



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

ESTIMATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

La méthode présentée permet d'obtenir des ordres de grandeur des consommations annuelles de chauffage en utilisant peu de paramètres. Les estimations obtenues reposent sur des conventions de calcul qu'il est utile de connaître.

L'évaluation des consommations est une **ESTIMATION**. L'objectif est de proposer une valeur la plus réaliste possible, tout en exprimant toutes les hypothèses de calcul et autre scénario d'occupation. Les résultats obtenus **servent à estimer** les dépenses mais aussi les économies que l'on peut envisager lors de modifications sur le bâti ou bien sur les installations elles mêmes.

1_ $kWh - kWh_{EP} - kWh_{CUMAC}$

Si l'unité des consommations est bien le « **kWh** », il convient de bien faire attention aux indices :

- **kWh** : Consommations réelles ou estimées
Elles correspondent à un fonctionnement d'une installation selon un mode d'utilisation se rapprochant de la réalité
- **kWh_{ep}** : Consommations d'Energie Primaire
Elles découlent d'un calcul « officiel » « réglementé ». Le résultat obtenu au cours d'un calcul ne peut **en aucun** cas être comparé à la valeur précédente.
L'intérêt principal est de ramener les consommations à la même énergie primaire : **le pétrole**
Son évaluation se réalise principalement au travers de logiciels spécialisés, basés sur les indications des ARRETES respectifs des réglementations et des DTU :
 - RT2000 : arrêté du 29 novembre 2000
 - RT2005 : arrêté du 01 septembre 2006
 - DTU Th Bat 2006
 - DPE
- **kWh_{cumac}** : CUMAC : **CUM**ulés et **ACT**ualisée.
Ils apparaissent principalement dans le cadre des Certificats d'Economies d'Energies (CEE). Ces certificats concernent principalement les fournisseurs d'énergies mais aussi les collectivités. Un certificat accordé signifie que tel organisme a mis en place un certain nombre d'éléments permettant d'atteindre une réduction de consommations fixées.

Dans la suite de ce cours, nous nous intéresserons au calcul des consommations en kWh.



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

2_ EVALUATIONS DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DE CHAUFFAGE EN KWH (HORS SYSTEME DE CLIMATISATION)

Le calcul rapide de la consommation énergétique pour le chauffage des locaux s'effectue selon l'expression traditionnelle suivante :

$$C_{ch} = P \text{ (kW)} \times \text{durée de fonctionnement}$$

Exemple : Puissance d'un moteur de ventilateur d'une puissance électrique de 5 kW
Temps de fonctionnement : 8h/jour 30 jours/mois sur 1an

$$C_{ch} = 5 \times 8 \times 30 \times 12 = 14400 \text{ kWh/an}$$

Toutefois, on peut aller plus loin dans l'évaluation des consommations connaissant d'autres paramètres, tels que :

- les températures extérieures et intérieures - B_{ch} : besoins annuels de chauffage
- L'évolution de la température extérieure - R_{ch} : rendement moyen annuel de l'installation
- Le rendement des systèmes de production, distribution, régulation et émission
- La structure du bâtiment étudié

Pour cela, on étudie les consommations « approchées » par :

$$C_{ch} = \frac{B_{ch}}{R_{ch}} \quad [\text{kWh/an}]$$

Plusieurs difficultés doivent être surmontées pour que ces formulations soient réalistes :

- Prendre en compte de manière réaliste l'occupation intermittente des locaux, (exemple des horaires d'ouverture et fermeture de bureaux)
- Mieux prendre en compte les économies engendrées par les systèmes de gestion (exemple du ralenti de nuit)

En outre, si le chauffage est à dominante électrique, le passage des kWh à des euros pose le problème des différents tarifs horo-saisonniers qu'il faut pondérer afin de formuler des tarifs moyens annuels. Les coûts des énergies sont donnés dans le **tableau 1**.

PRINCIPE

Cette approche consiste à adopter une démarche semblable à celle du calcul réglementaire pour l'habitat.

$$B_{ch} \text{ s'exprime par : } B_{ch} = 24 \times j \times D_j \times \frac{(DP + DR)}{1000} \quad [\text{kWh/an}]$$

- DP : déperditions moyennes du local ou de la zone considérée, [W/K].

$$DP + DR = GV$$

DP est calculé comme le coefficient réglementaire GV (réglementation 1988) pour les bâtiments d'habitation (ou G1 pour les autres locaux)

$$DP = U_{bat} \times S_{bat}$$

Selon la RT2005, où U_{bat} est le coefficient de déperditions moyen de l'enveloppe du bâtiment, en [W/m²K] et S_{bat} la surface totale des parois déperditives prises en compte.



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

Il est possible d'introduire deux coefficients **DP** : DP_{occ} pour les périodes d'occupation et DP_{inoc} pour le reste du temps. **DP** sera alors une combinaison, selon les durées, de DP_{occ} et DP_{inoc} .

Le cas typique d'une variation de DP est la fermeture automatique centralisée des volets roulants des ouvertures !!

- **DR** : déperditions moyennes liées au renouvellement d'air et à la perméabilité de l'enveloppe [W/K].
- **DR** peut aussi se décliner en DR_{occ} et DR_{inoc} . DR est a priori connu puisque ses valeurs dépendent de contraintes réglementaires (Code du Travail, RSDT).

En dehors des bâtiments à occupation continue, la pratique de l'intermittence de la ventilation en hiver est une importante source d'économie d'énergie. En particulier, dans certains bâtiments, DR peut représenter plus de 80% des déperditions totales.

- DJx représente les degrés-jours de base x, où x représente la consigne de chauffage en période d'occupation (voir **tableaux 4.1 à 4.5**).
- « j » est un facteur intégrant globalement l'intermittence du chauffage et les apports gratuits récupérés.
« j » est donné dans le **tableau 3**.

Les gestionnaires des parcs immobiliers établissent des valeurs de « j » d'après les bilans d'exploitation des bâtiments qu'ils gèrent. Ces coefficients expérimentaux leur permettent de repérer des dysfonctionnements ou de définir des contrats d'exploitation.

