

**ThermExcel**

# **Présentation du programme BilanExploit**

**Calcul des bilans d'exploitation**

Jean Yves MESSE – THERMEXCEL  
Copyright © 2004 - 2013 – ThermExcel - All Rights Reserved

## PRESENTATION DU PROGRAMME BilanExploit

### Caractéristiques et fonctions du programme

Le programme BilanTherm est pourvu d'une commande barre personnalisée donnant accès aux différentes procédures, boîtes de calculs et macro-commandes.

Les fichiers de travail sont créés séparément permettant d'alléger le stockage des données.

Le fichier de travail peut être constitué de différentes feuilles de calcul. Vous pouvez à partir du même fichier, insérer une nouvelle feuille de calcul ou dupliquer la feuille de calcul en cours pour une étude similaire et apporter les modifications complémentaires par la suite.

### Intégration de la barre d'outils personnalisée du programme de calcul

Les procédures et les fonctions dans un fichier add-in ajoutent des commandes optionnelles dans l'environnement de Microsoft Excel.

Par exemple sur Excel 2007 / 2010, la barre de commande est accessible en cliquant sur l'onglet « Compléments » qui est disponible après avoir chargé le programme de calcul et activé les macros

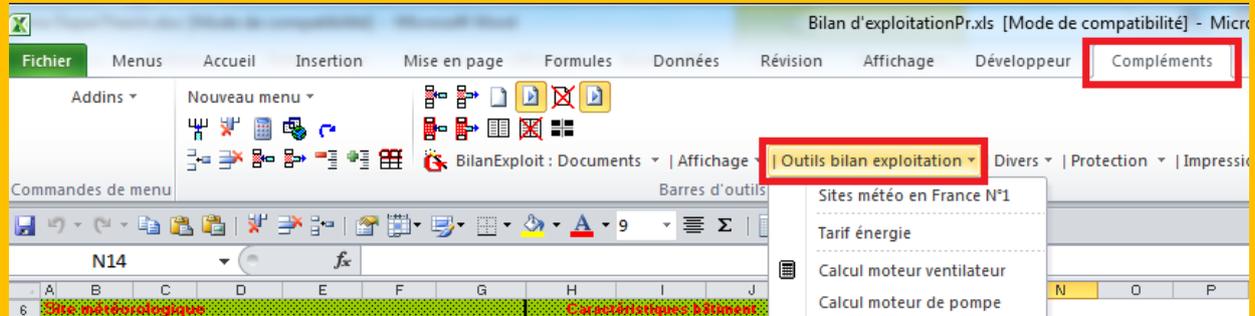
Dans le cas présent, une barre d'outils personnalisée du programme DeperTherm de ThermExcel s'est rajoutée. (Ceci est valable également pour les autres programmes)

The screenshot displays the Excel interface with the 'Compléments' ribbon selected. A custom toolbar for 'BilanExploit : Documents' is visible, containing several icons for file and calculation management. The spreadsheet below shows data for a heating system, including station information, temperature corrections, and energy balance calculations.

Préchauffage	Émission	Apports extérieurs	Apports intérieurs
14	Chauffage par intermittence (dispositif de programmation par horloge jour/hebdomadaire)		
15	- Abaissement nocturne (sur 5 jours) .....	16,0 h	3,0 °C
17	- Abaissement hebdomadaire .....	Nbre jours	21
19	Apports internes (éclairage, occupants, etc.) et externes (ensoleillement) sur une base de 10h		2,0 °C

Sur cette barre d'outils personnalisée on peut accéder à différentes fonctions du programme.

On va en premier lieu cliquer sur « **Déperditions : Documents** » ou va s'afficher un menu déroulant et en cliquant sur « **Création d'un nouveau fichier de travail** » on va créer un document de travail qu'on pourra ensuite sauvegarder.



Toujours sur cette barre d'outils personnalisée on peut accéder à d'autres différentes fonctions du programme comme par exemple sur le menu déroulant « **Outils thermiques** » et bien d'autres encore.

**Codage des sites météo en France**

Eléments de base pour les calculs thermiques généralement adoptés dans les calculs d'installations de climatisation

- Te = Température extérieure °C selon Alt
- Te1 = Température extérieure de base °C
- Région = Région climatique
- Isol = Insolation annuelle (Kw/h)
- Alt = Altitude en mètres
- DJ = Degrés jours (base 18°C)
- Zone = Zone climatique
- Latitu = Latitude du site

N°	Département	Te1 °C	Localisation	Zone	Région	Alt - m	Te - °C	DJ-base	Latitud	Insol kWh
1	AIN	-10	Ambérieu	H1	V	253	-11	2625	46	2072
2	AISNE	-7	Eparey	H1	V	160	-7	2963	46	
3	AISNE	-7	St-Quentin	H1	V	98	-7	2724	50	1566
4	ALLIER	-8	Vichy	H1	V	430	-10	2508	46	1969
5	Alpes-Haute-Provence	-8	Allos	H2	V	1400	-20	3470	44	
6	Alpes-Haute-Provence	-8	St-André-les-Alpes	H2	V	904	-15	3323	44	
7	Hautes-Alpes	-10	Agnières-en-Devoluy	H1	V	1429	-22	3765	44	
8	Hautes-Alpes		Embrun	H1	V	870	-16	2870	44	
9	Hautes-Alpes		Gap-Ville	H1	V	871	-16	2789	44	
10	Hautes-Alpes		Gap-Col Bayard	H1	V	1248	-20	3605	44	
11	Hautes-Alpes		Laragne	H1	V	573	-11	2626	44	
12	Hautes-Alpes		Le Monédier-les-bains	H1	V	1447	-22	3735	44	2345
13	Hautes-Alpes		Le Monédier-Sasdrnières	H1	V	2000	-27	4475	44	
14	Hautes-Alpes		Orcières	H1	V	1300	-20	3586	44	

Cliquez avec la souris sur la ligne souhaitée et cliquez sur OK, les données de base seront imputées directement sur la feuille de travail

OK

©2001-2003 Jean Yves MESSE

Ou encore des boîtes à outils comme pour évaluer les puissances moteurs des ventilateurs ou pompes de circulation en fonction des débits et hauteur manométrique ou perte de charge aéraulique

### « Module de calcul moteur de pompe »

X

Dimensionnement moteur de pompe en circuit fermé

Unites de pression mbar (100 Pa ou 0,1 kPa)

Hauteur manométrique totale 300 mbar

Débit de base Q (voir formule empirique) 1000 m3/h

Rendement pompe ..... 60 %

Rendement transmission, marge sécurité 90 %

Aide ?

