vous communiquer une liste d'appareils conformes à certaines spécifications (type, dimensions, etc.) classés en fonction de leur consommation. Vous en trouverez l'adresse en page 75.

Ne pas oublier les frais d'exploitation

Comme nous l'avons vu plus haut (3.C), il faut, lorsqu'on achète un appareil, tenir compte non seulement de son prix d'achat, mais aussi du coût de l'eau et de l'énergie qu'il utilisera au fil des années. Lorsqu'un appareil arrive en fin de vie, cette dernière somme se révèle souvent supérieure au prix d'achat. Ces chiffres varient beaucoup d'un modèle à l'autre.

Pour faire son choix, on peut parfois se contenter d'une première estimation (voir 3.C). Toutefois, en particulier lorsqu'on achète tout un lot d'appareils, il est indiqué de procéder à un calcul plus précis.

L Comparaison détaillée du coût final d'un choix d'appareils par la méthode des annuités

Pour calculer avec exactitude le coût total d'un appareil sur toute sa durée de vie (prix d'achat plus coût d'exploitation), on applique la méthode des annuités qui tient compte des intérêts et de l'augmentation prévisible des prix.

Exemple :

Achat d'une machine à laver pour un immeuble de 4 appartements.



Tableau comparatif d'aide au choix d'appareils ménagers. Estimation détaillée.

Rue, n°	Appartement					
Localité	Locataire					
	Type d'appareil	<i>machine à laver</i>				
<i>Ligne</i>						
1	Durée de vie probable		12 ans			
2	Intérêt		7 %			
3	Facteur d'annuité	<i>tableau 1</i>	0,126			
4	Prix actuel de l'énergie		18,3 ct/kWh			
5	Augmentation probable du prix de l'énergie		5 % par an			
6	Facteur de prix moyen	<i>tableau 2</i>	1,34			
7	Prix moyen de l'énergie		24,5 ct/kWh			
8	Prix actuel de l'eau		2,00 fr./m ³			
9	Augmentation probable du prix de l'eau		10 % par an			
10	Facteur de prix moyen	<i>tableau 2</i>	1,82 %			
11	Prix moyen de l'eau	<i>lignes 8 + 10</i>	3,64 fr./m ³			
		<i>Calcul/source</i>	Unités	Appareil n°		
				1	2	3
12	Marque	<i>Prospectus</i>		xy	ab	zz
13	Modèle	<i>Prospectus</i>		123	789	246
14	Prix d'achat	<i>Vendeur</i>	fr.	2'650	3'045	2'540
15	Electricité, consommation annuelle	<i>Prospectus 1)</i>	kWh/a	1'125	950	1'400
16	Eau, consommation annuelle	<i>Prospectus 1)</i>	m ³ /a	81	75	90
17	Amortissement et intérêts	<i>Lignes 3•14</i>	fr./a	334	384	320
18	Energie: coût annuel	<i>Ligne 7•15/100</i>	fr./a	276	233	343
19	Eau: coût annuel	<i>Lignes 11•6</i>	fr./a	295	273	328
20	Coût total par année	<i>Lignes 17 +18 +19</i>	fr./a	905	890	991
21	Evaluation écologique			+	++	-
22	Conformité aux spécifications	<i>Prospectus</i>		++	++	+
23	Qualité du service après-vente			0	0	++
24	Remarques					
25						
26						
27						
28	Priorité	<i>Décision</i>		2	1	3



Explications

Ligne 1 : Durée de vie probable

La durée de vie moyenne des appareils ménagers est la suivante (source : Banque suisse de données sur les appareils électroménagers)

Réfrigérateur	12 ans
Congélateur/armoire/bahut	15 ans
Cuisinière	15 ans
Four	15 ans
Lave-vaisselle	10 ans
Machine à laver	12 ans
Séchoir	12 ans

Ligne 2 : Calcul des intérêts

On prend comme taux d'intérêt celui que l'investisseur veut fixer à son capital. On choisit en général une valeur proche du taux hypothécaire.

Exemple : Taux hypothécaire	6,5 %
Taux de calcul des coûts	7,0 %

Durée de vie en années	Taux d'intérêt						
	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
1	1,040	1,050	1,060	1,070	1,080	1,090	1,100
2	0,530	0,538	0,545	0,553	0,561	0,568	0,576
3	0,360	0,367	0,374	0,381	0,388	0,395	0,402
4	0,275	0,282	0,289	0,295	0,302	0,309	0,315
5	0,225	0,231	0,237	0,244	0,250	0,257	0,264
6	0,191	0,197	0,203	0,210	0,216	0,223	0,230
7	0,167	0,173	0,179	0,186	0,192	0,199	0,205
8	0,149	0,155	0,161	0,167	0,174	0,181	0,187
9	0,134	0,141	0,147	0,153	0,160	0,167	0,174
10	0,123	0,130	0,136	0,142	0,149	0,156	0,163
11	0,114	0,120	0,127	0,133	0,140	0,147	0,154
12	0,107	0,113	0,119	0,126	0,133	0,140	0,147
13	0,100	0,106	0,113	0,120	0,127	0,134	0,141
14	0,095	0,101	0,108	0,114	0,121	0,128	0,136
15	0,090	0,096	0,103	0,110	0,117	0,124	0,131

Tableau 1 – Facteurs d'annuité en fonction du taux d'intérêt et de la durée probable de vie de l'appareil



Ligne 3 : Facteur d'annuité

Le facteur d'annuité indique la part du montant investi utilisée annuellement pour rembourser l'investissement et en payer les intérêts. Le facteur d'annuité se calcule à partir du taux d'intérêt et de la durée de vie probable de l'appareil.

Exemple :

Durée de vie	12 ans
Taux d'intérêt	7 % par année
Facteur d'annuité	0,126 par année

Ligne 4 : Prix actuel de l'énergie

On choisira comme prix de l'électricité (en ct par kWh) un prix mixte tenant compte des tarifs actuels: haut tarif (HT) de jour, bas tarif (BT) de nuit et, le cas échéant, tarifs de fin de semaine, d'été et d'hiver. On tiendra compte pour cela du type d'appareil: une cuisinière ne fonctionne en général qu'aux heures de haut tarif, un réfrigérateur tourne 24 heures sur 24. Le tarif en vigueur est parfois imprimé sur les factures d'électricité; autrement, se renseigner auprès des Services industriels. Dans le cas des appareils ménagers, on peut en général ignorer le coût de la puissance électrique (tarif de puissance en fr. par kW).

Exemple :

Haut tarif (HT)	20 ct/kWh
Bas tarif (BT)	10 ct/kWh
Rapport de marche HT/BT pour la machine à laver	5:1
Prix moyen de l'électricité (5x20 ct/kWh + 1x10 ct/kWh) :	= 18,3 ct/kWh

Ligne 5 : Augmentation probable du prix de l'énergie

Le coût de l'énergie augmentera probablement pendant la durée d'utilisation de l'appareil. On évalue cette augmentation à un chiffre de 1 à 2 % inférieur au taux de l'intérêt, soit environ 5 % par an.

Ligne 6 : Facteur de cours moyen (prix de l'énergie)

Pour calculer la rentabilité d'un appareil, il faut tenir compte du coût de l'énergie qu'il consommera tout au long de sa durée de vie. Or le prix de l'énergie va croissant. On multipliera donc son coût actuel par un facteur de correction appelé « facteur de cours moyen » qui dépend de la durée de vie de l'appareil, du taux d'intérêt ainsi que de l'augmentation probable du prix de l'énergie.

Augmentation annuelle probable du prix de l'énergie	Taux d'intérêt 5 %				Taux d'intérêt 7 %				Taux d'intérêt 9 %			
	Durée d'utilisation en années				Durée d'utilisation en années				Durée d'utilisation en années			
	5	10	12	15	5	10	12	15	5	10	12	15
3 %	1,09	1,17	1,20	1,24	1,09	1,16	1,19	1,23	1,09	1,16	1,18	1,22
4 %	1,12	1,23	1,27	1,34	1,12	1,22	1,26	1,32	1,12	1,21	1,25	1,30
5 %	1,15	1,30	1,35	1,45	1,15	1,29	1,34	1,42	1,15	1,28	1,33	1,40
6 %	1,19	1,36	1,44	1,56	1,19	1,35	1,42	1,53	1,18	1,34	1,40	1,50
7 %	1,22	1,44	1,53	1,69	1,22	1,42	1,51	1,65	1,22	1,41	1,49	1,61
8 %	1,26	1,52	1,63	1,82	1,25	1,50	1,61	1,78	1,25	1,48	1,58	1,73
9 %	1,29	1,60	1,74	1,97	1,29	1,58	1,71	1,92	1,29	1,56	1,68	1,86
10 %	1,33	1,69	1,86	2,14	1,33	1,66	1,82	2,07	1,32	1,64	1,78	2,00
11 %	1,37	1,78	1,98	2,32	1,36	1,75	1,93	2,24	1,36	1,72	1,89	2,16
12 %	1,41	1,88	2,11	2,52	1,40	1,85	2,06	2,42	1,40	1,81	2,01	2,33

Tableau 2 – Facteurs de cours moyen en fonction de la durée probable d'utilisation de l'appareil et de l'augmentation probable du prix de l'énergie

Exemple :
 Taux d'intérêt 7 %
 Durée d'utilisation 12 ans
 Augmentation probable
 du prix de l'énergie 5 % par an
 Facteur de cours moyen 1,34



Ligne 7: Prix moyen de l'énergie
S'obtient en multipliant le prix actuel (*ligne 4*) par le facteur de cours moyen (*ligne 6*).

Exemple :

Prix actuel 18,3 ct/kWh

Facteur de cours moyen 1,34

Prix moyen : $18,3 \times 1,34 = 24,5$ ct/kWh

Ligne 8: Prix actuel de l'eau

Se mesure en fr./m³ (1m³ = 1000 litres). Il comprend le prix de l'eau, une taxe d'épuration et une prime de débit. Le tarif est généralement indiqué sur les factures. On peut aussi le demander aux Services industriels.

Exemple :

Prix pratiqués en 1994 par les SI de Genève :

Consommation d'eau 0,99 fr./m³ (Tarif Oc)

Taxe d'épuration 0,55 fr./m³

Prime de débit 10,90 fr./m³/h*mois

Pour notre exemple, nous évaluons le prix total de l'eau à 2,00 fr./m³

Ligne 9: Augmentation probable du prix de l'eau

Pour calculer la rentabilité d'un appareil consommant de l'eau, il faut tenir compte de l'augmentation du coût de l'eau au cours de sa durée de vie. La réflexion est semblable à celle que nous avons suivie pour l'électricité. L'augmentation annuelle du prix de l'eau sera probablement supérieure de 2 à 4 % au taux d'intérêt.

Exemple :

Taux d'intérêt 7 %

Durée probable de vie de l'appareil 12 ans

Augmentation du prix de l'eau 10 % par an

Ligne 10: Facteur de cours moyen (prix de l'eau)
Voir par analogie les explications de la ligne 6.
Facteur de cours moyen (*tableau 3*): 1,82

Ligne 11: Prix moyen de l'eau

Le prix moyen utilisé dans les calculs s'obtient en multipliant le prix moyen actuel (*ligne 8*) par le facteur de cours moyen (*ligne 10*).

Exemple :

Prix actuel 2,00 fr./m³

Facteur de cours moyen 1,82

Prix à utiliser dans les calculs :

$2,00 \text{ fr./m}^3 \times 1,82 = 3,63 \text{ fr./m}^3$

Ligne 12: Marque

Nom du fabricant et, éventuellement, du fournisseur.

Ligne 13: Modèle

Désignation exacte de l'appareil, de manière qu'on puisse en tout temps retrouver quel appareil a été évalué.

Ligne 14: Prix d'achat

Prix d'achat réel de l'appareil : prix de catalogue moins toutes les réductions (y compris les éventuelles réductions fiscales lorsque, dans une rénovation, l'achat de nouveaux appareils ménagers peut être déduit à titre de dépense d'entretien).

Exemple :

Prix de catalogue 3 500 fr.

Remise 250 fr.

Economie fiscale 600 fr.

Prix d'achat 2 650 fr.



Ligne 15: Consommation annuelle d'électricité

Il s'agit de la consommation probable. On peut souvent calculer ou évaluer soi-même la consommation annuelle à partir des indications du prospectus.

Exemple :

Consommation d'électricité
d'une machine 5 kg 1,25 kWh par cycle
Quantité de linge à laver 3 600 kg/an
Taux moyen de remplissage 80 % = 4 kg par cycle
Nombre de lessives: $3\ 600/4 = 900$ lessives par an
Consommation annuelle d'électricité:
 $900 \times 1,25 \text{ kWh} = 1\ 125 \text{ kWh/an}$

Ligne 16: Consommation annuelle d'eau

Analogue au calcul de la ligne 15.