Mais ces résultats ne sont pas diffusés, d'une part parce qu'ils concernent des parcs particuliers de bâtiments, et d'autre part, parce qu'ils représentent un savoir-faire considéré comme non extrapolable.

Les facteurs « j » peuvent être définis dans le cas d'une estimation globale pour un bâtiment sans oublier que ce dernier peut comporter des zones à températures de consigne et horaire d'occupation très différents.

Il est néanmoins proposé ici une série de valeurs de « j » cohérentes avec la méthode de calcul détaillée. Des calculs ont été réalisés pour établir des corrélations exprimant « j ».

Différents paramètres, a priori du premier ordre, ont fait l'objet de variations : **site climatique**, type de **bâtiment ou de zone** (logement, bureaux, établissements scolaires, hôtels, bâtiments de soins, zone d'hébergement, gymnases), **DP** (isolation thermique très bonne, moyenne, quelconque), **inertie** (faible : 30 kg/m² surface utile ; moyenne : 55 kg/m²), **taux de vitrage** (m² vitrage/surface utile) moyen ou élevé, **durée de relance** du chauffage, **intermittence de la ventilation**.



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

HYPOTHESES POUR ETABLIR « J »

Les hypothèses conventionnelles choisies pour l'établissement de ces corrélations reposent sur les données rassemblées dans le **tableau 2**.

REMARQUE :

- Le choix de la température de consigne en périodes d'inoccupation à 8°C revient à couper le chauffage en fin de période d'occupation et à ne le remettre en marche que pour la relance durant les nuits de semaine, car dans un bâtiment neuf réglementairement isolé, la température ne baisse jamais jusqu'au seuil des 8°C. Ce dernier peut être atteint la nuit du dimanche au lundi auquel cas le chauffage fonctionnera pour maintenir cette température. Par ailleurs, aucune différence de stratégie de relance n'est prise en compte.

La méthode simplifiée proposée ne permet pas de définir un choix optimal économique dans le cas du chauffage électrique (longues périodes de maintien nocturne pour charger la structure du bâti durant les heures creuses et en conséquence puissance installée plus faible, ou bien, périodes de relance classiques avec une puissance installée plus importante).

- Les apports solaires sont considérés parvenir de vitrages ayant une surface totale de l'ordre de **20%** de la surface utile chauffée en logement, bureaux, enseignement et gymnases, **10%** en hôtels, **15%** en bâtiments de santé, de caractéristiques et de situation moyenne : orientations est/ouest, facteur solaire $F_{ts} = 0,45$, facteur de masque $F_e = 0,6$, rapport surface claire / surface tableau $RCL = 0,75$.

- Les périodes de chauffage ont été conventionnellement choisies selon les zones climatiques réglementaires :
Zone H1, du 1^{er} octobre au 15 mai
Zone H2, du 1^{er} octobre au 30 avril
Zone H3, du 1^{er} novembre au 30 avril

VALEURS DE « j »

Il est possible d'établir des corrélations linéaires pour évaluer des coefficients « j » en fonction du coefficient, $G_g = DP/V$, selon l'inertie, le taux de vitrage, l'intermittence de la ventilation et le site climatique.

Sur une plage de valeur de G_g entre 0,3 et 0,8 [$W/m^3.K$] qui correspond à la majorité des bâtiments, « j » s'expriment indépendamment des durées de relance.

Le **tableau 3** rassemble les valeurs de « j » pour l'application de la formule.

Nota :

En habitat individuel voire collectif, la valeur de « j » peut être estimée entre 0,65 et 0,9 suivant le type de production et le système de régulation envisagé ou existant.



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

DEGRES-JOURS

DEFINITION DES DEGRES JOURS

Au sens du « *Cahier des Clauses Techniques Générales* applicables aux marchés d'exploitation de chauffage avec ou sans gros entretien des installations publics » (Brochure J.O. n° 2008), on entend par **degrés-jours de base x (DJx)** la valeur moyenne sur la journée considérée de l'écart positif entre la température extérieure et la valeur x exprimée en degrés Celsius.

Les Degrés-Jours Unifiés (DJU) sont définis comme étant les degrés-jours calculés pour la base x = 18 [°C].

CALCUL DES DJU : DEGRES JOURS

UNIFIES

- **Par le COSTIC**
 T_{\min} : température minimale de la journée
 T_{\max} : température maximale de la journée
 - si $x \geq T_{\max}$ $DJx = x - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2}$ (cas fréquent en hiver)
 - si $x \leq T_{\min}$ $DJx = 0$ (cas exceptionnel de début ou de fin de saison de chauffe)
 - si $T_{\min} < x < T_{\max}$: $DJx = (x - T_{\min}) (0,08 + 0,42 \times \frac{x - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}})$
(cas possible en début ou fin de saison de chauffe)

- **Par METEO - FRANCE**

Les degrés jours de **METEO France** sont calculés d'après la formule suivante, quelles que soient les valeurs de T_{\min} et T_{\max}

$$DJx = x - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \quad \text{avec :}$$

- **Les DJU sur Minitel**

Un serveur de Météo-France diffuse sur 36-16 - DJU les valeurs des DJU calculées par la Météo et par le COSTIC. Les valeurs diffèrent puisque les méthodes de calcul diffèrent.

A noter que pour les marchés publics d'exploitation de chauffage **le CCTG** Cahier des Clauses Techniques Générales - **stipule** :

"Sauf disposition contraire du CCTP, les degrés-jours retenus pour le calcul des ajustements de prix sont ceux calculés et publiés par le COSTIC pour la station météorologique définie contractuellement ou, à défaut, la plus proche"

Différentes sources donnent les degrés-jours unifiés (DJU), c'est-à-dire de base 18°C.

Pour des calculs plus réalistes on trouve aussi les degrés jours à base 16°C, 19°C et 22°C,

Les **tableaux 4** proposent des valeurs de degrés-jours selon ces bases établies à partir des valeurs moyennes sur la période 1961-1990 des températures maximales T_{\max} et minimales quotidiennes T_{\min} et calculées avec les formules suivantes :

$$T_{\text{ext/h}} = T_{\max} - a \, dT / 100$$

Avec : $dT = (T_{\max} - T_{\min})$ valeurs de (T_{\max} et T_{\min}) obtenues via Météo France

a = Coefficient fonction du nombre d'heures écoulé depuis T_{\max}

A partir des **tableaux 4**, un bilan annuel se calcule sur une période de chauffage et selon les températures x de consigne en période d'occupation définies au **tableau 2**, en additionnant les **DJx** des mois considérés.