**Résultats des éléments hydrauliques**

Energie mécanique fluide 8,333 kWh

Rendement pompe & transmission 54,00 %

Energie utile absorbée arbre moteur . 15,432 kWh

Consommation énergie électrique (kVA/h) 20,46 kVA

**Résultats électriques moteur à charge nominale**

Puissance nominale moteur 18,50 kw

Rendement moyen du moteur 88,40 %

Puissance nominale active absorbée .. 20,928 kw

Facteur de puissance (Cos) 85,32 %

Puissance électrique nominale 24,529 kVA

Intensité nominale 230V 35,41 A Tri 400V

Moteur < 0.75 kw      Moteur > 0.5 kw

$$Q = \frac{P(w/h) \cdot 0.86}{\Delta T}$$

Formule empirique

Attention aux décimales.  
Virgule en Français et point en Anglais (voir configuration windows en paramètres régionaux)

Valider

OK

©2001 Jean Yves MESSE

### « Module perte de charge singulières »

X

Estimation de la puissance moteur du ventilateur

Unites de pression Pa (Pascal)

Perte de charge statique relevée ..... 200 Pa

Débit d'air (20° - 40° - 1.200kg/m3) 4000 m3/h

Vitesse de sortie d'air ouie ventilateur 9 m3/s

Rendement ventilateur ..... 60 %

Rendement transmission, marge sécurité 90 %

Aide ?

**Résultats des éléments aérauliques**

Pression dynamique ventilateur ..... 48,6 Pa

Energie mécanique fluide ..... 0,276 kWh

Rendement ventilateur & transmission 54,00 %

Energie utile absorbée arbre moteur .. 0,512 kWh

Consommation énergie électrique ..... 0,88 kWh

**Résultats électriques moteur à charge nominale**

Puissance nominale moteur (normalisée) 0,55 kw

Rendement moyen du moteur (r) ..... 74,81 %

Puissance nominale active absorbée .. 0,735 kw

Facteur de puissance (Cos) ..... 77,75 %

Puissance électrique nominale apparente 0,95 kVA

Courant nominal 230V 1,36 A Tri 400V

Moteur < 0.75 kw      Moteur > 0.5 kw

Attention : L'intensité du courant d'alimentation électrique doit être majoré de 50% dans le cas d'une installation de désenfumaoc conformément à la

Attention aux décimales.  
Virgule en Français et point en Anglais (voir configuration windows en paramètres régionaux)

Valider

OK

©2004 Jean Yves MESSE.

## BILAN D'EXPLOITATION CHAUFFAGE

### Calcul du bilan annuel de consommation (Energie prévisionnelle par saison de chauffe)

L'estimation d'une consommation moyenne totale d'énergie annuelle de combustible d'un bâtiment pour une installation dépend à la fois des déperditions de base calculées sur 1°C, des caractéristiques de l'installation, des **degrés-jours unifiés (DJU)**, cumulés sur une saison et du type d'énergie utilisée.

Les degrés jours unifiés permettent de connaître la sévérité du climat. Ils sont obtenus à partir des températures moyennes quotidiennes. Les degrés-jours sont calculés généralement sur une base de 18°C (d'où l'appellation DJU-base 18). Lorsque la température moyenne du jour est supérieure ou égale à 18°C, l'écart est compté nul. Les écarts quotidiens sont cumulés mensuellement, annuellement, ou par heure (Dh), ou sur les mois de la période de chauffage (Dju). On choisit d'effectuer les calculs sur une période allant du 1er octobre au 20 mai, soit 232 jours.

Les besoins énergétiques d'une saison pour un hiver moyen sont donnés par l'expression suivante:

$$B_{ch} = \frac{24 \cdot G_g \cdot V \cdot \sum_0^{232} (18 - t_e) \cdot N_{ch}}{1000 \cdot R_g}$$

- Bch = Bilan annuel de consommation en kWh / an
- 24 = Durée journalière de chauffage en heures
- Gg = Coefficient volumique global de déperditions (W/m<sup>3</sup> °C)
- V = Volume du local chauffé (m<sup>3</sup>)
- Σ = Exprime la sommation des écarts de températures entre l'intérieur à 18°C et l'extérieur (te) sur la base de 232 jours
- te = Température extérieure moyenne, égale à la demi-somme des valeurs maximales et minimales des températures extérieures durant la journée considérée (°C).
- Nch = Coefficient réducteur englobant à la fois le fonctionnement par intermittence, les apports internes (éclairage, occupants, etc.), les apports externes par ensoleillement (environ 0,75 pour l'habitation)
- Rg = Rendement général de l'installation regroupant les différents rendements (générateur, distribution, régulation, émission)

### Équivalences entre énergies

L'unité légale de l'énergie est le joule (J). L'unité usuelle généralement employée est le kilowatt-heure (kWh) qui vaut 3 600 000 J

La Tep (tonne-équivalent-pétrole) : Unité de comptage d'énergie, qui permet de comparer le contenu énergétique de mètres-cubes de gaz, de kilowatt-heures électriques, de stères de bois, à une tonne de pétrole.