Exemple :

Consommation spécifique d'eau
d'une machine 5 kg 90 l/cycle
Quantité de linge à laver 3'600 kg/an
Taux moyen de remplissage 80 % = 4 kg par cycle
Nombre de lessives: $3\ 600/4 = 900$ lessives par an
Consommation annuelle d'eau:
 $900/90 \text{ l/cycle}/1000 \text{ l/m}^3 = 81 \text{ m}^3$

Ligne 17: Amortissement et intérêt (annuité)

Par annuité on entend la répartition du coût d'achat sur la durée d'utilisation d'un appareil, compte tenu de l'intérêt versé. On la calcule en multipliant le prix d'achat par le facteur d'annuité.

Exemple :

Prix d'achat 2 650 fr.
Facteur d'annuité 0,126
Annuité: $2\ 650 \text{ fr.} \times 0,126 = 334 \text{ fr./an}$

Ligne 18: Coût annuel de l'électricité

C'est la consommation annuelle en kWh multipliée par le prix du kWh en ct.

Exemple :

Consommation annuelle d'électricité
1 125 kWh/an
Prix moyen de l'électricité 24,5 ct/kWh
Coût annuel de l'électricité: $1\ 125 \text{ kWh} \times 24,5 \text{ ct/kWh}/100 = 276 \text{ fr./an}$

Ligne 19: Coût annuel de l'eau

Analogue à la ligne 18.

Exemple :

Consommation annuelle d'eau 81 m³/an
Coût moyen de l'eau 3,64 fr./m³
Coût annuel de l'eau:
 $81 \text{ m}^3/\text{an} \times 3,64 \text{ fr./m}^3 = 295 \text{ fr./an}$

Ligne 20: Coût annuel total

Se calcule en additionnant les annuités, le coût de l'électricité et celui de l'eau. Du point de vue économique, le meilleur appareil est celui dont le coût annuel total est le plus bas.

Exemple :

Annuité 334 fr./an
Coût annuel de l'électricité 276 fr./an
Coût annuel de l'eau 295 fr./an
Coût annuel total 905 fr./an



Ligne 21: Evaluation écologique

Il faut tenir compte de la charge sur l'environnement provoquée par la fabrication et l'élimination du nouvel appareil. Contient-il des CFC ? Si oui, en quelle quantité ? Quelle part de ses éléments sont-ils recyclables ? Combien d'énergie faut-il pour le fabriquer ? Etc.

Il est difficile de répondre à ces questions par des chiffres. C'est pourquoi on se contente d'une évaluation qualitative :

- ++ bonne
- + plutôt bonne
- 0 neutre
- plutôt mauvaise
- mauvaise

Ligne 22: Conformité aux spécifications

Les appareils se distinguent non seulement par leur prix et leurs indices de consommation, mais aussi par leurs différences avec le modèle théorique choisi (spécifications) : dimensions, niveau sonore, couleur, etc. Ces différences peuvent représenter un atout ou un inconvénient. On ne peut les évaluer que qualitativement :

- ++ Nettement supérieur aux spécifications
- + Supérieur aux spécifications
- 0 Conforme aux spécifications
- Ne répond pas entièrement aux spécifications
- Ne répond largement pas aux spécifications

! Les caractéristiques techniques sont souvent assez différentes des spécifications.

Ligne 23: Qualité du service après-vente

C'est un important critère de choix. Son évaluation dépend largement des expériences déjà faites avec les différentes entreprises considérées. Là encore, l'évaluation ne peut être que qualitative :

- ++ bonne
- + plutôt bonne
- 0 neutre
- plutôt mauvaise
- mauvaise

Lignes 24 à 27: Renseignements complémentaires

On reportera dans ces lignes les autres critères pertinents tels que :

- Pour les machines à laver : le régime d'essorage
- Pour les combinés machines à laver/séchoir : conviennent-elles à l'usage en buanderie commune ?
- Pour les congélateurs : durée de sauvegarde lors d'une panne de courant
- Pour les lave-vaisselle et les réfrigérateurs : niveau de bruit.

Ligne 28: Priorité

Le résultat des lignes 21, 22 et 23 permet de choisir l'appareil satisfaisant le mieux les exigences posées, compte tenu de sa consommation d'eau et d'énergie ainsi que du coût de l'investissement qu'il représente (*ligne 20 : coût annuel total*).

M Quand faut-il changer d'appareil ?

Lorsqu'on remplace prématurément un appareil, il faut tenir compte de la consommation d'énergie grise et de la pollution qu'entraîne inévitablement sa fabrication. Si l'on ne tient compte que de l'aspect énergétique, un nouvel appareil doit permettre une économie annuelle d'au moins 100 à 130 kWh par rapport à l'ancien pour compenser la dépense d'énergie grise qu'il représente. Un tel gain est possible pour autant qu'on choisisse soigneusement le nouvel appareil.

Jusqu'à quand vaut-il la peine de réparer un appareil ?

On peut, en première approximation, appliquer les règles suivantes :

- Il ne vaut généralement pas la peine de réparer un appareil de plus de 10 ans lorsque l'appareil qui le remplacerait consomme 20 % moins d'eau et d'électricité.
- Le coût de réparation d'un appareil vieux de 5 à 10 ans ne devrait pas dépasser 1/3 du coût d'achat d'un nouvel appareil plus économe.

Mais il existe une manière plus précise de décider :

Comment décider d'une réparation ?

La réparation d'un appareil peut être considérée comme un investissement à amortir sur le reste de sa durée de vie. Il s'agit donc de comparer le coût de l'ancien appareil (frais de réparation plus coûts d'exploitation après la réparation) avec celui d'un nouvel appareil (investissement plus frais d'exploitation).

La méthode est semblable à celle du choix comparatif présentée ci-dessus (4.L). Unique différence : la durée de vie des deux appareils, l'ancien et le nouveau. Les lignes 1 et 3 s'en trouvent donc modifiées. Remarquons que le prix moyen de l'électricité consommée par les deux appareils doit être calculé sur la durée résiduelle de vie de l'ancien appareil, car seuls les coûts occasionnés durant cette période peuvent être comparés.

Tableau comparatif d'aide au choix. Réparation ou achat

Rue, n°	Appartement				
Localité	Locataire				
	Type d'appareil	réfrigérateur			
Ligne	Calcul/source	Unités	Ancien app.	Nouvel app.	
1	Durée de vie probable	années	3	12	
2	Intérêt	%	5	5	
3	Facteur d'annuité	tableau 1	0,367	0,113	
4	Prix actuel de l'énergie	ct/kWh	18	18	
5	Augmentation probable du prix de l'énergie	%	5	5	
6	Facteur de prix moyen	tableau 2	1,05	1,05	
7	Prix moyen de l'énergie	lignes 4 + 6	19	19	
8	Prix actuel de l'eau	fr./m ³			
9	Augmentation probable du prix de l'eau				
10	Facteur de prix moyen	tableau 2			
11	Prix moyen de l'eau	lignes 8 + 10	fr./m ³		
12	Marque	Prospectus			
13	Modèle	Prospectus			
14	Prix d'achat ou de réparation	Vendeur	fr.	300	1000
15	Electricité, consommation annuelle	Prospectus 1)	kWh/a	500	300
16	Eau, consommation annuelle	Prospectus 1)	m ³ /a		
17	Amortissement et intérêts	Lignes 3•14	fr./a	110	113
18	Energie : coût annuel	Ligne 7•15/100	fr./a	95	57
19	Eau : coût annuel	Lignes 11•6	fr./a		
20	Coût total par année	Lignes 17 + 18 + 19	fr./a	205	170
21	Evaluation écologique				
22	Conformité aux spécifications	Prospectus			
23	Qualité du service après-vente				
24	Remarques				
25					
26					
27					
28	Priorité	Décision	--	++	

Tableau 4 – Tableau comparatif d'aide au choix Réparation ou achat



Dans le cas présenté ci-dessus, il n'est pas raisonnable de réparer l'ancien appareil. Le facteur déterminant est le rendement supérieur du nouvel appareil (consommation réduite). Le service du capital (amortissement plus intérêt) est presque identique dans les deux cas en raison du peu de temps d'utilisation restant à l'ancien appareil.

Les trois graphiques ci-dessous (ill. 22, 23, 24) permettent de déterminer jusqu'à concurrence de quel montant il est rentable de réparer un appareil, compte tenu de sa durée de vie résiduelle probable et du taux d'intérêt.

Le taux d'intérêt choisi est 6 %, le prix de l'appareil de remplacement 1000 fr. et la durée de vie des appareils respectivement de 10, 12 et 15 ans.

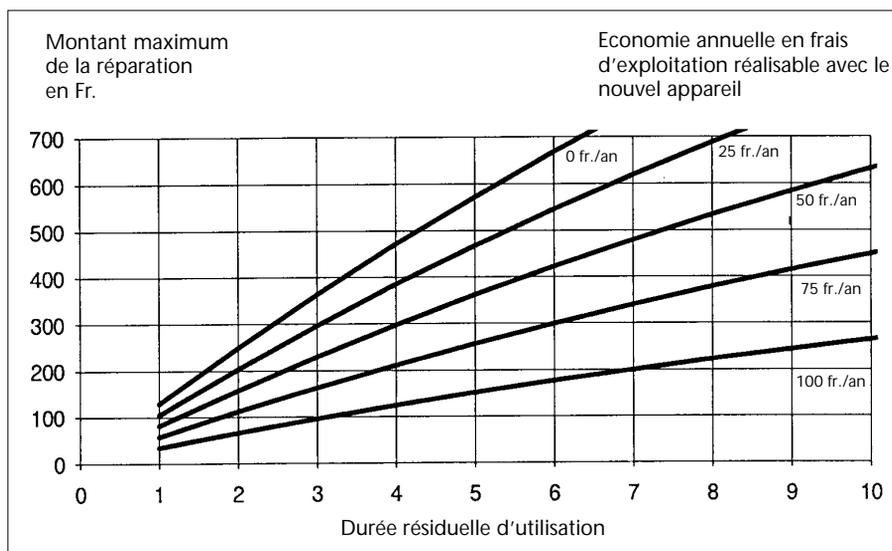


Fig. 21
Montant maximum de la réparation à envisager en fonction de la durée de vie résiduelle d'un appareil et des économies d'eau et d'énergie réalisables avec un nouvel appareil coûtant 1000 fr. Taux de l'intérêt : 6 %

Appareils d'une durée de vie de 10 ans (p. ex. **lave-vaisselle**)



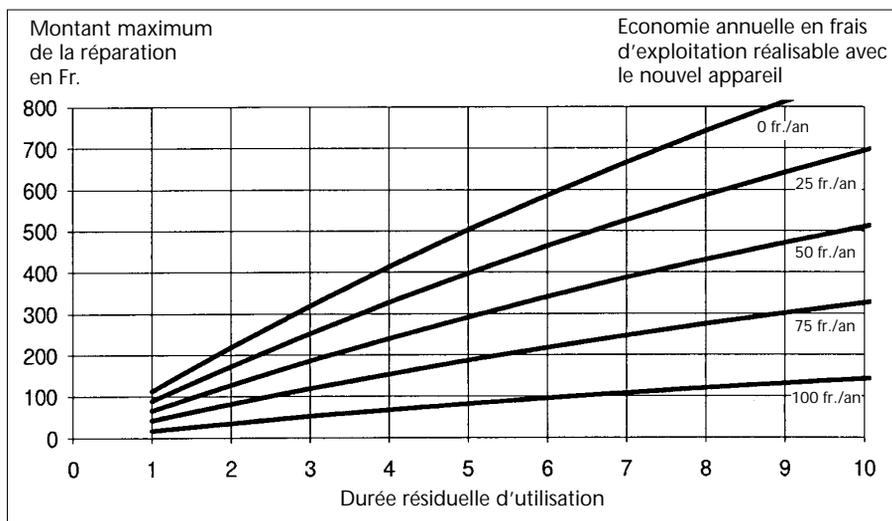


Fig. 22
Montant maximum de la réparation à envisager en fonction de la durée de vie résiduelle d'un appareil et des économies d'eau et d'énergie réalisables avec un nouvel appareil coûtant 1000 fr. Taux de l'intérêt : 6 % Appareils d'une durée de vie de 12 ans (p. ex. réfrigérateur, machine à laver le linge, séchoir)