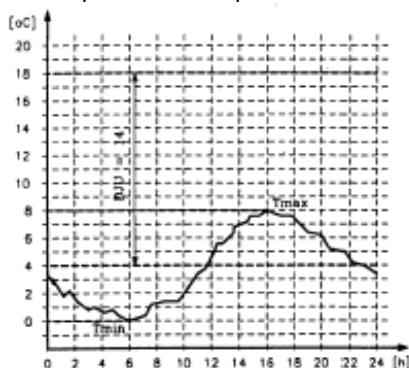
Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

Il est possible aussi d'extrapoler sur des périodes plus étendues (début et fin de période de chauffage plus longs) étant donné le faible impact qu'aurait une variation de « j ».

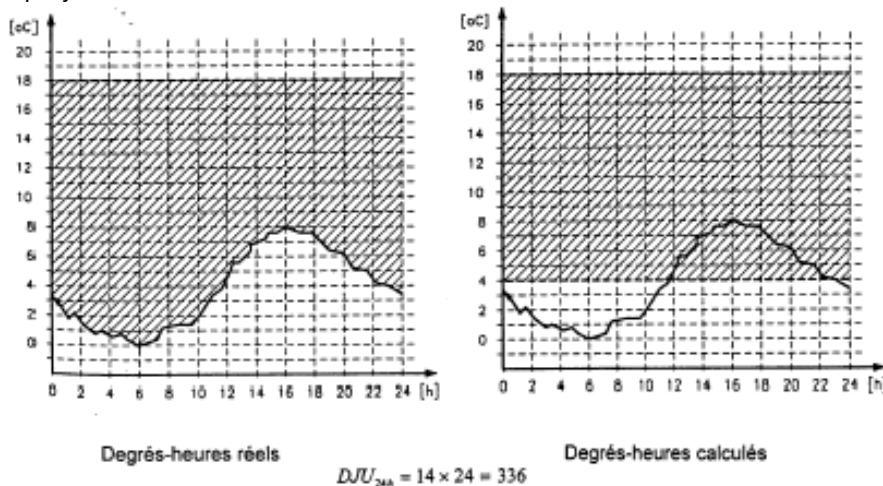
L'utilisation d'une température de 18 [°C] comme base pour les degrés-jours unifiés ne veut pas dire que les locaux sont chauffés à cette température. En effet, les consommations n'apparaissent pas proportionnelles à l'écart entre la température extérieure et la température de chauffage car les apports gratuits participent au chauffage. Pour des bâtiments classiques, c'est à dire sans apports gratuits spécifiques importants, le décalage est de l'ordre de 2 à 3 [°C].

EXEMPLE D'UTILISATION

Les degrés-jours journaliers sont obtenus à partir des températures minimale et maximale de la journée.



Pour les calculs de consommation, les formules utilisent un facteur « $24 \times DJ_U$ », qui **s'exprime en degrés-heures**, et qui correspond pour chaque journée à l'assimilation suivante





Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

CARTE DES STATIONS METEO



Une évaluation plus précise peut être effectuée avec les données météo d'une station donnée.



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

CALCUL DES CONSOMMATIONS

Après avoir estimé B_{ch} , il reste à définir R_{ch} , le rendement moyen annuel de l'installation.

En utilisant différentes sources, on peut estimer des fourchettes de rendements globaux intégrant les pertes de distribution, de génération et des régulations et émissions de chauffage non parfaites.

Le passage des kWh aux euros dans le cas de l'électricité nécessite la prise en compte de variations horo-saisonniers et du type de tarif utilisé. On peut utiliser les tableaux de répartitions.

Pour un type de générateur de chaleur donné, l'écart le plus important est souvent lié au réseau de distribution (température de distribution, niveau d'isolation, longueurs),

En choisissant des hypothèses d'équivalence de rendements moyens pour les quatre postes : émission, régulation, distribution et génération, on obtient les estimations du **tableau 5**.

ESTIMATION DES DEPENSES EN €

Dans la mesure où la valeur de B_{ch} est déterminée, C_{ch} est évaluée par $C_{ch} = \frac{B_{ch}}{R_{ch}}$ en kWh sur la période définie.

On utilisera alors le coût de chaque énergie.

$$C(\text{€}) = C_{ch} (\text{kWh}) \times \text{Coût} (\text{€/kWh})$$

Toutefois, le coût de certaines énergies telle que le FOD, est donné en €/litre ou €/kg gaz.

On devra utiliser les pouvoirs calorifiques des combustibles afin d'estimer le coût global.

Exemples :

PCI du FOD : **10 kWh/litres**

Pouvoir calorifique du bois
en fonction du poids ou du volume

Essence	Humidité % sur brut	PCI kWh/t	Plaquettes fines Coef. de foison. = 2,6		Plaquettes moyennes Coef. de foison. = 2,8	
			Masse volumique kg/m ³	Énergie volumique kWh/m ³	Masse volumique kg/m ³	Énergie volumique kWh/m ³
Bois dur	20	3 900	280	1 100	260	1 000
	30	3 300	310	1 000	290	950
	40	2 800	360	1 000	330	900
	50	2 200	430	950	400	900
Bois tendre	20	3 900	190	750	180	700
	30	3 300	210	700	200	650
	40	2 800	250	700	230	650
	50	2 200	300	650	280	600

source ADEME



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

TEMPS DE RETOUR BRUT SUR INVESTISSEMENT ET RENTABILITE

1) TEMPS DE RETOUR SUR INVESTISSEMENT :

Il représente le temps pour lequel l'investissement sur un matériel donné est absorbé par les économies réalisées. Il fait donc appel un système de référence qui servira de base comparative.