- La tonne équivalent pétrole (tep) = 10 000 thermies PCI ou 11 620 kWh (41,86 Gigajoules (Gj) )
- 1 méga-tep (Mtep) =  $10^6$  tep
- 1 tonne de charbon = en moyenne 0,66 tep
- $10^6$  m<sup>3</sup> de gaz naturel = 0,855 tep
- 1 m<sup>3</sup> de bois = 0,25 tep (Deux tonnes de bois = 1 tonne de pétrole)

L'électricité n'est pas comptabilisée de la même façon : 1 tep vaut 4500 kWh (car il faut consommer 1 tep de pétrole pour produire 4500 kWh électriques dans une centrale thermique)

Type de combustible	Densité (kg/m <sup>3</sup> )	PCI (MJ/kg)	PCI (kWh/kg)	PCI - kWh/unité	Tep
Fuel domestique (gasoil)	840	41,83	11,62	9,76 litre	1
Gaz naturel à 15°C	0,719	49,6	13,77	9,9 m <sup>3</sup> (n)	--
Propane à 15°C	1,876	46	12,78	23,98 m <sup>3</sup> (n)	--
Butane à 15°C	2,464	45,50	12,64	31,14 m <sup>3</sup> (n)	--
Charbon	700-800	23,98-27,72	6,66-7,7	4,66-6,16 dm <sup>3</sup>	0,66
Bois	350 - 1100	10,8-21	3 - 5,83	1,5-2,92 dm <sup>3</sup>	0,3

\* PCI = pouvoir calorifique inférieur

### Programme de calcul BilanExploit

Le programme de calcul BilanExploit détermine automatiquement un bilan de consommation totale de différents types d'énergies qui peuvent être utilisées dans un bâtiment, à savoir :

- le bilan thermique annuel
- le bilan des dépenses financières annuelles

En complément, Il intègre également tous les équipements hydrauliques complémentaires, tels que :

- le(s) pompe(s) de circulation d'eau des circuits hydrauliques (vous imputez le débit et la HM de la pompe simplement).

- le(s) bruleur(s) de chaudière(s)

Concernant les déperditions, vous pouvez imputer soit :

- les déperditions totale du bâtiment que vous avez estimé.
- le G1 = Coefficient volumique des déperditions (W/m<sup>3</sup> °C) - Uniquement les déperditions au travers des parois sans renouvellement d'air
- le GV = Coefficient volumique des déperditions (W/m<sup>3</sup> °C) y compris le renouvellement d'air.

Si cette valeur est :

- > à 10, il sera considéré comme des déperditions y compris le renouvellement d'air.

Site météorologique		Caractéristiques bâtiment	
Station météo (N° de SITE)	62	Dju(18°C)=	3022
- Département :	CORSE	T° ext. Base à -200m =	-2,0 °C
- Localisation :	Albertacce-Sopaja	Altitude =	1074 m
		Correction température	-7,0 °C
		J. chauffés	222
		Déperditions (W/h)	4446
		Volume chauffé (m <sup>3</sup> ) =	300
		Renouvellement air non intégré	0,6
		Gg (G1 + vol/h x 0,34) =	0,59
		Estimation déperditions (W/h) =	4446

- < à 10, il sera considéré comme un coefficient volumique (GV ou G1)

Site météorologique		Caractéristiques bâtiment	
Station météo (N° de SITE)	62	Dju(18°C)=	3022
- Département :	CORSE	T° ext. Base à -200m =	-2,0 °C
- Localisation :	Albertacce-Sopaja	Altitude =	1074 m
		Correction température	-7,0 °C
		J. chauffés	222
		G1 (W/m <sup>3</sup> °C)	0,4228
		Volume chauffé (m <sup>3</sup> ) =	300
		Renouvellement d'air (vol/h)	0,5
		Gg (G1 + vol/h x 0,34) =	0,59
		Estimation déperditions (W/h) =	4446

Ordre d'idée pour le GV (Coefficient volumique des déperditions en W/m<sup>3</sup> °C) :

- Logement neuf isolé - GV = 0,7 à 0,9 en W/m<sup>3</sup> °C
- Logement ancien isolé - GV = 0,8 à 1,1 en W/m<sup>3</sup> °C
- Logement ancien non isolé GV = 2 à 3,5 en W/m<sup>3</sup> °C

Pour le G1 (Coefficient volumique des déperditions en W/m<sup>3</sup> °C), plus le volume du bâtiment est important et plus le G1 sera faible.

- Bâtiment du tertiaire neuf isolé - G1 = 0,25 à 0,5 + renouvellement d'air 0,25 à 0,4 en W/m<sup>3</sup> °C
- Bâtiment du tertiaire ancien isolé - G1 = 0,4 à 0,6 + renouvellement d'air 0,25 à 0,4 en W/m<sup>3</sup> °C
- Bâtiment du tertiaire ancien non isolé - G1 = 0,8 à 1,5 + renouvellement d'air 0,25 à 0,4 en W/m<sup>3</sup> °C

Avec le coefficient G1, vous devez en principe l'associer avec le renouvellement d'air du bâtiment.

$$Gg = G1 + (\text{volume chauffé} * \text{taux de renouvellement d'air en vol/h} * 0,34)$$

Exemple de calcul d'un bilan annuel de consommation d'énergie sur Excel.