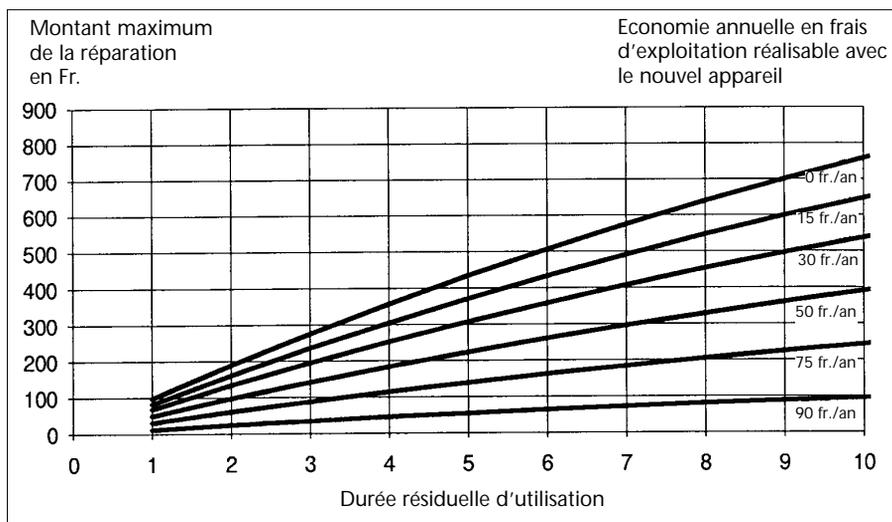


Fig. 23
Montant maximum de la réparation à envisager en fonction de la durée de vie résiduelle d'un appareil et des économies d'eau et d'énergie réalisables avec un nouvel appareil coûtant 1000 fr. Taux de l'intérêt : 6 % Appareils d'une durée de vie de 15 ans (p. ex. cuisinière, four, congélateur armoire, congélateur bahut)



Ces graphiques ont été établis pour des appareils neufs coûtant 1000 fr. Pour les appareils d'un autre prix, on procède comme suit :

- Multiplier par 1000 l'économie annuelle en frais d'exploitation que permettrait le nouvel appareil (différence des coûts d'eau et d'énergie) et diviser ce produit par le prix d'achat du nouvel appareil. Le résultat indique la courbe d'économies en frais d'exploitation à utiliser.
- Le montant maximum de la réparation encore rentable s'obtient en multipliant le montant maximum tiré du graphique (valeur de l'axe vertical) par le prix réel du nouvel appareil divisé par 1000.

Exemple :

Prix du nouvel appareil : 3500 fr.

- Multiplier l'économie annuelle en frais d'exploitation par 1000, puis diviser ce chiffre par 3500. Le résultat indique la courbe d'économie en frais d'exploitation à retenir sur le graphique. Pour une économie de 260 fr. et un prix d'achat de 3500 fr., il faut retenir la courbe 75 fr./an.
- Multiplier le montant maximum de la réparation encore rentable obtenu sur le graphique par 3500, et diviser par 1000. On obtient ainsi le montant réel de la réparation encore rentable. Ainsi, lorsque le graphique indique une valeur de 200 fr., on peut en déduire que, face à un appareil de remplacement coûtant 3500 fr., il vaut la peine d'investir jusqu'à 700 fr. de réparation dans l'ancien appareil.



L'ECLAIRAGE

A Economies d'énergie dans l'éclairage

Où peut-on économiser de l'énergie dans l'éclairage des logements ?

Presque partout, on peut utiliser des ampoules économiques (fluocompactes) dans toutes les lampes équipées de douilles E27 (les plus courantes) et E14 (petite douilles). Les ampoules économiques s'imposent tout particulièrement dans les endroits éclairés en permanence ou pendant de longues périodes.

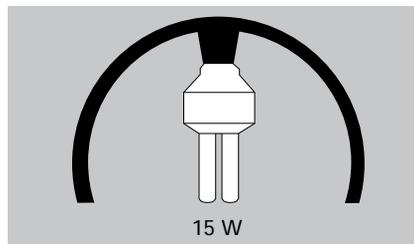
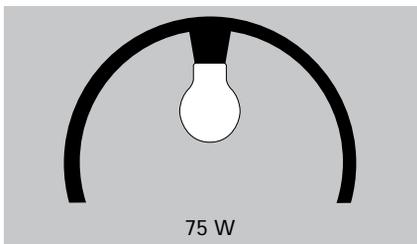


Fig. 24
Eclairage équivalent

Lorsqu'il s'agit d'éclairer un endroit précis, on peut également remplacer les ampoules ordinaires par des ampoules à réflecteur (ou ampoules spot) de moindre puissance. Il existe aussi des ampoules économiques (fluocompactes) à réflecteur.

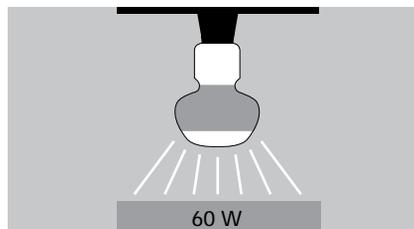
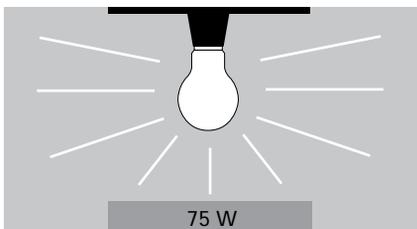


Fig. 25
Eclairage dirigé

Peut-on jeter les ampoules à la poubelle ?
Non. Les tubes et les lampes à fluorescence (y compris les ampoules fluocompactes) doivent être déposés dans des lieux de récupération (se renseigner auprès des autorités communales).

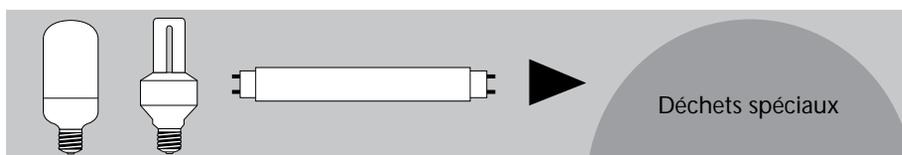


Fig. 26
A ne pas jeter à la poubelle

A combien s'élève l'énergie grise nécessaire à la fabrication des tubes et ampoules ?

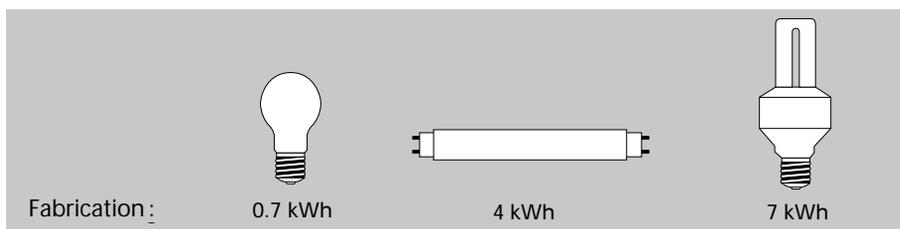


Fig. 27
Energie grise (fabrication)



Quel est le rendement énergétique des tubes et ampoules ?

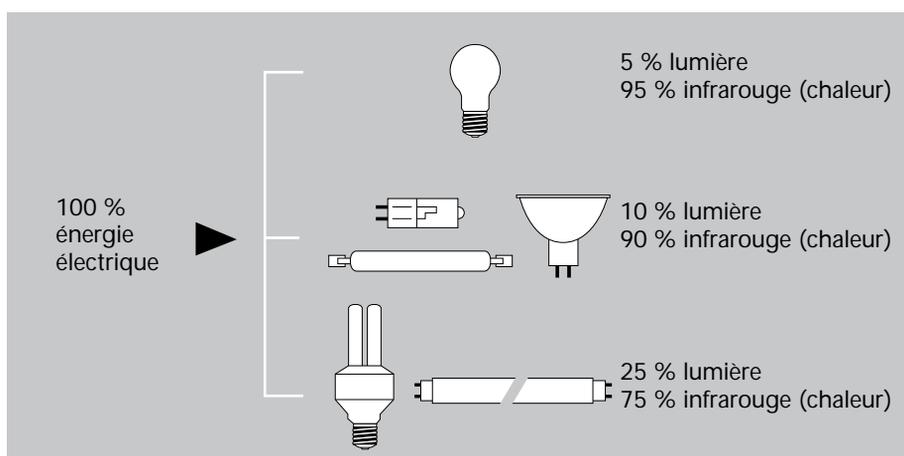


Fig. 28
Rendement
énergétique des
tubes et ampoules

B Les lampes à incandescence

Rendement

Les lampes à incandescence fournissent environ 5 % de lumière pour 95 % de chaleur. Leur rendement est donc médiocre.

Durée de vie

La durée de vie moyenne de la majorité des ampoules à incandescence est de 1000 heures (soit 1 année et 4 mois à 2 h/jour, ou 4 mois à 8h/jour)

Elle est influencée par leur tension d'alimentation, laquelle peut être beaucoup plus élevée près des transformateurs que plus loin dans le réseau. Une sur-tension de 5 % réduit leur durée de vie de moitié. Une sous-tension de 5 % la prolonge mais diminue leur rendement.

C Les lampes halogènes

Rendement

Les lampes halogènes ont un rendement légèrement supérieur à celui des lampes à incandescence : 7 à 10 % de lumière, le reste se perd en chaleur. On ne peut donc pas les considérer comme économes en énergie. Lorsqu'il s'agit d'éclairer un point précis (p. ex. un tableau), l'usage d'une lampe halogène à basse tension et à réflecteur permet une réduction de la consommation par rapport aux lampes à incandescence.

Transformateur

Les lampes halogènes sont branchées sur des transformateurs alimentés par le réseau. Il ne faut pas surcharger ces transformateurs (y raccorder plus de lampes que prévu), de crainte de les endommager. Lorsqu'on les charge insuffisamment, la tension des ampoules augmente et leur durée de vie en souffre.

Par ailleurs, on estime que les pertes de transformation (qui s'ajoutent à la consommation de l'ampoule) s'élèvent à 10 % de la puissance nominale de l'ampoule. Lorsque l'interrupteur est monté du côté basse tension du transformateur, le transformateur reste sous tension lorsque la lampe est éteinte. Il consomme alors de manière continue la moitié de l'énergie qu'il consomme en fonctionnement, soit environ 5 % de la puissance nominale de la lampe.

Durée de vie

De 2000 à 3500 heures selon les modèles. Elle est influencée par la tension du réseau.



D Les tubes fluorescents

Qualité de la lumière

On mesure la qualité d'une lumière par sa *température de couleur [K]* et par son *indice de rendu des couleurs*. Il existe des tubes de différentes qualités. Le rendu des couleurs des tubes *standards* (blanc industriel) est médiocre, celui des tubes *triphosphores* bon, celui des tubes *triphosphore de Luxe* excellent.

Rendement et durée de vie

Leur rendement est environ 5 fois supérieur à celui des lampes à incandescence et même supérieur à celui des ampoules fluocompactes. Leur durée de vie est 10 fois supérieure à celle des lampes à incandescence.

Allumages et extinctions fréquentes

La fréquence des allumages et extinctions des tubes fluorescents n'a pas d'incidence sur leur consommation d'électricité ; par contre, elle réduit leur durée de vie. On estime qu'il vaut la peine d'éteindre un tube qui resterait inutilement allumé plus de 10 minutes.

E Les ampoules économiques fluocompactes

Rendement

Environ 4 à 5 fois supérieur à celui des lampes à incandescence. 25 % de l'énergie consommée est transformée en lumière, le reste est dissipé en rayonnement infrarouge (chaleur).

Durée de vie

Elle est de 8000 heures (11 années à 2 h/jour, ou 2 années et 9 mois à 8h/jour), soit 8 fois supérieure aux ampoules habituelles.

Cela constitue un avantage décisif dans les endroits où le remplacement des ampoules représente une dépense (concierge, électricien, etc.).

Emploi

Partout où elles peuvent être vissées et où on les laisse allumées sur de longues périodes (cuisine, corridor, chambres, séjour). Là où l'on allume et éteint fréquemment la lumière, les ampoules économiques fluocompactes doivent être de type électronique.

Les ampoules fluocompactes ne conviennent pas aux lieux équipés d'une minuterie de courte durée (moins de 5 minutes).

Economie

Pour une même puissance d'éclairage, une ampoule fluocompacte consomme 20 W contre 100 W pour une ampoule à incandescence. Ce qui représente une économie d'électricité de 80 %. Sur sa durée de vie de 8000 heures, l'économie s'élève à 640 kWh.

Si l'on tient compte de la différence de prix d'achat, l'économie réelle est d'environ 128.- fr. pour un kWh à 20 ct.