C'est ce genre de calcul qui est proposé dans les études de faisabilité, obligatoire dans le cadre de grosses rénovations et sur des projets neufs (SHON > 1000 m²).

Il a toutefois qu'une valeur indicative et ne devrait en aucun cas être le paramètre essentiel de choix de systèmes, car il ne tient pas compte :

- Du coût total de la réalisation hors coût du matériel étudié (MO, appareillages divers nécessaires, évolution du coût des énergies, ...)
- Des conditions d'utilisation réelles (taux d'utilisation : occupation, inoccupation, ...)
- Du coût de la maintenance obligatoire,
- Du taux de crédit envisagé,
- Du coût d'exploitation

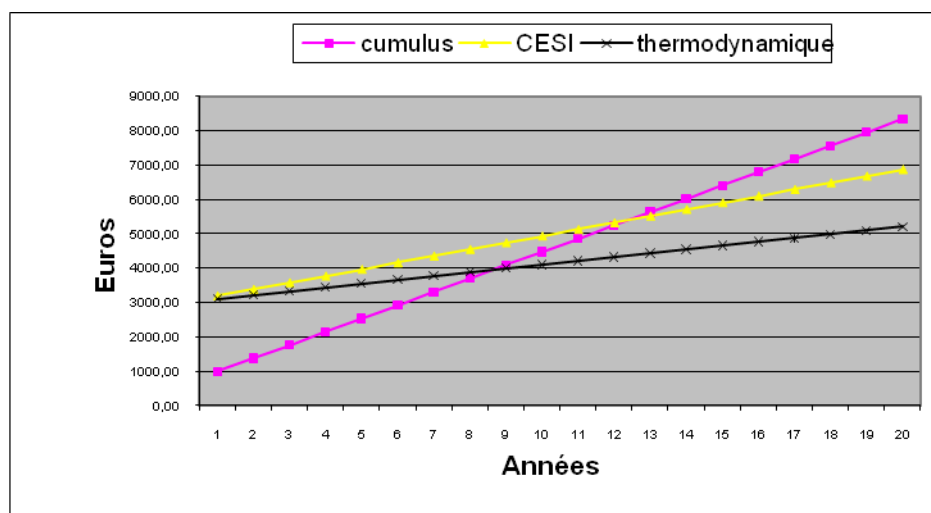
$$\text{Temps de Re tour Brut (ans)} = \frac{\text{Investissement (€)}}{\text{Economies réalisées par an (€/an)}}$$

2) RENTABILITE :

Un calcul plus « parlant » peut être réalisé en intégrant le coût d'exploitation d'un système par rapport à une solution technique de base, comparatif réalisé sur une durée déterminée par avance.

Exemple : Comparatif entre un système ECS par ballon d'accumulation électrique et :

- Un système ECS Solaire type CESI
- Un système ECS thermodynamique



Le système Thermodynamique semble plus performant !



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

TABLEAU 1 – TARIF ELECTRICITE

En cas d'impossibilité de retrouver le prix de l'énergie à partir des factures, il est proposé ci-dessous des prix obtenus pour des consommations types (à actualiser année par année).

▶ Option Base

Cette option vous conviendra particulièrement si vous possédez peu d'appareils électriques et si vous souhaitez consommer à toute heure sans vous soucier de la période, du jour ou de l'année.

Les prix métropole (au 01/08/2010)

Puissance souscrite (kVA)	Réglage disjoncteur (A)	Abonnement annuel TTC (euros)	Prix du kWh TTC (euros)
3	15	79,75	0,1218
6	30	98,69	0,1218
9	45	125,70	0,1218
12	60	202,36	0,1216
15	75	237,75	0,1216
18	90	289,70	0,1216
24	40	483,56	0,1215
30	50	676,56	0,1215
36	60	869,57	0,1215

▶ Option Heures Pleines / Heures Creuses

Cette option vous conviendra particulièrement si vous souhaitez profiter des variations de prix du kWh aux moments les plus avantageux de la journée (soit 8 heures creuses quotidiennes).

Les prix métropole (au 01/08/2010)

Puissance souscrite (kVA)	Réglage disjoncteur (A)	Abonnement annuel TTC (euros)	Heures Pleines TTC pour 1 kWh (euros)	Heures Creuses TTC pour 1 kWh (euros)
6	30	98,52	0,1412	0,0803
9	45	125,45	0,1412	0,0803
12	60	201,69	0,1410	0,0801
15	75	236,91	0,1410	0,0801
18	90	288,69	0,1410	0,0801
24	40	483,56	0,1409	0,0805
30	50	676,56	0,1409	0,0805
36	60	869,57	0,1409	0,0805

Exemple de tarification Electricité



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

TARIFS POUR PROFESSIONNEL

TARIF VERT A5 - OPTION BASE

Version	Prime fixe annuelle €/kW	Prix de l'énergie (c€/kWh)					
		Hiver			Ete		
		PTE	HPH	HCH	HPE	HCE	
A5	TLU	103,56	6,369	5,147	3,932	3,396	2,118
OPTION BASE	LU	68,04	10,398	5,933	4,073	3,515	2,218
	MU	43,68	14,757	7,075	4,458	3,673	2,327
	CU	19,92	22,624	9,399	4,931	3,860	2,417
Energie réactive (c€/kvarh)			1,770				
Coefficients de puissance réduite	TLU		1,00	0,73	0,32	0,23	0,19
	LU		1,00	0,74	0,34	0,25	0,12
	MU		1,00	0,67	0,24	0,13	0,12
	CU		1,00	0,73	0,34	0,22	0,14
Calcul des dépassements	Comptage (k ₃ k ₂ k ₁)		Electronique		KN (PMAx-P)		K (PMAx-P)
			3,95 €/kW		1,32 €/kW		32,95 €/kW
Coefficients par poste			1,00	0,73	0,32	0,23	0,19
Hiver		: de novembre à mars inclus					
Ete		: d'avril à octobre inclus					
Pointe		: 2h le matin et 2h le soir de décembre à février inclus					
Heures Creuses		: 8h par jour et dimanche toute la journée					