Site météorologique				Caractéristiques bâtiment			
Station météo (N° de SITE)	253	Dju(18°C)=	2372	GV (W/m <sup>3</sup> °C)	0,8		
- Département :	VAL-DE-MARNE	T° ext. Base à -200m =	-7,0 °C	Volume chauffé (m <sup>3</sup> ) =	300		
- Localisation :	Paris-Orly *	Altitude =	89 m	Renouvellement d'air (vol/h)	0,80		
		Correction température	-7,0 °C	Gg (GJ ou GV + vol/h x 0,34) =	6000		
		J. chauffés	222	Estimation déperditions (Wh) =	6000		
Pondération (Intermittence + Apports internes)							
Chauffage par intermittence (dispositif de programmation par horloge jour/hebdomadaire)							
	Période concernée	température	coef. minorat	pondération	Nch		
- Abaissement nocturne (sur 5 jours) .....	16,0 h	8,0 °C	0,681	0,788			
- Abaissement hebdomadaire .....	Nbre jours	2 j	0,681		0,757		
Apports internes (éclairage, occupants, etc.) et externes (ensoleillement) sur une base de 10h				2,0 °C	0,308		
CALCUL BILAN D'EXPLOITATION				GAZ (G.N)	FUEL	Propane cuv	Electricité
Rendement installation	Régulation	contrôle	Rr	0,95	0,95	0,95	0,97
	Distribution	bitube	Rd	0,95	0,95	0,95	0,98
	Émission	radiateur	Re	0,95	0,95	0,95	0,97
	Génération	haut rendement	Rc	0,92	0,90	0,92	1,00
	<b>Rendement global</b>		<b>Rg</b>	<b>0,79</b>	<b>0,77</b>	<b>0,79</b>	<b>0,92</b>
- Coef. réducteur (Nch) (apports internes éclairage, apports externes, ensoleillement, intermittence, etc.) ..	Nch	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
- Bilan thermique annuel = (24 . Gg . V . Dju . Bcg) / (1000 . Rg)	Bch	11 908 Kw	12 173 Kw	11 908 Kw	10 187 Kw		
- Pouvoir calorifique du combustible (P.C.I.) .....	PCI	9,90 KJ/Nm <sup>3</sup>	9,76 KJ/lit	24,00 KJ/Nm <sup>3</sup>			
- Rapport P.C.I / P.C.S .....		0,900	0,935	0,900			
- Masse volumique du combustible (Densité) .....	kg/m <sup>3</sup>	0,71	840,00	1,88			
- Consommation de combustible .....		1203 Nm <sup>3</sup>	1247 lit	436 Nm <sup>3</sup>			
- Date tarif ou distributeur .....		01-janv-04	01-janv-04	01-janv-04	01-janv-04		
- Prix du combustible unitaire .....	Euro-TTC	0,36 l/m <sup>3</sup>	0,54 l/lit	1,80 l/m <sup>3</sup>			
- Prix du combustible liquide ou gazeux (sur Pci) .....	Contr-TTC	3,60 ct/kWh	5,50 ct/kWh	7,50 ct/kWh			
- Prix kWh électrique (heures creuses) - Contr TTC .....		35¢					6,30 ct/kWh
- Prix kWh électrique (heures pleines) - Contr TTC .....	Contr-TTC						10,40 ct/kWh
<b>DEPENSE ENERGIE en Euro TTC</b> .....		428,69	669,49	893,10	913,22		
<b>Prime fixe annuelle</b> .....		120,00		240,00	150,00		
Dépenses des équipements thermiques							
<b>Dépense énergie circulateur - Circuit N°1</b>							
	Puir. inst.	Ht.m.(mCE)	P. élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
	9,0 Kw	15	0,053 KVA	222,0 jours	284,728	25,53	25,53
<b>Dépense énergie circulateur - Circuit N°2</b>							
	Débit d'eau l/h	Ht.m.(mCE)	P. élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
	0 l/h	15	0,000 KVA	222,0 jours	0	0,00	0,00
<b>Dépense énergie circulateur - Circuit N°3</b>							
	Débit d'eau l/h	Ht.m.(mCE)	P. élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
	0 l/h	15	0,000 KVA	222,0 jours	0	0,00	0,00
<b>Dépense énergie circulateur de recyclage</b>							
	Débit d'eau l/h	Ht.m.(mCE)	P. élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
	0 l/h	5	0,000 KVA	222,0 jours	0	0,00	0,00
<b>Ramonage, entretien brûleur et chaudière</b>							
						120,00	120,00
<b>BILAN DES DEPENSES ANNUELLES</b>				694,21	815,02	1278,62	1063,22
Taxes locales							
<b>TOTAL (TTC)</b>				694,21	815,02	1278,62	1063,22

Comparatif des dépenses en chauffage intégrant toutes les dépenses annexes de fonctionnement pour un pavillon situé en région parisienne avec un volume chauffé de 300 m<sup>3</sup> et un coefficient volumique global de déperditions de 0,80 W/m<sup>3</sup> °C pour différents types d'énergies, à savoir :

- Chauffage électrique : 1063,22 €
- Chauffage au gaz naturel : 694,02 €
- Chauffage au gaz propane : 1278,62 €
- Chauffage au fuel domestique : 815,02 €

Dans le programme BilanExploit est intégré une bibliothèque de sites météo définissant les paramètres climatiques adoptés pour le calcul de bilan annuel de consommation d'énergie. La bibliothèque comprend environ 200 sites répertoriés.

**Codage des sites météo en France**

Eléments de base pour les calculs thermiques généralement adoptés dans les calculs de bilans d'exploitation.  
Ces valeurs doivent être corrigées si nécessaire dans la feuille de travail

Te = Température extérieure de base °C  
Te1 = Température extérieure °C à -200m  
Alt = Altitude du site en m  
DJ base 18 = Degrés-jours unifiés à 18°C

	Département	N° dé	Localisation	Te1 °	Zon	Alt - m	Te - °	DJ-base 18°	Latitude	Insol kWh
51	CHARENTE	16	Angoulême	-5	H2	83	-5	2136	45	2017
52	CHARENTE	16	Cognac		H2	30	-5	2077	45	2017
53	Charente-Maritime	17	La Rochelle	-4	H2	7	-4	2025	46	2319
54	CHER	18	Bourges-météo	-7	H2	157	-7	2453	47	1783
55	CORSE	20	Ajaccio-Campo del Oro	-2	H3	4	-2	1531	42	2790
56	CORSE	20	Albertacce-Sopaja		H3	1074	-7	3022	42	
57	CORSE	20	Calvi-Ste-Catherine		H3	57	-2	1384	42	
58	CORSE	20	Carbini-Marghèse		H3	980	-6	2774	42	
59	CORSE	20	Sila-Canale		H3	360	-3	1538	42	
60	CORSE	20	Sartène-Madonina		H3	50	-2	1741	42	
61	CORSE	20	Solenzara		H3	17	-2	1305	42	
62	COTE-D'OR	21	Baigneux-les-Juifs		H1	409	-12	2868	42	
63	COTE-D'OR	21	Dijon-Longvic		H1	220	-11	2675	47	2044

Cliquez avec la souris sur la ligne souhaitée et cliquez sur OK, les données de base seront imputées directement sur la feuille de travail