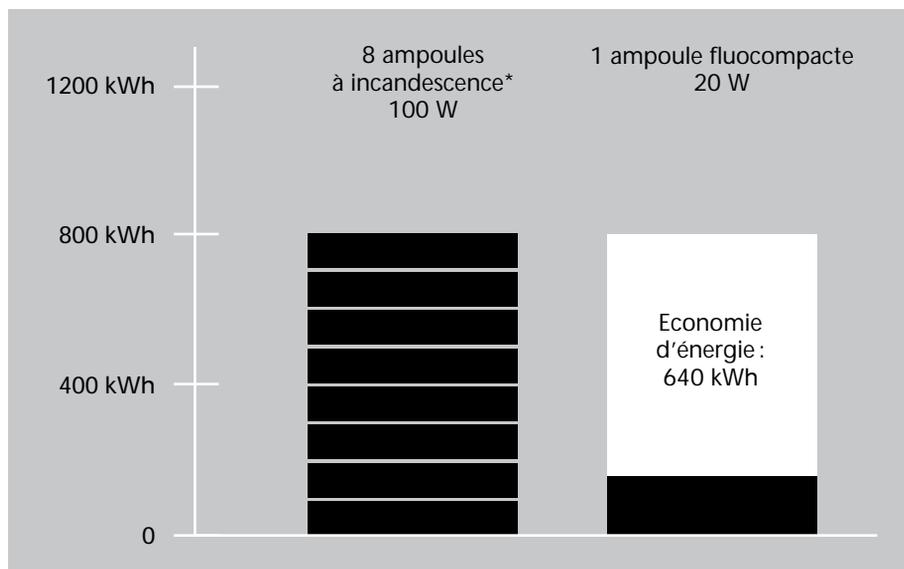


Fig. 29
Comparaison de la consommation énergétique sur 8000 heures

* Il faut acheter 8 ampoules à incandescence et une seule fluocompacte pour éclairer 8000 heures

Avec une utilisation de 3 h par jour, le prix d'achat d'une lampe fluocompacte par rapport à celui d'une lampe à incandescence est amorti en moins d'une année et demie.



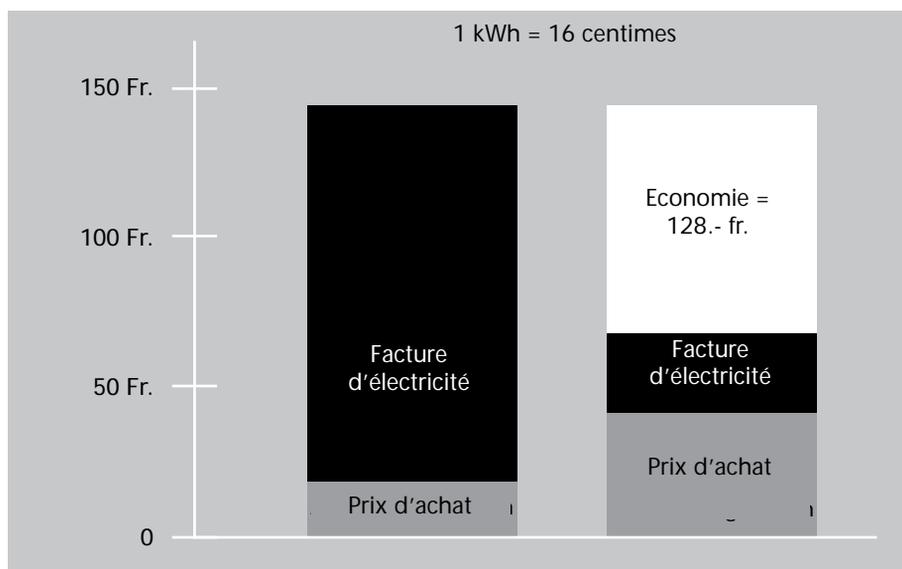


Fig. 30
Comparaison du
coût total sur
8000 heures

Variateurs de lumière

On ne peut pas utiliser les ampoules fluocompactes habituelles (à visser) avec les variateurs de lumière. C'est en revanche possible, moyennant une installation particulière, avec les ampoules fluocompactes enfichables à 4 broches.

Allumages et extinctions fréquentes

La fréquence des allumages et extinctions n'a pas d'incidence sur la consommation des ampoules fluocompactes. En revanche, elle en diminue la durée de vie. (Temps minimum entre allumages et extinctions sur les lampes électroniques : 5 minutes).

Lumière réduite à l'allumage

Comme les tubes fluorescents, les ampoules fluocompactes ont besoin d'un certain temps pour fournir toute leur lumière : 2 minutes pour les fluocompactes habituelles, 1 minute pour les fluocompactes électroniques. Cela n'a aucune incidence sur la consommation d'électricité.

Eclairage extérieur

Les ampoules fluocompactes conviennent fort bien à l'éclairage extérieur pour autant que les lampes dans lesquelles elles sont montées soient étanches à l'eau. Les ampoules électroniques s'allument sans problème jusqu'à -30°C . Leur rendement lumineux est toutefois moindre par température basses.

F Utilisation judicieuse des différents types de lampe

Entrée, corridor

Ces endroits doivent être bien éclairés. Il est conseillé d'utiliser des ampoules fluocompactes de bonne puissance. On n'éteindra pas la lumière pour des absences inférieures à 5 minutes.

Cuisine

En dessus des surfaces de cuisson et de travail, on utilisera des tubes fluorescents triphosphores ou triphosphores de Luxe (blanc chaud ou blanc neutre). Lorsque la table est éclairée par une suspension, on utilisera une ampoule fluocompacte.

Bain

Il serait judicieux d'utiliser des tubes fluorescents triphosphores ou triphosphores de Luxe, et de les monter le long du miroir. Lorsque les lampes ont des douilles E27, on peut également utiliser des ampoules fluocompactes électroniques. On ne les éteindra pas pour des absences inférieures à 5 minutes.

Salle à manger, séjour, chambre, chambre d'enfant

Pour le plafond, les parois et les suspensions, on utilisera aussi des ampoules fluocompactes. Si les lampes sont équipées de douilles E14, on peut les remplacer par des ampoules fluocompactes électroniques de 5, 7 ou 9 W.

Bureau

Il est recommandé d'utiliser des tubes fluorescents triphosphores (blanc chaud ou blanc neutre). Lorsque le bureau est fréquemment utilisé, on

pourra utiliser des lampes à ballast électronique réglable. L'adjonction d'un photosenseur permet d'adapter l'éclairage aux conditions de lumière et donc de réaliser des économies supplémentaires.

Cave, galetas

Lampes à incandescence ou tubes fluorescents.

Eclairage extérieur

On peut utiliser des ampoules fluocompactes, mais dans des lampes étanches. On peut les brancher sur des détecteurs de mouvement, mais leur durée d'enclenchement doit alors être d'au moins 5 minutes (voir ci-dessous).

Garage, cage d'escalier

Les ampoules fluocompactes ne conviennent pas aux installations à minuterie car les fréquents allumages et extinctions réduisent leur durée de vie. On peut y remédier en neutralisant la minuterie pendant les heures de grand passage et en prolongeant autrement son temps d'enclenchement à 5 minutes.



LE CHAUFFAGE DES LOCAUX ET LA PRODUCTION D'EAU CHAUDE

A Analyse thermique des bâtiments

L'économie d'énergie thermique d'un bâtiment dépend de nombreux facteurs: qualité de son isolation, qualité de son installation de chauffage, apport d'énergie interne (appareils, métabolisme humain) et externe (rayons solaires) etc.

L'énergie nécessaire au chauffage finit tôt ou tard par se dissiper à travers l'enveloppe du bâtiment ou par la ventilation (renouvellement d'air).

Les habitudes des habitants et utilisateurs ont une grande influence sur la consommation d'énergie thermique d'un bâtiment.

B Indices énergétiques

Consommation annuelle d'énergie

Pour établir des comparaisons, il est utile de connaître la consommation. Le mieux est de retenir la consommation moyenne des cinq dernières années de manière à gommer les fluctuations météorologiques. Pour des calculs plus poussés, on peut tenir compte de l'influence climatique par le Tableau des Degrés-jours (DJ) à disposition auprès des Offices cantonaux de l'énergie.

Comptabilité énergétique

Tenir une comptabilité énergétique, c'est noter la consommation de mazout, de gaz, d'électricité, etc., à intervalles réguliers, au minimum une fois par mois. On peut ainsi déterminer les postes où les économies sont possibles.

Energie par surface de référence

On exprime en général la consommation d'énergie en la rapportant à la surface de tous les locaux « volontairement » chauffés. Les locaux chauffés par les pertes thermiques d'appareils en fonctionnement (locaux techniques, chaufferies, buanderies) ne sont pas comptés. Le mode de calcul exact est précisé dans la recommandation 180/4 de la SIA.

Indice de dépense énergétique: IDE

$$\text{IDE} = \frac{\text{Consommation annuelle d'énergie}}{\text{Surface de référence}}$$

en MJ/m² par année.



L'indice de dépense énergétique d'un immeuble s'obtient par l'addition de ses différents IDE :

$$\begin{aligned} & \text{IDE total} \\ & = \\ & \text{IDE mazout} + \text{IDE bois} + \text{IDE électricité} \end{aligned}$$

ou encore, forme aujourd'hui la plus usitée :

$$\begin{aligned} & \text{IDE total} \\ & = \\ & \text{IDE chauffage} + \text{IDE eau chaude} + \text{IDE électricité} \end{aligned}$$

L'habitude est d'exprimer la consommation d'énergie nécessaire au calcul des indices énergétiques en mégajoules [MJ].

$$\begin{aligned} \text{Gaz : } 3,3 \text{ MJ} &= 1 \text{ kWh facturé (PCS)} \\ 3,6 \text{ MJ} &= 1 \text{ kWh} \\ 360 \text{ MJ} &= 100 \text{ kWh} \\ &= 10 \text{ litres ou } 8,4 \text{ kg de mazout extra-léger} \end{aligned}$$

Comparaison des indices énergétiques
La recommandation SIA 380/1 explique comment comparer les indices énergétiques et les autres valeurs en usage en Suisse.

	IDE chauffage	IDE eau chaude	IDE thermique
très bon	180	70	250
bon	330	70	400
moyen	440	80	520
mauvais	600	100	700

Fig. 31 – Indices énergétiques dans l'habitat (en MJ/m² x an)

Evaluation de l'enveloppe du bâtiment

En plus du calcul de la consommation énergétique, il est important d'évaluer l'état de l'enveloppe du bâtiment. Une détérioration, ainsi que l'existence de pièces inconfortables (humidité, courants d'air) pourraient signaler un gaspillage d'énergie. L'examen plus approfondi doit être confié à un professionnel.

Evaluation des installations techniques

Il existe aussi certains indices permettant d'évaluer les installations techniques d'un bâtiment. Ils se fondent toutefois sur la puissance et non pas sur la consommation énergétique. L'indice le plus simple à calculer est la puissance spécifique (rapportée à la surface) à partir de la puissance indiquée sur la plaque signalétique de la chaudière (Watt [W] ou kilowatt [kW]). On divise ce chiffre par la surface volontairement chauffée.

$$\begin{aligned} & \text{Puissance spécifique de chauffage} \\ & = \\ & \frac{\text{Puissance de la chaudière}}{\text{Surface de référence}} \end{aligned}$$

La signature énergétique qui met en relation la consommation en fonction de la température extérieure permet une analyse fiable et fine du comportement de l'installation d'un immeuble.



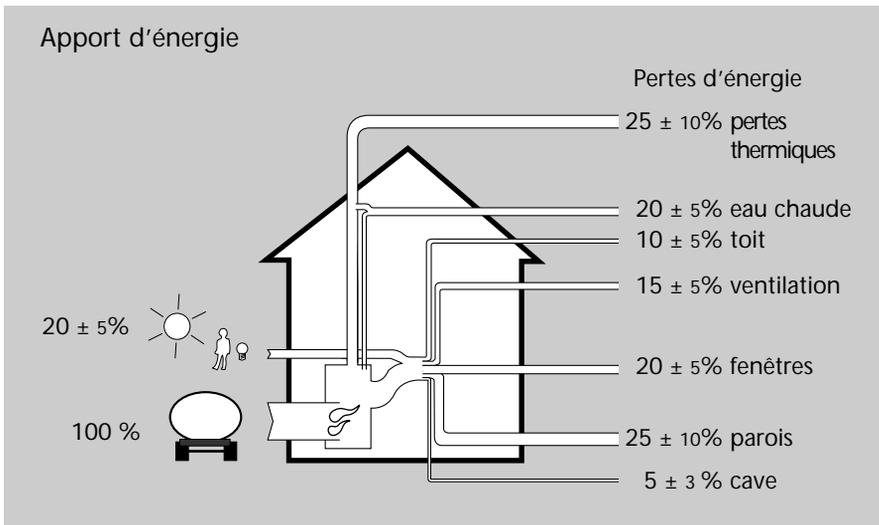


Fig. 32
Bilan thermique d'un bâtiment mal isolé chauffé au mazout (chauffage et eau sanitaire) :

Puissance spécifique de chauffage en W/m ²	
Très bon	30
Bon	40
Moyen	50
Mauvais	60 et plus

Fig. 33
Ordre de grandeur de l'indice Puissance spécifique de chauffage

C Amélioration thermique

Rénovation, remplacement

On envisagera de rénover ou de remplacer une chaudière lorsque :

- Elle ne satisfait plus aux exigences :
 - Pannes fréquentes
 - Age
 - Utilisation trop compliquée
 - Rendement insuffisant
 - Absence de pièces détachées
- Les conditions cadre ont changé :
 - Transformation ou rénovation du bâtiment
 - Changement d'affectation des locaux
 - Chauffage à distance disponible
 - Nouvelles normes anti-pollution (normes OPAIR 92)

- Conscience écologique du propriétaire :
 - Réduction des rejets de combustion
 - Réduction de la consommation d'énergie

Installation monovalente ou bivalente

Les installations bivalentes sont celles qui font appel à deux agents énergétiques. Ainsi, le chauffage de l'eau peut être assuré par des collecteurs solaires en été et par une chaudière à mazout en hiver. Lorsque les deux techniques sont utilisées simultanément, on parle d'installations *bivalentes parallèles*.