TARIF VERT A5 - OPTION EJP

Version	Prime fixe annuelle €/kW	Prix de l'énergie (c€/kWh)					
		Hiver		Ete			
		PM	HH	HPE	HCE		
A5	TLU	76,32	8,026	4,061	3,218	1,978	
OPTION EJP	MU	34,56	21,616	5,253	3,478	2,159	
Energie réactive (c€/kvarh)			1,770				
Coefficients de puissance réduite	TLU		1,00	0,49	0,16	0,06	
	MU		1,00	0,50	0,16	0,08	
Calcul des dépassements	Energie		Electronique		KN (PMAx-P)		K (PMAx-P)
			3,75 €/kW		1,25 €/kW		31,28 €/kW
Coefficients par poste			1,00	0,49	0,16	0,06	
Hiver		: de novembre à mars inclus					
Ete		: d'avril à octobre inclus					
Pointe Mobile		: 22 périodes de 18h de novembre à mars inclus					
Heures Creuses		: 8h par jour et dimanche toute la journée					

(a) Ces prix sont à majorer de la T.V.A, de la contribution au service public de l'électricité (CSPE) et de la contribution tarifaire acheminement (CTA).

Il existe aussi :

- Le Tarif Vert A (base et EJP)
- Le Tarif Vert B, C

Ces tarifs (ainsi que les « Jaunes ») font appel à un contrat entre le fournisseur et le client, basé sur la consommation en kWh. Il est appliqué une majoration en cas de dépassement de la valeur en kWh fixée.



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

TABLEAU 1 – TARIF GAZ

Tarifs de vente du gaz naturel TVA incluse (*) au 1er juillet 2010

Tarif	Base	B0	B1	B2I	B2S		TEL		
Abonnement	41,37 EUR/an	54,91 EUR/an	179,68 EUR/an	179,68 EUR/an	1110,16 EUR/an		7290,77 EUR/an		
Consommations	Prix par kWh en cent	Prix par kWh en cent	Prix par kWh en cent	Prix par kWh en cent	Prix par kWh 1ère tranche		Prix par kWh 1ère tranche		
					Hiver (1)	Été (1)	Hiver (1)	Été (1)	
					en cent		en cent		
Niveaux de prix	1	8,66	7,42	4,99	4,99	4,986	3,236	4,986	3,236
	2	8,66	7,42	5,06	5,06	5,059	3,309	5,121	3,267
	3	8,66	7,42	5,13	5,13	5,132	3,382	5,256	3,299
	4	8,66	7,42	5,20	5,20	5,205	3,455	5,392	3,330
	5	8,66	7,42	5,27	5,27	5,278	3,528	5,527	3,361
	6	8,66	7,42	5,35	5,35	5,351	3,601	5,662	3,392

(1) Hiver du 1er novembre au 31 mars.
Été du 1er avril au 31 octobre.

(*) hors TICGN pour les clients non résidentiels (0,119 cent/kWh)

Les consommations de gaz naturel sont soumises à la TVA
au taux de 19,6% au 1er juillet 2010.

Les abonnements sont soumis à la TVA au taux de 5,5% au 1er juillet 2010.

L'acheminement est soumis à CTA (23,9% de la part fixe du tarif de distribution).

TABLEAU 1 – TARIF FOD

Les lignes orangées correspondent à des moyennes mensuelles, semestrielles ou annuelles
selon les cas

Source DIREM

Euros/hl	FOD (livraisons de 2000 à 4999l)		FOD (livraisons de 27000l et plus)	
	H.T.T.	T.T.C.	H.T.T.	T.T.C.
1er semestre 2008	66,29	86,06	62,11	81,05
2ème semestre 2008	61,71	80,58	57,09	75,04
2008	64,00	83,32	59,60	78,05

TABLEAU 1 – TARIF FIOUL LOURD

Euros/t	PRIX DE VENTE H.T.T.			PRIX DE VENTE H.T.V.A.		
	teneur en soufre			teneur en soufre		
	>2%	<=2% et >1%	<=1%	>2%	<=2% et >1%	<=1%
1er semestre 2008	338,45	371,14	393,29	356,95	389,64	411,79
2ème semestre 2008	318,46	351,49	373,64	336,96	369,99	392,14
2008	328,46	361,32	383,47	346,96	379,82	401,97



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

TABLEAU 2 : HYPOTHESES CONVENTIONNELLES POUR L'ETABLISSEMENT DES VALEURS DE j

Type de bâtiment ou de zone	Bureaux	Enseignement	Hôtels	Santé avec hébergement	Gymnase
Maintien en température	10 h/jour 5 j/semaine	10h/jour 5 j/semaine	16h/jour 7 j/semaine	24h/jour 7 j/semaine	10h/jour 6 j/semaine
Consigne de température					
- périodes d'occupation	19°C	19°C	19°C	22°C	16°C
- périodes d'inoccupation courtes	8°C	8°C	8°C	-	8°C
- périodes d'inoccupation longues	8°C	8°C	8°C	-	8°C
Apports internes moyens [W/m ²] en période d'occupation	34,5	24,5	28	12	4
Taux de ventilation moyen en période d'occupation [vol/h]	0,64	primaire : 2,12 secondaire : 1,47	2* : 0,77 3* : 0,59	1,8	0,4

TABLEAU 3 : COEFFICIENT « j »