©2001-2003 Jean Yves MESSE

## Comparaisons des énergies

Comparatif selon le type d'énergie utilisée

Energie	Les "plus"	Les "moins"
<b>Electricité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible coût de travaux d'installation.</li> <li>• Large gamme de prix : du moins cher au plus cher.</li> <li>• Pas de danger de stockage ou de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abonnement double tarif (heures creuses) : 339,1 €/an,</li> <li>• Coût du kWh élevé (de <b>0,063 €</b> à <b>0,103 €</b>)</li> <li>• Chauffage par convection moins confortable</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>combustion.</li> <li>Energie non polluante</li> </ul>	
<b>Gaz naturel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une des énergies les moins chères au kWh (<b>0,034 €</b> environ)</li> <li>Pas de stockage d'énergie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coût d'investissement assez élevé des travaux d'installation (installation thermique, conduit de fumée, local chaufferie éventuellement)</li> <li>Disponible que dans 7100 communes françaises.</li> <li>Abonnement : <b>160 €</b>/an en moyenne.</li> <li>Encombrement dans le cas d'une chaudière au sol</li> <li>Entretien annuel de la cheminée + chaudière (<b>125 €</b> environ)</li> </ul>
<b>Fioul</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas d'abonnement.</li> <li>Coût du kWh relativement peu élevé mais en hausse (autour de <b>0,042 €</b>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coût relativement élevé des travaux d'installation (installation thermique, conduit de fumée, stockage fuel, local chaufferie éventuellement)</li> <li>Emplacement pour la cuve de stockage.</li> <li>Encombrement dans le cas d'une chaudière au sol</li> <li>Entretien annuel de la cheminée + chaudière (<b>125 €</b> environ)</li> <li>Energie polluante.</li> </ul>
<b>Propane</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponible dans les endroits les plus isolés.</li> <li>Pas d'abonnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coût relativement élevé des travaux d'installation (installation thermique, conduit de fumée, stockage fuel, local chaufferie éventuellement)</li> <li>Coût du kWh relativement cher (<b>0,07 €</b>),</li> <li>Stockage en citerne, obligatoirement à l'extérieur.</li> <li>Location stockage (de 200 € à 250 € par an) ou consigne (de 915 € à 1 525 € par an) pour la citerne.</li> <li>Encombrement dans le cas d'une chaudière au sol</li> <li>Entretien annuel de la cheminée + chaudière (<b>125 €</b> environ)</li> </ul>
<b>Bois</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Complément de chauffage très souple.</li> <li>Assez bon marché (entre 36,60 € et 53,40 € le</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réservé à des habitations de petite taille et occupés brièvement (chalets, par exemple)</li> <li>Stockage du combustible nécessaire.</li> <li>Ramonage obligatoire (entre 65 € et 160</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>stère), soit <b>0,05 €</b>le kWh</li> <li>Souvent gratuit, en réalité...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>€)</li> <li>Risque d'incendie.</li> </ul>
--	--	--

énergie	électricité	gaz propane (cuve)	fioul domestique	gaz naturel (" de ville ")	bois
coût du kilowattheure (1)	0,103 / 0,063	0.07	0,042	0,034	0,022 ~ 0,030
frais annuels typiques (abonnement, location)	104 ~ 195	240		117	
Entretien (cheminée, chaudière)		125 €	125 €	125 €	70 €
convecteurs, panneaux rayonnants	oui				
radiateurs à accumulation	(rénovation)				
plancher chauffant	oui	oui	oui	oui	
chauffage central (radiateurs)	(peu d'intérêt)	oui	oui	oui	(contraignant)
poêle, cheminée			oui		oui

(1) tarif "jour" et "nuit" pour l'électricité (avec abonnement double tarif), TVA et taxes locales incluses.

## Le chauffage électrique

Le chauffage électrique représente aujourd'hui presque un tiers du mode de chauffage utilisé pour les maisons individuelles.

### L'abonnement

Pour optimiser ses dépenses, il s'agit d'opter pour un abonnement et une puissance adaptés à ses besoins.

Le tarif de base convient pour une petite installation (éclairage, d'appareils ménagers) (0,10 Eur/Kwh, abonnement annuel p.ex. 95 Eur pour une puissance de 6 KVA).

Le tarif heures creuses s'impose dès lors que vous possédez un chauffe-eau électrique à accumulation et/ou un chauffage électrique (0,06 Eur/Kwh les 6 heures creuses de nuit et 0,10 Eur les 18 heures pleines, abont ann p.ex. 210 Eur pour 9 KVA)

Le tarif tempo est intéressant si vous faites installer un chauffage principal à l'électricité et un chauffage secondaire à utiliser les 22 jours "rouges" (par exemple une cheminée avec récupérateur de chaleur). Ce sont généralement les jours les plus froids de l'hiver. 6 tarifications

sont appliquées selon les heures creuses/pleines et les jours bleu ; blanc ; rouge (de 0,06 à ... 0,46 € le kilowattheure).

### **Le gaz propane**

C'est une énergie propre, stockée dans une cuve à l'air libre ou enterrée. Elle permet d'assurer le chauffage, l'eau chaude et la cuisson. Par contre, son prix a fortement augmenté ces dernières années la rendant moins intéressante que les solutions basées sur des pompes à chaleur. De plus, la citerne impose soit une location (230~380 Eur/an) soit une consigne (700~1400 Eur).

### **Le fuel domestique**

Le fioul demeure bon marché mais son prix subit les fortes fluctuations du prix du pétrole

Les chaudières modernes ont un très bon rendement (85 %). Il peut assurer la production d'eau chaude mais pas la cuisson. Il faut aussi prévoir une cuve (p.ex. 900 Eur pour une cuve de 1500 litres à enterrer, soit de 2000 à 2500 Eur pose comprise). L'investissement chaudière-ballon d'eau chaude sera plus important que pour le gaz.

### **Le gaz naturel**

C'est actuellement l'énergie fossile la moins chère. Son principal inconvénient est qu'elle ne concerne que les habitations à proximité du réseau GDF (généralement en milieu urbain ou péri-urbain). L'abonnement annuel est de l'ordre de 160 Eur.

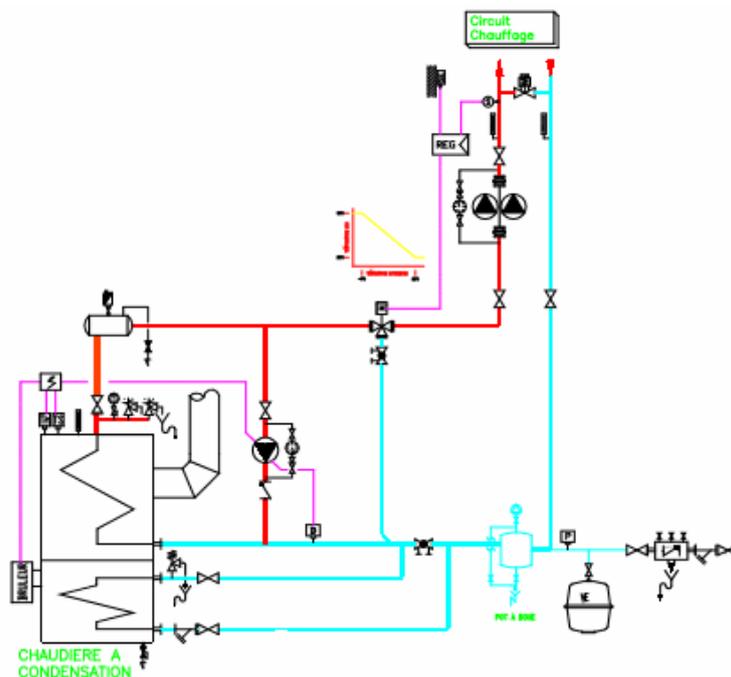
## **Chaudière à condensation**

La chaudière gaz à condensation est de loin la chaudière ayant le meilleur rendement.