Fig. 34 – Indices énergétiques de chauffage (moyennes)

Type de bâtiment et mode de chauffage de l'eau	Bâtiments existants	Bâtiments rénovés	Valeur cibles pour les bâtiments neufs
Villa, chauffage de l'eau compris	700 MJ/m ² x a 195 kWh/m ² x a	500 MJ/m ² x a 140 kWh/m ² x a	400 MJ/m ² x a 110 kWh/m ² x a
Villa, chauffage séparé de l'eau	575 MJ/m ² x a 160 kWh/m ² x a	400 MJ/m ² x a 110 kWh/m ² x a	310 MJ/m ² x a 85 kWh/m ² x a
Locatif, chauffage de l'eau compris	725 MJ/m ² x a 200 kWh/m ² x a	550 MJ/m ² x a 155 kWh/m ² x a	410 MJ/m ² x a 115 kWh/m ² x a
Locatif, chauffage séparé de l'eau séparé	575 MJ/m ² x a 160 kWh/m ² x a	400 MJ/m ² x a 110 kWh/m ² x a	280 MJ/m ² x a 80 kWh/m ² x a



Lorsqu'on a ainsi calculé les besoins énergétiques pour le chauffage d'un immeuble, on peut déterminer la puissance de la chaudière grâce au diagramme ci-dessous :

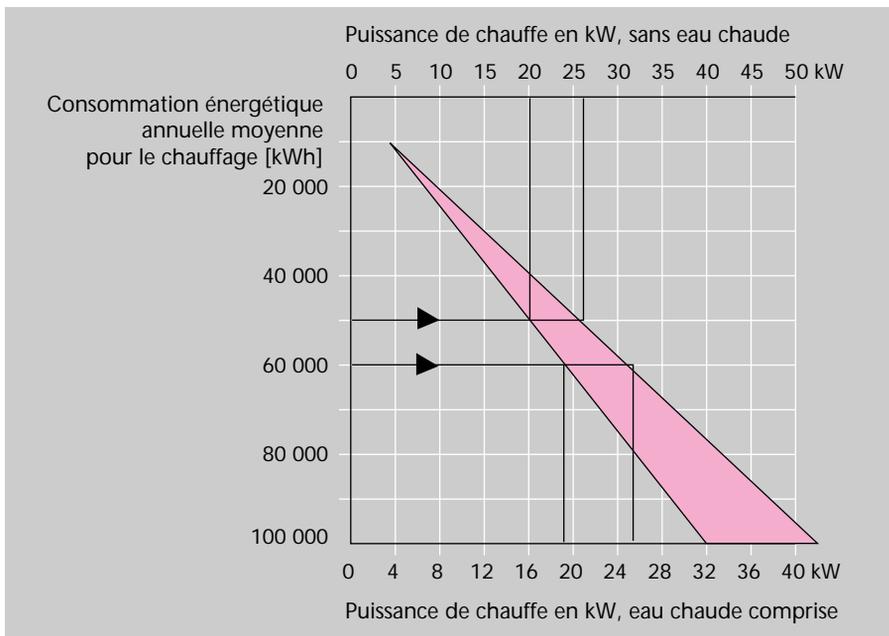


Fig. 35
Diagramme de dimensionnement des chaudières

Le circulateur

Le calcul détaillé de la tuyauterie d'un chauffage à radiateurs est complexe et nécessite l'intervention d'un professionnel. L'expérience permet cependant d'évaluer la puissance nécessaire du circulateur dans un circuit à deux conduits de la manière suivante :

Puissance du circulateur :

- environ 1 W par radiateur, ou
- environ 1 % de la puissance de la chaudière

Ces chiffres ne valent pas pour le chauffage au sol qui doit faire l'objet d'un calcul exact.

Pour les petits circulateurs d'une vingtaine de watts, il est parfois judicieux de choisir une pompe à deux étages fonctionnant à l'étage supérieur.

Les besoins en eau chaude

Plus le nombre de personnes utilisant la même source d'eau chaude est grand, plus il est facile d'en estimer le volume nécessaire. Le tableau ci-dessous indique la consommation moyenne d'eau chaude à 60°C.

Les pertes de maintien d'un accumulateur (boiler) sont d'autant moindres que la température de l'eau est basse.

Pour des raisons d'hygiène, les réservoirs d'eau chaude sanitaire doivent avoir une température minimale de 55°C. Pour limiter la formation de dépôts calcaires, on recommande toutefois de ne pas dépasser 60°C. De toute manière, l'eau du robinet ne doit pas être si chaude :

- Lavage des mains, douche, bain 45°C
- Cuisine sans lave-vaisselle 55°C
- Cuisine avec lave-vaisselle 50°C

Utilisation	Min.	Moyenne
Besoins quotidiens	30	35-60 l/personne
Douche	30	35-50 l/douche
Bain	120	150-180 l/bain

Fig. 36 – Besoins quotidiens en eau chaude

Ainsi, dans un appartement ou une villa avec baignoire, le réservoir devrait contenir au moins 120 litres, et, de préférence, 200 litres.

Les pompes à circulation

Plus le robinet est éloigné du réservoir d'eau chaude, plus il faut de temps à l'eau chaude pour y arriver. Donc, du point de vue du confort et des économies énergétiques, il est indiqué de disposer les robinets près du réservoir d'eau chaude.

Les pompes de circulation et les pertes de chaleur dans la tuyauterie entraînent une dépense énergétique. Dans le cas d'un robinet rarement utilisé ou très éloigné, on envisagera soit de renoncer à l'eau chaude, soit d'installer un petit chauffe-eau local.



CHIFFRES ET TABLEAUX

Facteurs de multiplication et de division

<i>Nom</i>	<i>Symbole</i>	<i>Facteur</i>	<i>Exemple</i>	
Nano	n	divisé par	1 000 000 000	nm = nanomètre
Micro	μ	divisé par	1 000 000	μg = microgramme
Milli	m	divisé par	1000	ml = millilitre
Kilo	k	multiplié par	1000	km = kilomètre
Méga	M	multiplié par	1 000 000	MJ = Mégajoule
Giga	G	multiplié par	1 000 000 000	Gm = Gigamètre
Téra	T	multiplié par	1 000 000 000 000	TJ = Térajoule

Unités de mesure

<i>Grandeur</i>	<i>Unité</i>	<i>Symbole</i>	<i>Conversion</i>
Puissance	Watt	W	
	Cheval-vapeur	CV	1 CV = 735 W
	Kilo-calorie/heure	kcal/h	1 kcal/h = 1,16 W
Energie	Joule	J	
	Calorie	Cal	1 Cal = 4,186 J
	Wattseconde	Ws	1 Ws = 1 J
	Kilowattheure	kWh	1 kWh = 3,6 MJ
Tension	Volt	V	
Courant	Ampère	A	
Température	Degrés Celsius	°C	
	Degrés Kelvin	K	°C = K - 273,16



Valeurs calorifiques

Huile de chauffage extra-légère	11,9 kWh/kg ; 10,0 kWh/l
Essence	8,5-9,4 kWh/l
Hydrocarbures	9,7 kWh/l
Gaz naturel	9.45 kWh/m ³
Houille	8,2 kWh/kg
Lignite	4,9 kWh/kg
Bois (copeaux)	3,0-4,3 kWh/kg ; 0,8-1,2 kWh/dm ³
Déchets ménagers	4,2 kWh/kg

L'énergie la plus économique, la plus sûre
et la plus respectueuse de l'environnement
est celle qu'on ne consomme pas.



ADRESSES ET SUBVENTIONS

Services cantonaux de l'énergie

BE	Office de l'économie hydraulique et énergétique Monsieur Ernst Jakob Section de l'énergie Resiterstrasse 11, 3011 Berne	M. Jakob M. Bhend Secrétariat Fax	031/633 38 42 031/633 38 43 031/633 38 41 031/633 38 50
FR	Département des transports et de l'énergie Monsieur Laurent Senn Chef de section énergie Rue des Chanoines 17, 1700 Fribourg	M. Senn Secrétariat Fax	037/25 28 46 037/25 28 41 037/25 28 48
GE	Office cantonal de l'énergie Département de l'économie publique Monsieur Jean-Pascal Genoud Délégué à l'énergie Case postale 252, 1211 Genève 3	M. Genoud M. Spierer Centre Info Fax	022/319 23 40 022/319 2316 022/319 23 23 022/319 20 94
JU	Service des transports et de l'énergie Monsieur Gérald Kaech 2, rue des Moulins 2800 Delémont	M. Kaech M. Jeannotat Secrétariat Fax	066/21 53 89 066/21 55 67 066/21 53 90 066/22 76 18
NE	Service cantonal de l'énergie Monsieur Jean-Luc Juvet Rue Tivoli 5 Case postale 24, 2003 Neuchâtel	Téléphone Fax	038/22 35 54 038/30 13 80
VD	Monsieur Pierre-A. Berthoud Délégué à l'énergie Rue de l'Université 5 1014 Lausanne	M. Berthoud N. Vuilleumier Secrétariat Fax	021/316 70 18 021/316 70 19 021/316 70 17 021/316 70 36
VS	Monsieur Moritz Steiner Chef du service de l'énergie Avenue du Midi 7 1950 Sion	M. Steiner M. Fournier Secrétariat Fax	027/21 68 83 027/21 68 89 027/21 68 86 027/21 68 85



Consultation du Logiciel-conseil des appareils électriques

Bienne	FMB	Forces motrices bernoises SA	031/52 02 12
Clarens		Société romande d'électricité	021/989 11 11
Delémont	FMB	Forces motrices bernoises SA Conseil en économie d'électricité	066/21 31 31
Fribourg	EEF	Entreprises électriques fribourgeoises	037/20 11 11
Genève	FRC	Fédération romande des consommatrices	022/321 32 17
Genève		Office cantonal de l'énergie	022/319 23 40
Genève	SIG	Services industriels de Genève	022/320 88 11
Lausanne	OFEL	Electricité romande	021/312 90 90
Lausanne	SIL	Services industriels de Lausanne	021/315 82 20
Morges	CVE	Compagnie vaudoise d'électricité	021/802 01 11
Neuchâtel	ENSA	Electricité neuchâteloise, Corcelles	038/32 41 11
Neuchâtel		Centre d'information des SI	038/20 75 28
Porrentruy	FMB	Forces motrices bernoises SA	066/66 18 43



FORMULAIRES DE CALCUL

Tableau comparatif d'aide au choix d'appareils ménagers

Rue, n° : _____
 Localité : _____
 Appartement : _____
 Locataire : _____
 Type d'appareil : _____

Ligne		
1	Durée de vie probable	..... ans
2	Intérêt %
3	Facteur d'annuités	voir tableau en page 82
4	Prix actuel de l'énergie	..... ct./kWh
5	Augmentation probable du prix de l'énergie	..... % par an
6	Facteur de prix moyen	voir tableau en page 82
7	Prix moyen de l'énergie	lignes 4•6 ct./kWh
8	Prix actuel de l'eau	..... fr./m ³
9	Augmentation probable du prix de l'eau	..... % par an
10	Facteur de prix moyen	voir tableau en page 82
11	Prix moyen de l'eau	lignes 8•10 fr./m ³

	Calcul/source	Unités	Appareil N°		
			1	2	3
12	Marque		.....	.....	.....
13	Modèle		.....	.....	.....
14	Prix d'achat	fr.	.....	.....	.....
15	Electricité, consommation annuelle	kWh/a	.....	.....	.....
16	Eau, consommation annuelle	m ³ /a	.....	.....	.....
17	Amortissement et intérêts	Lignes 3•14 fr./a	.....	.....	.....
18	Energie: coût annuel	Ligne 7•15/100 fr./a	.....	.....	.....