j = αGg + β				Bureaux		Enseig Primaire		Enseig Secondaire		Hôtels		Soins		Gymnases	
Zone climatique	inertie	taux de vitrages	ventil.	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
H1 et	faible	moyen	VI	0,1	0,1	0	0,3	0,1	0,25	—	—	—	—	-0,1	0,7
			VP	0,1	0,1	0	0,2	0,1	0,2	0,45	0,05	0,25	0,6	0	0,65
		fort	VI	0	0,13	0	0,25	0,1	0,2	—	—	—	—	0	0,6
			VP	0,1	0,1	0	0,2	0,1	0,2	0,4	0,05	0,2	0,55	0,05	0,55
H2	moyen	moyen	VI	0,1	0,15	0	0,35	0,1	0,3	—	—	—	—	0,05	0,7
			VP	0,1	0,15	0	0,3	0,1	0,3	0,45	0	0,25	0,6	0	0,75
		fort	VI	0,1	0,1	0	0,3	0,1	0,25	—	—	—	—	0,15	0,6
			VP	0,1	0,1	0	0,25	0,1	0,25	0,5	0,05	0,2	0,55	0,1	0,6
H3	faible	moyen	VI	0,1	0	0	0,2	0,1	0,15	—	—	—	—	0,1	0,5
			VP	0	0,08	0	0,15	0	0,15	0,3	0	0,3	0,45	0	0,55
		fort	VI	0	0,05	0	0,15	0,1	0,1	—	—	—	—	0,2	0,35
			VP	0,1	0	0	0,1	0,1	0,05	0,25	0	0,3	0,4	0,1	0,4
	moyen	moyen	VI	0,1	0,05	0	0,25	0,1	0,15	—	—	—	—	0,15	0,55
			VP	0,1	0,05	0	0,2	0,1	0,15	0,3	-0,05	0,3	0,4	0,15	0,55
		fort	VI	0,1	0,06	0	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	0,3	0,35
			VP	0,1	0,05	0	0,15	0,1	0,1	0,3	-0,05	0,3	0,35	0,25	0,4

VI : ventilation Intermittente

VP : ventilation Permanente

La relation permettant de définir « B_{ch} » peut intégrer un coefficient correcteur de « j » ($j = (1-F)$ dans le tableau ci-dessous) afin de tenir compte de surfaces vitrées plus importantes que la « normale ».

	Augmentation du rapport Surfaces vitrées/Surfaces utiles	Facteur correctif de (1 - F)
Bureaux	20% → 40%	0,75
Enseignement	20% → 40%	0,75
Hôtels	10% → 20%	0,85
Bâtiments de soins	15% → 30%	0,85
Gymnases	20% → 40%	0,8 (0,9 en H3)



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

TABLEAU 4 : DEGRES-JOURS MENSUELS ETABLIS SUR LES MOYENNES DE LA PERIODE 1961-1990

SITE	base	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
AJACCIO	DJ16	229	196	181	115	50	11	0	0	7	37	108	198
	DJU	291	252	243	170	88	31	8	6	23	70	162	260
	DJ19	322	280	274	200	110	44	16	13	35	90	192	291
	DJ22	415	364	367	290	194	99	53	49	84	164	282	384
PERPIGNAN	DJ16	245	193	160	88	30	0	0	0	1	34	132	222
	DJU	307	249	222	140	62	11	0	0	12	69	192	284
	DJ19	338	277	253	170	82	20	1	2	22	91	222	315
	DJ22	431	361	346	260	161	63	23	28	67	175	312	408
SAINT-GIRONS	DJ16	338	277	256	179	98	35	12	13	37	104	231	324
	DJU	400	333	318	239	147	66	32	34	67	153	291	386
	DJ19	431	361	349	269	177	86	46	48	86	181	321	417
	DJ22	524	445	442	359	270	158	100	105	153	274	411	510
BIARRITZ	DJ16	246	197	188	128	58	15	0	0	8	43	150	231
	DJU	308	253	250	188	106	43	12	11	29	83	210	293
	DJ19	339	281	281	218	136	62	23	22	44	108	240	324
	DJ22	432	365	374	308	229	141	77	74	105	198	330	417
MARSEILLE	DJ16	288	225	180	93	29	0	0	0	2	39	159	270
	DJU	350	281	242	144	60	11	0	0	15	76	219	332
	DJ19	381	309	273	174	79	20	2	4	25	98	249	363
	DJ22	474	393	366	264	153	62	24	30	72	184	339	456
MONTPELLIER	DJ16	290	228	192	107	42	6	0	0	8	53	171	271
	DJU	352	284	254	161	78	22	3	5	26	93	231	333
	DJ19	383	312	285	191	99	33	9	12	39	117	261	364
	DJ22	476	396	378	281	181	82	40	46	92	205	351	457
TOULOUSE	DJ16	329	256	226	141	67	19	3	4	20	73	212	312
	DJU	391	312	288	201	109	43	15	17	43	118	272	374
	DJ19	422	340	319	231	134	59	25	28	58	145	302	405
	DJ22	515	424	412	321	223	118	66	72	116	237	392	498
NICE	DJ16	226	186	160	87	25	0	0	0	0	20	109	198
	DJU	288	242	222	144	60	8	0	0	5	51	168	260
	DJ19	319	270	253	174	84	18	0	0	13	72	198	291
	DJ22	412	354	346	264	174	69	20	20	57	155	288	384
MONT-DE-MARSAN	DJ16	318	251	222	140	70	25	7	9	29	86	210	305
	DJU	380	307	284	197	110	50	23	27	55	131	270	367
	DJ19	411	335	315	227	134	66	34	38	70	156	300	398
	DJ22	504	419	408	317	220	126	79	87	129	246	390	491
CARPENTRAS	DJ16	344	279	195	107	47	8	0	0	13	80	207	321
	DJU	406	335	257	158	81	25	6	9	34	127	267	383
	DJ19	437	363	288	188	102	37	13	17	48	155	297	414
	DJ22	530	447	381	278	178	85	45	53	102	248	387	507
EMBRUN	DJ16	459	371	326	218	118	52	21	24	55	147	311	422
	DJU	521	427	388	278	168	86	43	48	90	206	371	484
	DJ19	552	455	419	308	197	105	57	63	110	237	401	515
	DJ22	645	539	512	398	290	177	111	120	183	330	491	608