Durant la saison de chauffe, dans une installation où les corps de chauffe ont été dimensionnés en régime 90°/70° (départ/retour), le rendement utile (sur PCI) d'une chaudière à condensation varie de 95 % (lorsqu'elle ne condense pas car la température de l'eau est trop élevée) à 110 % (voire même plus). On peut comparer ce chiffre aux meilleurs rendements utiles des chaudières traditionnelles haut rendement : 92 .. 94 %.

Le gain obtenu sur le rendement saisonnier et donc sur la facture énergétique en choisissant une chaudière à condensation plutôt qu'une chaudière traditionnelle haut rendement peut donc varier entre : 1 et 14 %.

Une chaudière à condensation n'est efficace que si elle est alimentée avec une eau à basse température, en tout cas inférieure à la température de rosée des fumées (de 53 à 58°C pour les fumées issues de la combustion du gaz naturel). Plus la température d'eau de retour est froide, plus la quantité de fumée condensée est importante et meilleur est le rendement.



### Synoptique chaufferie avec 1 chaudière à condensation avec 2 échangeurs dissociés

Si on compile ces informations et le résultat des programmes de simulation de certains fabricants, on peut dire que 6 .. 9 % d'économie sur la consommation annuelle sur une chaudière à haut rendement est un ordre de grandeur réaliste pouvant être utilisé pour guider le choix de la nouvelle chaudière (voire peut-être un peu plus pour les meilleures installations).

Avec le programme BilanExploit, il suffit simplement d'effectuer le bilan d'exploitation avec une chaudière normale et ensuite d'évaluer le gain du coût de consommation d'énergie avec une chaudière à condensation sur une base de 6 à 9 % (chaudière à rendement) où 10 à 16% (chaudière traditionnelle). Cette valeur permettra de connaître le retour sur investissement en effectuant une comparaison avec le sucoût de l'installation (différence de prix avec une chaudière à haut rendement où chaudière traditionnelle, raccordement hydraulique du 2ème échangeur, soupape de sécurité, vannes, surcoût du conduit de fumée, etc.)

### Maintenance et économies réalisées

- Calorifugage des canalisations: 3%
- Pose d'un thermostat d'ambiance: 10%
- Pose d'un thermostat d'ambiance programmable: 15%
- Remplacement d'un brûleur ou chaudière usagé (+ de 12 ans): 20 à 30%

### Isolation thermique

- Toiture et comble: Peu coûteuse et très efficace
- Extérieure : Efficace mais reste assez chère
- Intérieure: Moins onéreuse mais moins efficace

### **Comment faire simplement des économies d'énergies.**

Au delà de 17 à 18 °C de température ambiante, 1 degré supplémentaire augmente la facture de chauffage de 7%, chauffer à 22,23°C coûte 2 fois plus cher que de chauffer à 15/16°C.

---

## **Diagnostic et Certificat de performance énergétique**

La récente loi de simplification du droit institue un diagnostic immobilier de plus, qui doit indiquer la consommation d'énergie nécessaire pour une utilisation standardisée du bien. Sa durée de validité est de 10 ans. Dès le 1er juillet 2006, il faudra annexer ce diagnostic à toute vente immobilière. Et, à compter du 1er juillet 2007, c'est à tout contrat de location qu'il faudra le joindre.

### **Qu'est ce que la performance énergétique ?**

La performance énergétique d'un bâtiment est la quantité d'énergie effectivement consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation standardisée à partir de valeurs de référence. Le diagnostic devra être accompagné de recommandations visant à l'amélioration de la performance.

### **Dans quel cas devra t-on effectuer un certificat de performance énergétique ?**

Lors de la construction ou de l'extension d'un bâtiment, le maître d'ouvrage devra établir le diagnostic qui devra être remis au plus tard le jour de la réception au propriétaire. En cas de vente (1er juillet 2006) ou de location (1er juillet 2007) d'un bâtiment, un certificat de performance énergétique devra être effectué (dans ce dernier cas aux frais du bailleur). Le diagnostic n'aura qu'une valeur informative. A la différence d'autres diagnostics, comme le diagnostic termites ou le diagnostic plomb, l'acquéreur ou le locataire ne pourra s'en prévaloir à l'encontre du propriétaire.

### **De quoi s'agit-il ?**

En un mot, l'idée (issue d'une directive européenne) est la suivante :

- Lorsque vous achèterez ou louerez un logement le vendeur ou bailleur, devra vous faire savoir quelle sont les " performances " énergétiques du local, ceci pour vous donner une idée des charges qui vous attendent. Il devra donc vous remettre un " certificat " (de performance énergétique) établi à la suite d'un " diagnostic ".
- Ainsi, au cas où la performance sera médiocre, cela pourra donner des arguments soit pour négocier à la baisse, soit pour ne pas conclure l'affaire.

- Par ailleurs, cela pourra aussi inciter les vendeurs et bailleurs à améliorer les performances énergétiques de leur logement pour mieux valoriser celui-ci.

Conséquences possible : moins de charges pour les uns ; moins d'émissions de gaz carbonique pour tous, donc moins de problèmes pour notre pauvre planète.

### **Programme BilanExploit**

Le programme BilanExploit est à même de fournir le diagnostic de performance énergétique à partir d'un calcul initial de déperditions fait au préalable ou sur des ratios proposé dans le programme BilanExploit.

En outre ce calcul doit être accompagné des recommandations destinées à améliorer la performance énergétique, permettant ainsi, en cas de travaux ou de remplacement d'équipements, d'optimiser les interventions pour maîtriser la consommation énergétique et contribuer ainsi simultanément à réduire les charges pour les occupants et limiter les émissions de gaz à effet de serre.