	Calcul/source	Unités	Appareil N°			
			1	2	3	
19	Eau: coût annuel	Lignes 11•6	fr./a	.....	.....	.....
20	Coût total par année	Lignes 17 +18 +19	fr./a	.....	.....	.....
21	Evaluation écologique			.....	.....	.....
22	Conformité aux spécifications			.....	.....	.....
23	Qualité du service après-vente			.....	.....	.....
24	Remarques					
25						
26						
27						
28	Priorité			.....	.....	.....



Tableau comparatif d'aide au choix – Réparation ou achat

Rue, n° :

Localité :

Appartement :

Locataire :

Type d'appareil :

Ligne	Calcul/source	Unités	Ancien appareil	Nouvel appareil
1	Durée de vie probable	années	.....	.....
2	Intérêt	%	.....	.....
3	Facteur d'annuité	voir tableau en page 82	.....	.....
4	Prix actuel de l'énergie	ct/kWh	.....	.....
5	Augmentation probable du prix de l'énergie	%/an	.....	.....
6	Facteur de prix moyen	voir tableau en page 82	.....	.....
7	Prix moyen de l'énergie	lignes 4 +6	ct/kWh	.....
8	Prix actuel de l'eau	fr./m ³	.....	.....
9	Augmentation probable du prix de l'eau		.....	.....
10	Facteur de prix moyen	voir tableau en page 82	.....	.....
11	Prix moyen de l'eau	lignes 8 +10	fr./m ³	.....
12	Marque	Prospectus	.....	.....
13	Modèle	Prospectus	.....	.....
14	Prix d'achat ou de réparation	Vendeur	fr.	.....
15	Electricité, consommation annuelle	Prospectus 1)	kWh/a	.....
16	Eau, consommation annuelle	Prospectus 1)	m ³ /a	.....
17	Amortissement et intérêts	Ligne 3•14	fr./a	.....
18	Energie : coût annuel	Ligne 7•15/100	fr./a	.....
19	Eau : coût annuel	Ligne 11•6	fr./a	.....



Ligne	Calcul/source	Unités	Ancien appareil	Nouvel appareil	
20	Coût total par année	Lignes 17 +18 +19	fr./a
21	Evaluation écologique		.....	.....
22	Conformité aux spécifications	Prospectus	.....	.....
23	Qualité du service après-vente		.....	.....
24	Remarques				
25					
26					
27					
28	Priorité		Décision



Facteurs d'annuité en fonction du taux d'intérêt et de la durée probable de vie de l'appareil

Durée de vie en année	Taux d'intérêt						
	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
1	1,040	1,050	1,060	1,070	1,080	1,090	1,100
2	0,530	0,538	0,545	0,553	0,561	0,568	0,576
3	0,360	0,367	0,374	0,381	0,388	0,395	0,402
4	0,275	0,282	0,289	0,295	0,302	0,309	0,315
5	0,225	0,231	0,237	0,244	0,250	0,257	0,264
6	0,191	0,197	0,203	0,210	0,216	0,223	0,230
7	0,167	0,173	0,179	0,186	0,192	0,199	0,205
8	0,149	0,155	0,161	0,167	0,174	0,181	0,187
9	0,134	0,141	0,147	0,153	0,160	0,167	0,174
10	0,123	0,130	0,136	0,142	0,149	0,156	0,163
11	0,114	0,120	0,127	0,133	0,140	0,147	0,154
12	0,107	0,113	0,119	0,126	0,133	0,140	0,147
13	0,100	0,106	0,113	0,120	0,127	0,134	0,141
14	0,095	0,101	0,108	0,114	0,121	0,128	0,136
15	0,090	0,096	0,103	0,110	0,117	0,124	0,131

Facteurs de cours moyen en fonction de la durée probable d'utilisation de l'appareil et de l'augmentation probable du prix de l'énergie

Augmentation annuelle probable du prix de l'énergie	Taux d'intérêt 5 %				Taux d'intérêt 7 %				Taux d'intérêt 9 %			
	Durée d'utilisation en années				Durée d'utilisation en années				Durée d'utilisation en années			
	5	10	12	15	5	10	12	15	5	10	12	15
3 %	1,09	1,17	1,20	1,24	1,09	1,16	1,19	1,23	1,09	1,16	1,18	1,22
4 %	1,12	1,23	1,27	1,34	1,12	1,22	1,26	1,32	1,12	1,21	1,25	1,30
5 %	1,15	1,30	1,35	1,45	1,15	1,29	1,34	1,42	1,15	1,28	1,33	1,40
6 %	1,19	1,36	1,44	1,56	1,19	1,35	1,42	1,53	1,18	1,34	1,40	1,50
7 %	1,22	1,44	1,53	1,69	1,22	1,42	1,51	1,65	1,22	1,41	1,49	1,61
8 %	1,26	1,52	1,63	1,82	1,25	1,50	1,61	1,78	1,25	1,48	1,58	1,73
9 %	1,29	1,60	1,74	1,97	1,29	1,58	1,71	1,92	1,29	1,56	1,68	1,86
10 %	1,33	1,69	1,86	2,14	1,33	1,66	1,82	2,07	1,32	1,64	1,78	2,00
11 %	1,37	1,78	1,98	2,32	1,36	1,75	1,93	2,24	1,36	1,72	1,89	2,16
12 %	1,41	1,88	2,11	2,52	1,40	1,85	2,06	2,42	1,40	1,81	2,01	2,33





PUBLICATIONS
DU PROGRAMME
D'IMPULSIONS
RAVEL

Les publications suivantes peuvent être obtenues auprès de Daniel Notter, Coordination romande du programme d'action « Construction et Energie », EPFL-LESO, Case postale 12, 1015 Lausanne.

Bulletin « Construction et Energie »

Ce moyen d'information commun aux trois programmes d'impulsions PI BAT, RAVEL et PACER informe régulièrement sur les cours et publications disponibles. Toute personne intéressée peut recevoir cette publication sur simple demande à l'adresse précitée.
Gratuit

Manuel RAVEL :

« L'électricité à bon escient »

Les possibilités d'économiser l'électricité sont innombrables. Quantités d'études et d'expériences le prouvent. Mais où se situent les gisements d'économies? A quoi faut-il prendre garde lors de la planification et de l'exploitation d'un bâtiment, d'une machine ou d'une installation?

Quarante-quatre experts présentent où et comment utiliser l'électricité avec parcimonie et de manière rentable. Le manuel RAVEL est la collection la plus récente et la plus vaste des connaissances en matière d'utilisation rationnelle de l'électricité. Les solutions, résultats et recommandations sont classés selon les domaines d'application : bâtiments, secteur des services, artisanat, industrie, moteurs, éclairage, appareils et production de chaleur. De nombreux exemples et aide-mémoire font de ce manuel un ouvrage irremplaçable pour toutes les questions ayant trait à la conception, à la planification, au développement, à la construction, à la production et à l'exploitation, ainsi que pour les calculs de rentabilité et le conseil en économies d'énergie.

1993, 331 pages, richement illustré 2 couleurs
Format 16 x 24 cm, reliure plein papier laminée
N° de commande 724.302 f
Fr. 76. -

1^{re} Journée d'information RAVEL :

Le début d'un nouveau savoir-faire professionnel Le programme d'impulsions « Utilisation rationnelle de l'électricité, RAVEL » a pour but de créer de nouvelles marges de manœuvres dans le domaine de la disponibilité de l'énergie électrique actuelle et future. Cet objectif devrait être atteint par l'acquisition d'un nouveau savoir-faire de la part de tous les professionnels actifs dans le domaine de la production, de la distribution et des installations électriques. La 1^{re} journée d'information RAVEL a eu lieu le 23 mai 1991 à Berne et a jeté les bases. Les intervenants ont donné un aperçu de l'état actuel des connaissances.

(Résumés et deux conférences en français)
1991, 181 pages
N° de commande 724.300.1 d/f
Fr. 25. -

2^e Journée d'information RAVEL :

Davantage de bureaux, moins d'électricité Les bureaux utilisent trop d'électricité et cette tendance va en augmentant. Il est possible de réduire cette consommation de 20 à 50 % par des moyens rentables, sans diminution de confort. La 2^e journée RAVEL du 13 mai 1992 à Berne le prouve en proposant des mesures architecturales, techniques, d'organisation et surtout un engagement personnel de la part des utilisateurs.

(Résumés et deux conférences en français)
1992, 118 pages
N° de commande 724.300.2 d/f
Fr. 30. -

3^e Journée d'information RAVEL :

Fitness énergétique, un défi aux dirigeants de l'industrie

Les entreprises qui savent utiliser avec économie l'énergie et les matières premières comptent souvent parmi les meilleures de leur branche. Cela signifie que l'influence de l'énergie sur la productivité d'une entreprise industrielle est considérablement plus forte que la part des frais d'énergie sur les frais globaux ne permettrait de le supposer.



A l'occasion de la troisième journée d'information, le 20 avril 1993 à Berne, des patrons d'importantes entreprises industrielles ont communiqué leurs expériences. Ils ont montré comment ils sont parvenus à améliorer la productivité par une gestion plus poussée de l'énergie.

(Résumés et une conférence en français)

1993, 99 pages

N° de commande 724.300.3 d/f

Fr. 25. –

4^e Journée d'information RAVEL :

RAVEL – un investissement futé

Là où l'on mise sur RAVEL – c'est-à-dire sur l'utilisation rationnelle de l'électricité, les résultats sont payants.

La 4^e Journée d'information du 26 avril 1994 fait découvrir de nouvelles pistes : comment proposer, exiger ou appliquer RAVEL dans les activités professionnelles, de sorte que les résultats soient payants. Trente invités de renom réunis autour de 10 tables rondes s'expriment sur les innombrables opportunités qui se présentent aux décideurs, les expériences réalisées et les résultats obtenus.

1994, 90 pages

N° de commande 724.300.4 d/f

Fr. 25. –

Electricité et chaleur : couplage chaleur-force, pompes à chaleur, récupération de chaleur et utilisation des rejets thermiques

Aujourd'hui, il faut de 38 à 333 unités d'énergie primaire pour produire cent unités de chaleur. Trente-huit unités suffisent lorsqu'une pompe à chaleur est alimentée par l'électricité provenant d'une centrale hydraulique. Mais, lorsque l'électricité est produite par énergie thermique, il faut 333 unités pour obtenir la chaleur par résistance électrique. Les deux extrêmes existent aujourd'hui.

L'objectif doit donc être de produire un maximum de chaleur avec un minimum d'énergie primaire. Cet ouvrage décrit de manière compréhensible les moyens à mettre en œuvre pour y parvenir et se concentre sur le couplage chaleur-force, l'utilisation de pompes à chaleur, la récupération de chaleur et l'utilisation de rejets ther-

miques. Ecrit par un collectif d'auteurs, cette brochure explique pourquoi et comment ces techniques peuvent contribuer à une utilisation rationnelle de l'énergie. Investisseurs, responsables du secteur énergie, ingénieurs dans le domaine des installations et ingénieurs de l'industrie trouveront des réponses aux questions qu'ils se posent : dans quel cas ces techniques sont-elles applicables ? Quel est le développement actuel de ces techniques ? Quel impact ont-elles sur la consommation d'énergie et l'environnement ? Comment planifier ? Comment évaluer une offre ? Quel est le rendement moyen auquel on peut s'attendre et que l'on peut exiger ? Des calculs de rentabilité provenant d'exemples pratiques donnent des suggestions pour l'utilisation de ces techniques et un glossaire détaillé explique les notions techniques.

1991, 32 pages

N° de commande 724.354 f

Fr. 8. –

RAVEL, une économie d'argent

Guide pratique pour les calculs de rentabilité

Le pari de l'utilisation rationnelle de l'énergie ne pourra être gagné que s'il s'accompagne d'un meilleur fonctionnement des systèmes énergétiques, d'une diminution de la pollution et surtout d'une économie financière. Ce document a justement pour but de traiter de ce dernier point. La décision de choisir un système énergétique plutôt qu'un autre, respectivement de prendre une mesure d'économie d'énergie, dépend de sa rentabilité. Une économie d'énergie, en particulier d'électricité, est-elle rentable ? Quelle est la solution technique la plus avantageuse ? Ce sont les deux questions-clés que les investisseurs posent le plus souvent aux ingénieurs. Les professionnels de l'énergie trouveront les réponses tout au long de ce document.