Sciences et technologies

de l'Industrie et du développement durable

SITE	base	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
GOURDON	DJ16	357	283	254	165	84	34	12	15	35	94	240	341
	DJU	419	339	316	225	130	63	31	36	65	145	300	403
	DJ19	450	367	347	255	156	81	43	49	83	175	330	434
	DJ22	543	451	440	345	248	147	93	104	150	268	420	527
BORDEAUX	DJ16	315	248	223	142	70	24	7	8	25	80	207	298
	DJU	377	304	285	201	113	50	23	27	51	127	267	360
	DJ19	408	332	316	231	139	67	35	39	67	155	297	391
	DJ22	501	416	409	321	229	131	83	92	129	248	387	484
LE PUY	DJ16	467	392	326	233	134	59	32	35	67	189	318	436
	DJU	529	448	388	293	191	95	59	64	107	251	378	498
	DJ19	560	476	419	323	222	116	76	81	130	282	408	529
	DJ22	653	560	512	413	315	194	139	147	213	375	498	622
GRENOBLE	DJ16	440	349	312	216	101	40	15	18	51	139	303	414
	DJU	502	405	374	276	151	71	36	41	87	200	363	476
	DJ19	533	433	405	306	180	91	49	56	107	231	393	507
	DJ22	626	517	498	396	273	161	102	112	185	324	483	600
LYON	DJ16	414	321	273	170	74	22	4	7	32	111	278	398
	DJU	476	377	335	230	119	48	18	24	62	171	338	460
	DJ19	507	405	366	260	145	64	28	36	80	202	368	491
	DJ22	600	489	459	350	237	128	72	86	150	295	458	584
CLERMONT-FERRAND	DJ16	400	319	285	195	101	39	17	21	48	125	276	386
	DJU	462	375	347	255	150	70	38	44	80	181	336	448
	DJ19	493	403	378	285	178	89	52	59	100	212	366	479
	DJ22	586	487	471	375	271	159	106	117	171	305	456	572
LIMOGES	DJ16	384	309	287	212	104	36	10	12	28	126	264	346
	DJU	446	365	349	272	163	71	31	35	53	188	324	408
	DJ19	477	393	380	302	194	93	46	51	68	219	354	439
	DJ22	570	477	473	392	287	177	108	115	125	312	444	532
LA ROCHELLE	DJ16	312	253	225	149	64	14	1	1	14	66	197	293
	DJU	374	309	287	209	115	41	13	15	39	116	257	355
	DJ19	405	337	318	239	146	59	25	26	56	147	287	386
	DJ22	498	421	411	329	239	135	78	82	128	240	377	479
POITIERS	DJ16	366	297	271	185	98	39	17	20	44	117	261	350
	DJU	428	353	333	245	148	71	39	44	77	174	321	412
	DJ19	459	381	364	275	178	90	54	59	97	205	351	443
	DJ22	552	465	457	365	271	161	109	118	171	298	441	536
BOURGES	DJ16	392	316	279	186	96	37	15	18	43	122	275	374
	DJU	454	372	341	246	145	69	36	41	77	181	335	436
	DJ19	485	400	372	276	175	88	50	56	97	212	365	467
	DJ22	578	484	465	366	268	161	104	114	171	305	455	560
DIJON	DJ16	446	349	295	185	87	29	9	12	44	144	314	425
	DJU	508	405	357	245	136	58	27	33	78	206	374	487
	DJ19	539	433	388	275	164	76	40	47	99	237	404	518
	DJ22	632	517	481	365	257	145	92	104	177	330	494	611



Sciences et technologies

de l'Industrie et du développement durable

SITE	base	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
CHÂTEAU-CHINON	DJ16	463	402	308	222	119	47	21	23	56	184	314	488
	DJU	525	458	370	282	180	87	50	53	103	246	374	550
	DJ19	556	486	401	312	211	112	69	73	132	277	404	581
	DJ22	649	570	494	402	304	201	146	153	222	370	494	674
NANTES	DJ16	329	274	245	168	87	31	11	14	32	96	224	310
	DJU	391	330	307	228	137	62	31	36	63	152	284	372
	DJ19	422	358	338	258	167	81	45	51	83	183	314	403
	DJ22	515	442	431	348	260	153	101	111	156	276	404	496
BESANCON	DJ16	448	356	305	200	98	37	14	18	49	146	312	429
	DJU	510	412	367	260	148	69	36	43	85	208	372	491
	DJ19	541	440	398	290	178	89	51	59	107	239	402	522
	DJ22	634	524	491	380	271	164	109	121	189	332	492	615
AUXERRE	DJ16	408	330	288	189	96	36	15	17	46	128	287	388
	DJU	470	386	350	249	145	67	36	40	80	189	347	450
	DJ19	501	414	381	279	174	86	51	55	101	220	377	481
	DJ22	594	498	474	369	267	158	107	114	179	313	467	574
LANGRES	DJ16	484	396	347	240	126	49	19	21	61	183	350	460
	DJU	546	452	409	300	188	89	46	50	107	245	410	522
	DJ19	577	480	440	330	219	114	64	69	135	276	440	553
	DJ22	670	564	533	420	312	203	136	146	225	369	530	646
ORLEANS	DJ16	400	330	293	201	105	45	21	24	51	132	282	378
	DJU	462	386	355	261	157	79	46	50	87	194	342	440
	DJ19	493	414	386	291	188	100	61	67	108	225	372	471
	DJ22	586	498	479	381	281	176	121	129	188	318	462	564
RENNES	DJ16	339	287	259	186	102	42	18	21	42	111	236	315
	DJU	401	343	321	246	155	76	43	47	77	171	296	377
	DJ19	432	371	352	276	186	97	59	63	98	202	326	408
	DJ22	525	455	445	366	279	176	121	129	177	295	416	501
LE MANS	DJ16	367	308	273	186	97	37	17	22	48	123	261	347
	DJU	429	364	335	246	147	69	40	47	83	183	321	409
	DJ19	460	392	366	276	177	88	54	63	104	214	351	440
	DJ22	553	476	459	366	270	161	113	124	182	307	441	533
ROSTRENNEN	DJ16	358	318	279	212	138	65	41	35	56	155	257	335
	DJU	420	374	341	272	200	112	80	73	105	217	317	397
	DJ19	451	402	372	302	231	141	105	98	135	248	347	428
	DJ22	544	486	465	392	324	231	195	188	225	341	437	521
STRASBOURG	DJ16	468	379	310	192	87	33	14	17	53	167	326	437
	DJU	530	435	372	252	134	63	36	40	90	229	386	499
	DJ19	561	463	403	282	161	81	50	55	112	260	416	530
	DJ22	654	547	496	372	254	152	107	115	194	353	506	623
PARIS	DJ16	367	301	256	162	69	18	3	5	26	102	251	343
	DJU	429	357	318	222	117	46	19	23	58	164	311	405
	DJ19	460	385	349	252	147	64	31	37	78	195	341	436
	DJ22	553	469	442	342	240	138	86	95	159	288	431	529