---

## BILAN D'EXPLOITATION CLIMATISATION

### Therminologie bilan d'exploitation climatisation

Le COP (coefficient de performance) - C'est une mesure d'efficacité d'une pompe à chaleur. Il est déterminé en divisant le rendement d'énergie de la pompe à chaleur par l'énergie électrique requise pour faire fonctionner la pompe à chaleur, à une température spécifique (généralement mesuré à une température de 8°C). Plus le COP est élevé et plus la pompe à chaleur est performante. Le COP ne tient pas compte de la consommation d'électricité des pompes ou des ventilateurs centraux.

$$COP = \frac{\text{Energie thermique restituée (Watts/heure)}}{\text{Puissance électrique consommée (Watts)}}$$

Le EER (Energy Efficiency Rating) - Il est une pratique courante dans l'industrie d'exprimer le rendement énergétique en mode refroidissement par l'EER (en anglais, energy efficiency ratio). Mesure la puissance frigorifique d'un climatiseur pour chaque unité d'énergie électrique consommée lorsqu'il fonctionne sans arrêt (généralement mesuré à une température de 28°C). Plus le EER est élevé, plus le système est efficace. Exemple de calcul du EER : Un climatiseur de fenêtre qui emploie 1 500 watts d'électricité produira 12 000 BTU (3516 Wh), pour un EER de 8,0 (12 000 divisé par 1 500). Un climatiseur utilisant 1200 watts et qui produirait aussi 12 000 BTU serait doté d'un EER de 10, donc, plus efficace.

$$EER = \frac{\text{Capacité de refroidissement (Btu / hour)}}{\text{Puissance électrique consommée (Watts)}}$$

$$EER = COP \text{ de refroidissement} * 3,412$$

$$COP \text{ de refroidissement} = \frac{\text{Capacité de refroidissement (Watts/heure)}}{\text{Puissance électrique consommée (Watts)}}$$

SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) - C'est le taux d'efficacité énergétique saisonnier. C'est la mesure de la puissance frigorifique d'un appareil durant toute une saison de refroidissement. Pour le calculer, on divise la capacité totale de l'appareil fournie pendant la saison (en BTU) par la quantité d'énergie consommée par l'appareil (en wattheures) durant cette période. Ce taux est calculé d'après une température estivale moyenne de 28 °C.

$$SEER = \frac{\text{Capacité de refroidissement (Btu/hour)}}{\text{Puissance électrique consommée (Watts) * (0,9 \text{ à } 0,95)}}$$

Degrés jours de Refroidissement (CDD) - Un paramètre basé sur la température moyenne de l'air quotidienne qui est employée pour estimer l'énergie nécessaire pour refroidir l'air d'intérieur à un

niveau confortable. CDDs sont calculés en soustrayant une la température de référence (24°C, par exemple) de la température moyenne de l'air quotidienne. Les jours quand la température moyenne est au-dessous de la température de référence, il n'y a aucun CDDs et le refroidissement n'est pas nécessaire.

### Méthode de calcul des coûts annuels d'énergie (Calcul du bilan annuel de consommation)

Les formules suivantes permettent d'évaluer approximativement les coûts d'utilisation d'une climatisation. La consommation réelle d'énergie varie en fonction de plusieurs facteurs.

#### Méthode de calcul des coûts annuels d'énergie

- Méthode des degrés-jours : Cette procédure simple exige de connaître uniquement deux paramètres pour évaluer la consommation annuelle d'énergie.

$$B_{\text{clim}} = \frac{24 * \text{CAP} * \sum_0^n (te - ti)}{(te - ti) * \text{COP} * R_g * 1000}$$

- CAP = Capacité de refroidissement de la climatisation en W/h, pour une température d'air extérieur (Fonction de l'emplacement géographique)
  - $\Sigma$  = Exprime la sommation des écarts de températures entre l'intérieur (ti) et l'extérieur (te) sur la base de n jours
  - ti = température ambiante de calcul (°C, en général 24°C)
  - te = température extérieure de calcul (°C) estivale pour l'emplacement considéré
  - COP (coefficient de performance de refroidissement)
  - Rg = Rendement général de l'installation regroupant les différents rendements (distribution, régulation, émission)
- Méthode horaire : Méthode de calcul en fonction du nombre d'heures de fonctionnement équivalent à pleine charge. A titre indicatif :
    - 1200 heures = Zone Sud ou Sud d'ouest de la France
    - 1000 heures = Zone du centre
    - 800 heures = Zone nord ou Ouest

### Programme de calcul BilanExploit

Le programme de calcul BilanExploit détermine automatiquement un bilan de consommation totale de différents types d'énergies pouvant être utilisé dans un bâtiment.

- le bilan thermique annuel
- le bilan des dépenses financières annuelles

Exemple de calcul d'un bilan annuel de consommation d'énergie sur Excel d'une installation de climatisation avec production d'eau glacée centralisée.