1992, 25 pages

N° de commande 724.397.42.01 f

Fr. 12. –



Dimensionnement et exploitation optimale des circulateurs

Des essais ont révélé qu'approximativement 40 % de l'électricité consommée en Suisse par l'ensemble des circulateurs pourrait être économisée, ce qui correspond à 1,5 à 2 % de la consommation suisse totale. Cette économie d'énergie présuppose une parfaite adaptation des circulateurs au système hydraulique. Ce manuel explique comment parvenir à cet objectif. Les auteurs consacrent chaque fois un chapitre complet à l'étude d'installations de chauffage sans distributeur, installations avec distributeur, grandes installations pour alimentation à distance ainsi qu'installations spéciales à eau froide, à eau réfrigérée et de récupération de la chaleur. Les auteurs se penchent aussi tout particulièrement sur la mise en service, la maintenance et l'entretien. Le lecteur trouvera des réponses à des questions telles que : comment harmoniser le réseau et le circulateur ? Quelle consommation d'énergie électrique justifie-t-elle un assainissement ? Quelles exigences requiert un débit constamment modifié par des vannes thermostatiques et des vannes droites ? Les fondements théoriques sont traités en détail. Un aperçu général des différents types de circulateurs facilite leur juste choix. Diverses valeurs caractéristiques et éléments de calcul facilitent la planification et permettent d'analyser des installations existantes ou de déterminer la consommation et la qualité d'installations à l'étude.

1993, 148 pages

N° de commande 724.330 f

Fr. 33. –

Gestion technique des bâtiments

Mise en service et réception

Les installations intérieures des bâtiments augmentent le confort. Mais elles ont un besoin d'énergie qui correspond à 25 % de l'électricité consommée en Suisse. Les études RAVEL montrent que cette consommation d'électricité peut être considérablement réduite sans altération du confort, par une gestion adéquate de l'énergie, qui implique que les installations soient

mieux réglées et mieux surveillées. La gestion technique centralisée (GTC) des bâtiments, c'est-à-dire le réglage central et la surveillance conséquente de toutes les installations intérieures du bâtiment, peut y contribuer dans une large mesure pour autant que la GTC fonctionne. C'est pourquoi les phases de mise en service et de réception des installations de GTC sont primordiales et décisives. Elles exigent une collaboration des personnes concernées par la construction des installations des bâtiments. La mise en service et la réception des installations de GTC sont donc des tâches exigeantes de management. Il est indispensable de définir exactement les responsabilités et le déroulement des travaux et d'organiser clairement la réception des divers éléments de l'installation complète. Le document RAVEL « Gestion technique des bâtiments – Mise en service et réception » répond aux questions suivantes : quelles étapes et contrôles de pièces sont à effectuer ? Qui doit être responsable de quoi ? Quelles dispositions doivent figurer dans les contrats d'entreprise ? Comment faut-il réagir en cas de défaut ? Comment faut-il procéder pour optimiser l'exploitation ? Ce document contient des listes de contrôle détaillées, des exemples, des indications pour la surveillance de l'énergie et les calculs de rentabilité. Il est un instrument de travail qui devrait acquérir un caractère normatif dans la branche.

1993, 102 pages

N° de commande 724.363 f

Fr. 24. –

Eclairage

Éléments d'éclairagisme

L'élaboration des projets d'éclairage est à la fois un art et une science. Elle a pour objectif de fournir des conditions d'éclairage appropriées et un environnement lumineux confortable et attrayant. Cette série de quatre publications est orientée sur la pratique et concerne les domaines d'affectation les plus « gourmands » en électricité : les bureaux, l'industrie et les surfaces de vente. Ces trois modules thématiques sont précédés d'une intro-

duction donnant un aperçu des notions fondamentales d'éclairage intérieur des bâtiments.

1993, 96 pages

N° de commande 724.329.1 f

Fr. 22. –

Eclairage dans les bureaux

Une partie substantielle de la consommation d'électricité du secteur tertiaire (banques, assurances, administrations) peut être attribuée à l'éclairage des locaux. La fraction représentée par cette partie dépend principalement du type d'activités qui s'y déroulent : elle est comprise généralement entre 20 % (centre informatique, par exemple) et 80 % (bibliothèque, librairie). Le coût élevé de l'électricité, ainsi que la sauvegarde de notre environnement et la préservation des ressources énergétiques, nous incitent aujourd'hui à réduire cette consommation. Le manuel donne un aperçu des techniques d'éclairage naturel et artificiel qui permettent d'atteindre cet objectif. Des exemples de réalisations illustrent ces dernières et montrent que des économies importantes d'électricité peuvent être réalisées, en particulier lors de rénovation d'installations anciennes (plus des deux tiers de la consommation annuelle). Des aide-mémoire complètent cet ouvrage ; ils sont destinés à guider le praticien désireux d'appliquer ces nouvelles techniques à des projets concrets.

1993, 108 pages

N° de commande 724.329.2 f

Fr. 25. –

Eclairage dans l'industrie

Le principal poste budgétaire en matière d'énergie est souvent représenté dans l'industrie par l'électricité. A l'exception des domaines industriels nécessitant des flux énergétiques particulièrement importants pour la production, l'éclairage constitue dans les bâtiments industriels une part substantielle de ce poste.

Celui-ci revêt, dans l'industrie encore plus qu'ailleurs, une importance particulière en ce qui concerne l'utilisation des bâtiments : il permet de réduire les risques d'accident, d'accroître le confort des employés et d'augmenter l'effi-

cacité du travail. Traduits en termes économiques, des critères essentiels du monde industriel sont autant de raisons qui s'ajoutent aux impératifs d'économies d'énergie, incitant à une planification rigoureuse et à une réalisation soignée des installations d'éclairage. Ce manuel a pour but de faciliter la tâche des praticiens, en vue d'atteindre ces objectifs. Des exemples de réalisations montrent que des économies importantes (plus de la moitié de la consommation) peuvent être obtenues, en particulier lors de rénovation de halles industrielles, tout en améliorant les qualités intrinsèques de l'éclairage. Le manuel illustre les possibilités offertes par la lumière du jour, généralement abondante dans les bâtiments industriels, pour atteindre ces économies. L'ouvrage est conçu de façon pratique, dans le but de permettre aux praticiens d'appliquer ces techniques d'éclairage nouvelles à des projets concrets. Une « check-list », facilitant cette tâche, complète ce dernier.

1993, 100 pages

N° de commande 724.329.3 f

Fr. 21. –

Eclairage des surfaces de vente

L'éclairage joue un rôle prépondérant dans les surfaces de vente : il lui incombe de créer une ambiance lumineuse stimulante et attrayante qui soit propice aux acheteurs potentiels. Il est, de ce fait, souvent utilisé de manière abusive, les impératifs commerciaux reléguant les économies d'énergie au second rôle. Pour une grande part des magasins, l'éclairage est responsable de plus de la moitié de la consommation d'électricité, à laquelle s'ajoute celle des installations de froid, nécessaires à l'évacuation de la charge thermique importante qui lui est associée (plusieurs centaines de kilowatts dans certains cas). Le changement de mentalité du consommateur, induit par les impératifs de sauvegarde de notre environnement et de nos ressources énergétiques, nous obligent aujourd'hui à modifier cela. Ce manuel donne un aperçu des techniques d'éclairage naturel et artificiel, permettant d'atteindre cet objectif. Il illustre, en particulier, les possibilités d'économie d'énergie offertes par la lumière naturelle dans les grandes surfaces, ainsi que celles provenant de



rénovations d'installations d'éclairage: ces économies atteignent dans les deux cas plus de 60 %. Des exemples et des « check-lists » complètent cet ouvrage; ils doivent permettre de guider le praticien désirant appliquer ces nouvelles techniques à des projets concrets.

1994, 108 pages

N° de commande 724.329.4 f

Fr. 21. –

Cuisine et électricité Küche und Strom

Les économies d'énergie dans les cuisines de restaurant sont financièrement rentables. Les recherches RAVEL montrent que, sans gros investissement, la consommation d'énergie des cuisines professionnelles peut être réduite d'à peu près 1/5. Pour une auberge comptant 90 places, cela signifie une diminution des frais d'électricité d'environ Fr. 5000.– par année.

Dans le cas de rénovation ou d'agrandissements, l'abaissement des frais d'électricité est encore plus significatif, si un concept énergétique rationnel fait partie des priorités. Effet secondaire positif: les cuisines avec une faible consommation d'énergie dégagent moins de chaleur et offrent un climat de travail plus agréable au personnel.

Ce document indique aux restaurateurs, chefs de cuisine, conseillers en énergie, propriétaires d'établissements publics et d'hôtels, comment aborder et réaliser une gestion plus efficace de l'énergie.

La première partie traite de la recherche et de l'analyse des données. Une gestion efficace n'est possible que lorsqu'il est clairement établi où, quand et combien de courant est utilisé. En deuxième partie, les auteurs émettent des recommandations concrètes relatives à l'utilisation rationnelle de l'électricité: cuisson, réfrigération, lavage de la vaisselle, ventilation et éclairage, déroulement du travail. Comment influencer la consommation par le mode de préparation, le choix de l'appareil thermique et par la température de cuisson, sans menacer la qualité des mets? Quelles sont les technologies les plus économes pour les divers modes de cuisson? Comment les frais d'électricité peuvent-ils être réduits de 35 % par le montage d'une installation de gestion de l'énergie? En

plus des réponses à ces questions, le lecteur trouvera à la fin du document un aide-mémoire pratique des mesures immédiates applicables dans les cuisines professionnelles.

1993, 44 pages, publication bilingue

N° de commande 724.322 d/f

Fr. 11. –

Installations de ventilation énergétiquement performantes

Les études de cas effectuées dans le cadre du projet RAVEL montrent que les installations de ventilation énergétiquement très performantes occasionnent jusqu'à huit fois moins de frais en électricité que des installations dimensionnées selon des critères traditionnels.

De telles installations ne permettent pas seulement de diminuer les frais d'exploitation, mais coûtent aussi souvent nettement moins cher.

Quelles sont les étapes à franchir pour réaliser la planification d'une installation énergétiquement performante? Quelles sont les exigences posées à ces installations par les recommandations SIA V382/1-3? Comment améliorer l'écoulement de l'air dans les installations? Comment éviter le surdimensionnement des moteurs ou des ventilateurs? Quels sont les nouveaux systèmes – par exemple refroidissement des dalles en béton, registre terrestre à air, sonde géothermique – qui peuvent aider à diminuer la consommation d'électricité?

Le présent document répond à ces questions et donne des indications concrètes sur les points à observer lors de la planification des installations et le choix des composants.

Il indique en outre aux architectes et aux maîtres de l'ouvrage à quel moment de la planification faire appel au spécialiste en ventilation, mais aussi l'influence d'une bonne planification sur le confort et la consommation d'énergie.

De plus, cette documentation montre à l'utilisateur comment, par des mesures bon marché, diminuer la consommation d'énergie.

Des aide-mémoire sur les thèmes « Conception du bâtiment », « Conception des installations de ventilation et de climatisation », « Conception de composants parti-

culiers », « Exploitation des équipements » complètent cette documentation et en font un outil de travail quotidien fort utile.

1994, 154 pages

N° de commande 724.307 f

Fr. 32. –

Production d'eau chaude à l'électricité

Les ménages logés dans des bâtiments isolés conformément aux normes actuellement en vigueur et équipés de chauffe-eau électriques consacrent approximativement un tiers à la moitié de leur consommation d'électricité à la préparation d'eau chaude. Les connaissances nouvelles acquises à travers de multiples analyses démontrent que le comportement de l'utilisateur n'est que partiellement responsable du montant de sa facture d'électricité. Une part importante de cette facture est déjà prédéterminée lors de l'étude et du dimensionnement de l'installation. Une équipe de spécialistes en installations techniques a systématiquement analysé le problème de l'alimentation en eau chaude sous l'angle des gaspillages d'énergie.

La présente documentation montre où et comment le planificateur et l'installateur peuvent exercer une influence sur la consommation d'électricité. Dans le contexte de la problématique « Amélioration du confort en eau chaude et réduction de la consommation électrique », elle répond notamment à des questions telles que celles-ci : pour quelle quantité d'eau faut-il concevoir les systèmes ? Quelles décisions prises par le maître d'ouvrage peuvent exercer une influence sur la consommation d'énergie ? Quels chauffe-eau conviennent le mieux pour un usage donné ? Où de petits chauffe-eau à accumulation décentralisés conviennent-ils ? Où des conduites de circulation se justifient-elles et comment peut-on les optimiser en termes énergétiques ? Quelle est la température correcte pour l'eau ? Quelles possibilités recèlent la commande et la régulation ? Quels points faut-il observer en utilisant des pompes à chaleur ? Comment une meilleure planification se traduit-elle sur les coûts ? Comment peut-on contrôler l'efficacité d'un système d'alimentation en eau chaude ? En l'occurrence, les données et recommandations tiennent compte des plus récentes analyses rela-

tives au comportement des consommateurs, des derniers perfectionnements apportés aux installations de préparation d'eau chaude et de nombreuses expériences pratiques. Des exemples tirés de la pratique, des calculs de rentabilité, des éléments de planification, des chiffres caractéristiques de consommation, des recommandations ainsi que des directives font de cette documentation un instrument de travail indispensable pour l'accomplissement des tâches quotidiennes et un nouvel ouvrage standard pour le secteur des installations techniques.