Sciences et technologies

de l'Industrie et du développement durable

SITE	base	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
TRAPPES	DJ16	405	337	301	207	109	44	20	23	53	143	287	378
	DJU	467	393	363	267	166	80	46	51	93	205	347	440
	DJ19	498	421	394	297	197	102	63	68	116	236	377	471
	DJ22	591	505	487	387	290	185	129	136	203	329	467	564
METZ	DJ16	451	368	316	207	101	39	19	21	60	167	320	422
	DJU	513	424	378	267	151	72	44	47	100	229	380	484
	DJ19	544	452	409	297	181	92	60	64	123	260	410	515
	DJ22	637	536	502	387	274	168	121	128	209	353	500	608
CAEN	DJ16	355	309	284	216	125	58	28	28	53	127	248	329
	DJU	417	365	346	276	186	101	60	59	94	189	308	391
	DJ19	448	393	377	306	217	127	79	79	118	220	338	422
	DJ22	541	477	470	396	310	216	157	155	206	313	428	515
REIMS	DJ16	426	353	310	215	113	49	28	29	65	155	300	397
	DJU	488	409	372	275	165	84	55	57	105	217	360	459
	DJ19	519	437	403	305	195	105	71	75	128	248	390	490
	DJ22	612	521	496	395	288	183	135	141	213	341	480	583
ROUEN	DJ16	394	347	313	234	127	60	29	31	65	157	288	370
	DJU	456	403	375	294	188	102	59	62	109	219	348	432
	DJ19	487	431	406	324	219	127	78	82	135	250	378	463
	DJ22	580	515	499	414	312	216	152	157	225	343	468	556
SAINT-QUENTIN	DJ16	425	354	316	222	119	55	31	32	65	160	305	395
	DJU	487	410	378	282	177	95	62	63	108	222	365	457
	DJ19	518	438	409	312	208	118	81	82	133	253	395	488
	DJ22	611	522	502	402	301	204	153	154	222	346	485	581
LILLE	DJ16	412	354	315	224	117	53	28	28	59	152	293	384
	DJU	474	410	377	284	175	93	58	58	101	214	353	446
	DJ19	505	438	408	314	206	116	77	76	126	245	383	477
	DJ22	598	522	501	404	299	203	150	148	215	338	473	570



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

TABLEAU 5 : ESTIMATION DES RENDEMENTS MOYENS ANNUELS RCH (SUR PCS POUR LES COMBUSTIBLES)

Types d'installations	« Rendements »					
	Emission	Régulation	Distribution performante	Distribution moyenne	Génération	R_{ch}
Chauffage effet « joule »	0,95	0,95	1	1	1	0,9 – 0,95
Installations centralisées à eau						
- gaz/fioul standard	0,95	0,9	0,9	0,8	0,8	0,55 – 0,65
- gaz condensation au fioul TBT	1	0,9	0,9	0,85	0,85	0,65 – 0,70
- PAC	0,95	0,9	0,9	0,8	2,2 → 3,3	1,6 – 2,5
- sous-station réseau urbain	0,95	0,9	0,9	0,8	0,9	0,6 – 0,7
- combustibles solides	0,95	0,9	0,9	0,8	0,5	0,3 – 0,35
Installations centralisées à air						
- gaz/fioul standard	0,9	0,85	0,9	0,7	0,8	0,45 – 0,55
- PAC	0,9	0,85	0,9	0,7	1,8 → 2,6	1,2 – 1,9
- sous-station réseau urbain	0,9	0,85	0,9	0,7	0,9	0,50 – 0,60

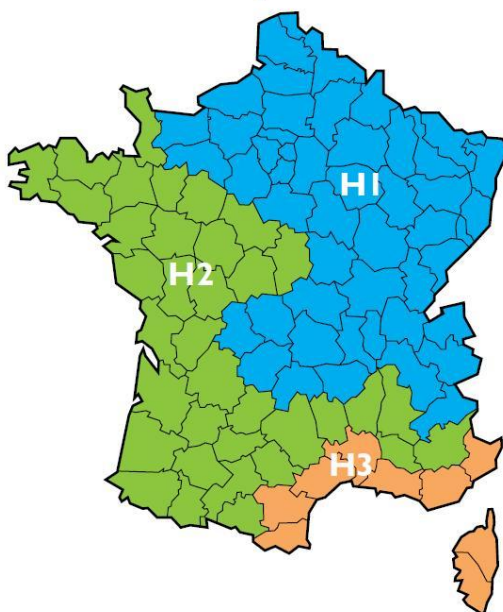
TABLEAU 6 : RENDEMENT DE COMBUSTION

TYPE DE CHAUDIERE	Rendement combustion
CHAUDIÈRES FIOUL :	
Chaudière en fonte	
- brûleur très ancien (1400 tr/mn)	0,82
- brûleur ancien	0,86
- brûleur intégré	0,90
Chaudière en acier	
- brûleur très ancien (1400 tr/mn)	0,82
- brûleur ancien	0,86
- brûleur intégré	0,90
Chaudière haute performance	0,92
CHAUDIÈRES GAZ (brûleur à air soufflé) :	
Chaudière en fonte	
- brûleur séparé	0,86
- brûleur intégré	0,90
Chaudière en acier	
- brûleur séparé	0,86
- brûleur intégré	0,90
Chaudière haute performance	0,92
Chaudière à condensation	1,00
CHAUDIÈRES GAZ (brûleur atmosphérique) :	
<i>Fonctionnant en mode tout ou rien</i>	
- chaudière d'avant 1979	0,79
- chaudière ancienne	0,86
- chaudière récente	0,90
<i>Fonctionnant en mode tout ou peu</i>	
- chaudière d'avant 1979	0,76
- chaudière ancienne	0,83
- chaudière récente	0,87



REPARTITION DES ZONES EN FRANCE

“Zones climatiques d'hiver”



Et en RT2005 :