Site météorologique				Caractéristiques bâtiment			
Station météo (N° de SITE)	19	T° ext. Base à -200m =	32	Ratio climatisation (Wh/m2)	120		
- Département :	Alpes_Maritimes	Altitude =	211 m	Surface climatisée (m2)	5000		
- Localisation :	Grasse	Nombre de jours climatisés =	150	Total climatisation (Wh)	600000		
		Température de non climatisation	24 C	Total climatisation (Wh/C)	75000		
Bilan thermique climatisation =							
CALCUL BILAN D'EXPLOITATION CLIMATISATION				Bilan au m2		Bilan exploitation	
- Nombre d'heures de fonctionnement équivalent à pleine charge				----->			
- Degrés jours de refroidissement sur la base de 24 C				----->		334	
Rendement installation	Régulation	centralisée		Pr	0,97		
	Distribution	bitube		Pd	0,98		
	Embrion	Climatiseur		Pe	0,97		
	Groupe	Axiliaires, etc.		Pc	0,95		
	<b>Rendement global</b>			<b>Pg</b>	<b>0,88</b>		
- Bilan énergétique annuel (Puissance nette de refroidissement)				137,26 kW/m2		686 319 Kw	
- COP de refroidissement ou Coefficient de performance (COP = EER / 3,413)						2,8	
- Facteur de puissance (Cos) .....						0,91	
- Puissance électrique absorbée .....				59,74 kVA/m2		298 637 kVA	
- Date tarif ou distributeur .....				-----		01-janv-04	
- Prix k/w électrique (heures creuses) - Contr TTC.....				35%		6,30 ct/kWh	
- Prix k/w électrique (heures pleines) - Contr TTC.....				Contr-TTC		10,30 ct/kWh	
<b>DEPENSE ENERGIE en Euro TTC</b>				6,15 €/m2		30 765,74	
<b>Prime fixe annuelle</b> .....						400,00	
<b>Dépense des équipements thermiques</b>							
<u>Tour de refroidissement</u>							
Débit d'air m3/h	Ht.m (mCE)	intermit (I)	P.élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
434 118 m3/h	50 Pa	0,5	10,870 KVA	150,0 jours	19 566 kVA	0,40 l/m2	2 015,33
<u>Dépense énergie circulateur - Circuit de condensation (Tours)</u>							
Débit d'eau l/h	Ht.m (mCE)	intermit (I)	P.élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
139 320 l/h	15	0,5	10,834 KVA	150,0 jours	19 501 kVA	0,40 l/m2	2 008,60
<u>Dépense énergie ventilateur d'extraction d'air</u>							
Débit d'air m3/h	Ht.m (Pa)	intermit (I)	P.élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
30 000 m3/h	420 Pa	1	5,825 KVA	150,0 jours	20 972 kVA	0,43 l/m2	2 160,07
<u>Dépense énergie centrale d'air N°1</u>							
Débit d'air m3/h	Ht.m (Pa)	intermit (I)	P.élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
30 000 m3/h	420 Pa	0,5	5,825 KVA	150,0 jours	10 486 kVA		1 080,04
<u>Dépense énergie centrale d'air N°2</u>							
Débit d'air m3/h	Ht.m (mCE)	intermit (I)	P.élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
30 000 m3/h	420 Pa	0,5	5,825 KVA	150,0 jours	10 486 kVA	0,22 l/m2	1 080,04
<u>Dépense énergie centrale d'air N°3</u>							
Débit d'air m3/h	Ht.m (mCE)	intermit (I)	P.élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
10 000 m3/h	400 Pa	0,5	2,014 KVA	150,0 jours	3 625 kVA	0,07 l/m2	373,33
<u>Dépense énergie circulateur - Circuit hydraulique N°1</u>							
Débit d'eau l/h	Ht.m (mCE)	intermit (I)	P.élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
1 000 l/h	30	1	0,215 KVA	150,0 jours	775 kVA	0,02 l/m2	79,83
<u>Dépense énergie circulateur - Circuit hydraulique N°2</u>							
Débit d'eau l/h	Ht.m (mCE)	intermit (I)	P.élec KVA/h	Nbre. jours	KVA		
2 000 l/h	30	1	0,408 KVA	150,0 jours	1468 kVA	0,03 l/m2	151,24
<u>Humidificateur d'air</u>							

Comparatif des dépenses en chauffage intégrant toutes les dépenses annexes de fonctionnement pour un pavillon situé dans l'Arriège avec un volume chauffé de 300 m<sup>3</sup> et d'un coefficient volumique global de déperditions de 0,57 W/m<sup>3</sup> °C pour différents types d'énergie, à savoir :

## Outils de calculs d'équipements annexes

### Moteur ventilateur

La puissance motorisée peut être évaluée en fonction des éléments aérauliques tels que la perte de charge, le débit d'air véhiculé, le rendement du ventilateur, etc

**Estimation de la puissance moteur du ventilateur** [X]

Unités de pression : Pa (Pascal)

Perte de charge statique relevée ..... 200 Pa

Débit d'air (20° - 40° - 1.200kg/m<sup>3</sup>) 4000 m<sup>3</sup>/h

Vitesse de sortie d'air ouie ventilateur 9 m<sup>3</sup>/s

Rendement ventilateur ..... 60 %

Rendement transmission, marge sécurité 90 %

Aide [?]

**Résultats des éléments aérauliques**

Pression dynamique ventilateur ..... 48,6 Pa

Energie mécanique fluide ..... 0,276 kWh

Rendement ventilateur & transmission 54,00 %

Energie utile absorbée arbre moteur .. 0,512 kWh

Consommation énergie électrique ..... 0,88 kWh

**Résultats électriques moteur à charge nominale**

Puissance nominale moteur (normalisée) 0,55 kw

Rendement moyen du moteur (r) ..... 74,81 %

Puissance nominale active absorbée .. 0,735 kw

Facteur de puissance (Cos) ..... 77,75 %

Puissance électrique nominale apparente 0,95 kVA

Courant nominal ..... 230V 1,36 A Tri 400V

Moteur < 0.75 kw      Moteur > 0.5 kw

Attention : L'intensité du courant d'alimentation électrique doit être majoré de 50% dans le cas d'une installation de désenfumage conformément à la

Attention aux décimales.      [Valider]      [OK]

Virgule en Français et point en Anglais (voir configuration windows en paramètres régionaux)

©2004 Jean Yves MESSE.

### Moteur pompe de circulation

### Dimensionnement moteur de pompe en circuit fermé ✕

Unités de pression m eau (Mètre d'eau = 9807 Pa ou 9,8)

Hauteur manométrique totale  m eau

Débit de base Q (voir formule empirique)  m3/h

Rendement pompe .....  %

Rendement transmission, marge sécurité  %

Aide

**Résultats des éléments hydrauliques**

Energie mécanique fluide

Rendement pompe & transmission

Energie utile absorbée arbre moteur .

Consommation énergie électrique (kVA/h)

**Résultats électriques moteur à charge nominale**

Puissance nominale moteur

Rendement moyen du moteur

Puissance nominale active absorbée ..

Facteur de puissance (Cos)

Puissance électrique nominale

Intensité nominale  230V  Tri 400V

Moteur < 0.75 kw Moteur > 0.5 kw

$$Q = \frac{P(w/h) \cdot 0.86}{\Delta T}$$

Formule empirique

Attention aux décimales.  
 Virgule en Français et point  
 en Anglais (voir  
 configuration windows en  
 paramètres régionaux)

©2001 Jean Yves MESSE