1994, 165 pages

N° de commande 724.349 f

Fr. 36. –

RAVEL, un investissement futé

11 bonnes combines pour investir intelligemment

dans l'utilisation rationnelle de l'électricité

Pas d'activités économiques rentables sans électricité : cette formule concise résume la multiplicité des emplois de l'électricité. S'y ajoute le constat suivant : partout où l'on recourt à l'électricité, il se dégage des possibilités d'économie. La concrétisation de ce potentiel dépend pour l'essentiel de l'efficacité des mesures mises en route. Les onze contributions de cette brochure montrent de façon exemplaire comment et où on peut économiser de l'électricité et quels sont les résultats que l'on peut espérer. Les exemples sont tirés de l'industrie et de l'artisanat, du commerce et de l'administration, de complexes résidentiels et de bâtiments publics. Les données de rentabilité sont toutes exemptes de lacunes ; saisies et traitées de manière homogène, elles englobent frais d'investissement et d'exploitation, annuités et délais d'amortissement. L'encadrement est là, disponible, et les chiffres le confirment : mieux utiliser l'électricité s'avère rentable.

1994, N° de commande 724.387 f

Gratuit



Pompes à chaleur

Planification, construction et fonctionnement des installations de pompes à chaleur électriques

En Suisse, le nombre de pompes à chaleur devrait atteindre, en l'an 2000, 100 000 unités, ce qui impose un quadruplage annuel du nombre d'installations. Ce but devrait être atteint grâce au soutien apporté par l'Office fédéral de l'énergie, à la promotion et à la réalisation d'installations de pompes à chaleur. Mais un problème se pose: les spécialistes compétents pour ce genre d'installations sont encore très rares. Pour qu'une pompe à chaleur électrique fonctionne correctement, il faut que la quantité de chaleur produite soit en relation avec la quantité de courant injecté. L'objectif visé (le coefficient de performance annuel) se situe, selon le type de fonctionnement et la source de chaleur, entre 2,5 et 3,5 unités de chaleur produites par unité d'électricité injectée. Cette brochure indique comment doit se dérouler la planification d'une installation de pompe à chaleur pour que le coefficient de performance annuel désiré soit atteint et garanti au client par contrat. Elle offre, entre autre, une vue d'ensemble sur la technique des pompes à chaleur: explications sur les différents principes de base et les divers types de construction, descriptions sur les possibilités d'utilisation et les propriétés des sources de chaleur, éclaircissements concernant les nouvelles tendances de développement des composants de ces installations. Un fil conducteur permet au lecteur de discerner quels sont les critères à prendre en compte pour la planification et le calcul de rentabilité d'une installation. Les auteurs consacrent un chapitre entier au thème « Optimisation de l'exploitation et contrôle des résultats », où il est répondu aux questions relatives au choix des appareils nécessaires au contrôle de fonctionnement de l'installation, aux mesures à prendre pour garantir un bon fonctionnement de l'installation après sa mise en service, à l'emplacement des points de mesure et à l'interprétation des résultats. Un exemple pratique décrit en détail la planification et les phases de calcul relatives à une installation. Des tableaux récapitulatifs énumèrent les causes les plus courantes des défauts de fonctionnement, leurs répercussions et les mesures à prendre pour les éviter. De

plus, les auteurs ont passé sous la loupe toutes les normes et directives touffues pour les remplacer par des indices caractéristiques et des méthodes de calcul pratiques et fiables. Dans les pages suivantes et dans ses cours, RAVEL délivre aux spécialistes désireux de prendre un nouveau départ dans un marché en pleine croissance – celui de la pompe à chaleur précisément – le bagage de connaissances nécessaires.

1995, 68 pages

N° de commande: 724.356 f

Fr. 16. –

Habitat et économies d'énergie,
des réponses pratiques

Cette brochure RAVEL s'adresse en priorité à des vendeuses et vendeurs en gros. Elle vise à leur apprendre que l'appareil qu'ils vont acheter, vendre ou installer, coûte non seulement à l'achat, mais aussi tout au long de son utilisation (eau, électricité). Ces frais d'exploitation peuvent être calculés, et un professionnel « au courant » en tiendra compte. En première utilisation, cette brochure s'adresse donc à des débutant(e)s dans le domaine de l'énergie.

Mais cette brochure peut profiter grandement aussi à des architectes, commis de régie, constructeurs, etc... qui cherchent à mieux connaître les bases des techniques qui permettent aujourd'hui d'économiser l'énergie dans les bâtiments en général, et non plus seulement dans les appareils. Pour le second public-cible, la brochure contient aussi des chapitres sur le chauffage, la ventilation, l'éclairage actif et passif, etc.

Cette brochure sert aussi de support à deux cours RAVEL, l'un destiné aux vendeuses et vendeurs, l'autre aux professionnel(le)s du bâtiment.

1995, 96 pages

N° de commande 724.386 f

Fr. 25.–

Collection RAVEL INDUSTRIE

à commander également auprès de Daniel Notter, Coordination romande du programme d'action « Construction et Energie », EPFL-LESO, Case postale 12, 1015 Lausanne.

L'énergie - son importance pour l'économie
L'importance de l'énergie est traitée ici dans un contexte pratique. Cette publication s'adresse en particulier aux chefs d'entreprise et d'exploitation, aux responsables de l'entretien et des questions énergétiques, cadres de la vente et autres collaborateurs des entreprises industrielles et artisanales. L'importance économique de l'énergie se manifeste à tous les niveaux des exploitations, des secteurs d'activités et de l'économie tout entière. La notion de « potentiel d'économie d'énergie », expression à la mode, fera l'objet d'une discussion serrée. Les statistiques montrent une évidente dépendance entre la mise en œuvre d'énergie et la croissance économique. Conclusion: engager l'énergie à bon escient, constitue, à tout point de vue, un investissement de bon rapport.

1994, 60 pages

N° de commande 724.316 f

Fr. 14. –

Analyse de la consommation d'énergie

De quelle quantité d'énergie une entreprise a-t-elle besoin pour fabriquer un produit? Quelle est la quantité d'énergie nécessaire à chacune des étapes de sa fabrication? Comment choisir la meilleure machine pour cette tâche? Ce manuel, réalisé après l'étude de nombreux cas pratiques et construit sur des exemples concrets, montre comment analyser à peu de frais la consommation énergétique de processus de fabrication simples ou compliqués. La méthode préconisée se fonde sur une théorie et des exemples aisément compréhensibles. La diversité des exemples montre qu'elle s'applique à tous les secteurs et qu'elle constitue un

outil de choix dans l'étude de l'utilisation rationnelle de l'énergie.

1994, 101 pages

N° de commande 724.318 f

Fr. 24. –

Intégration énergétique de procédés industriels par la méthode du pincement

L'intégration énergétique visant à utiliser l'énergie thermique pour différents usages, en une sorte de cascade énergétique, est une des approches les plus prometteuses en vue d'une utilisation rationnelle de l'énergie. La méthode du pincement (Pinch Technology) est une méthode d'intégration qui permet d'optimiser à la fois thermodynamiquement et économiquement les possibilités de récupération d'énergie (rejets thermiques) de tout type de procédé industriel (chimie, alimentaire, distribution d'énergie, etc.).

1994, 122 pages, publication bilingue (résumé allemand)

N° de commande 724.321 f

Fr. 29. –



Saisie des données de consommation d'énergie

1. Manuel pour entreprises industrielles et artisanales

2. Instructions pour le préposé à l'énergie

Ces publications se fondent sur les expériences pratiques de saisie des données de consommation d'énergie réalisées dans de nombreuses entreprises. Elles contiennent des formulaires prêts à l'emploi, qu'il suffit de photocopier ; il est également possible d'obtenir une disquette contenant un jeu de feuilles de calcul pour ordinateur. La saisie est expliquée pas à pas. Les résultats servent à la gestion de l'énergie et à la planification des investissements futurs.

Le « Manuel pour entreprises industrielles et artisanales » aborde le sujet du point de vue de l'entreprise.

Les « Instructions pour le préposé à l'énergie » fournissent des explications pratiques pour remplir les formulaires.

1. 1993, 33 pages, avec bon de commande pour disquette (IBM PC ou Macintosh)

N° de commande 724.371.1 f

Fr. 12. –

2. 1993, 63 pages

N° de commande 724.371.2 f

Fr. 15. –

Autres publications RAVEL

à commander également auprès de Daniel Notter, Coordination romande du programme d'action « Construction et Energie », EPFL-LESO, Case postale 12, 1015 Lausanne.

Renouvellement d'air : extraction d'air des bains,

WC, cuisines

G. Spoehrle

N° de commande 724.397.11.51 f

Fr. 12. –

Conditionnement des locaux : études de cas

C. Brunner et al.

N° de commande 724.397.11.53 d/f

Fr. 12. –

Conditionnement des locaux : humidification, déshumidification

M. Borel

N° de commande 724.397.11.54 f

Fr. 12. –

Pompes de circulation – Approche pragmatique pour diminuer la puissance installée et l'énergie consommée

L. Keller et al.

N° de commande 724.397.11.55 f

Fr. 12. –

Valeurs caractéristiques de processus industriels

F. Wolfart

N° de commande 724.397.12.54 f

Fr. 12. –

Analyse de rendement énergétique de processus industriels de productique

M. Bongard

N° de commande 724.397.21.55 f

Fr. 12. –

Les trois Programmes d'impulsions de l'Office fédéral des questions conjoncturelles (OFQC) 1990-1995

D'une durée de six ans, ces programmes de formation continue permettront de diffuser des connaissances nouvelles dans les trois domaines importants suivants: l'entretien et la rénovation des constructions, l'utilisation rationnelle de l'électricité et le développement des énergies renouvelables. Toutes les actions entreprises dans ce cadre se font en étroite collaboration avec l'économie, les hautes écoles, les organisations professionnelles et la Confédération par l'intermédiaire de l'Office fédéral des questions conjoncturelles (OFQC).



PI BAT Entretien et rénovation des constructions

Dans la branche de la construction, on observe une tendance de plus en plus marquée pour la rénovation. Dans les années à venir, cette orientation ne pourra que se renforcer; en effet, le patrimoine construit demandera des efforts de plus en plus importants. Dès lors, il est indispensable de réunir et de diffuser les connaissances nécessaires à ces futures activités. Ces connaissances font actuellement cruellement défaut. Le programme PI BAT vise donc aussi bien au maintien d'importants biens socio-économiques qu'à une stimulation réelle du secteur de la construction.



RAVEL Utilisation rationnelle de l'électricité

L'électricité, énergie précieuse, devrait être utilisée à bon escient. Ceci signifie aussi bien une amélioration de l'efficacité des appareils et des procédés qu'une réduction des prestations inutiles. Des projets de recherche et des études de cas ont été mis en chantier pour acquérir de nouvelles connaissances en matière d'utilisation rationnelle de l'électricité dans les bâtiments, l'industrie, les services et les ménages. Les résultats obtenus et les expériences acquises sont à la base de journées d'information et de cours. Ceux-ci doivent, à l'avenir, contribuer à assurer une solide compétence professionnelle qui permettra de satisfaire les prestations demandées par les utilisateurs, tout en réduisant leur consommation d'électricité.



PACER Programme d'action énergies renouvelables

Tous les experts s'accordent à reconnaître que les énergies renouvelables peuvent contribuer de manière significative à notre approvisionnement énergétique. Pour cela, il convient toutefois de surmonter les barrières actuelles qui sont d'ordre économique, politique et psychologique. Dans ce but, le programme PACER s'efforcera de développer les techniques éprouvées qui se situent actuellement au seuil de la rentabilité économique; il s'agit en particulier de l'utilisation passive et active du solaire dans le bâtiment, de la valorisation de la biomasse et de la production d'électricité. Parallèlement, une étude économique a fourni les éléments nécessaires à l'évaluation des coûts externes, permettant ainsi d'effectuer des choix en tenant compte de l'ensemble des facteurs liés aux différentes chaînes énergétiques.

