

Web'ENR La thermique du bâtiment pour les nuls : Calculs détaillés d'un cas exemple

1. Coordonnées des intervenants

Arthur DUPUY		arthur.dupuy@energie-partagee.org
Valentin WALTER	Chargé du développement territorial Réseau Ile-de-France	valentin.walter@energie-partagee.org
Elodie MERCIER	Chargée du développement territorial Réseau Ile-de-France	elodie.mercier@energie-partagee.org

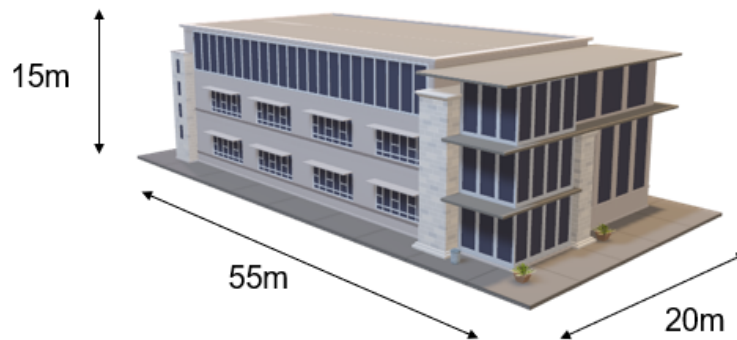
La méthode de calcul utilisée est la méthode **3CL-DPE v1.3**, disponible [ici](#).

2. Détail des calculs

Les calculs qui suivent sont plus précis que ceux présentés lors de la formation, entraînant des résultats différents de ceux visibles dans le diaporama. La méthode et le raisonnement sont identiques.

A. DONNÉES INITIALES

Le bâtiment, construit en **1968**, se situe à Ville d'Avray (92410) et accueille au total **68 logements**, pour une surface habitable totale de **3625 m²**. La hauteur sous plafond est de **2,5m**.



Aucun masque lointain n'a d'impact sur la zone.

Masques proches :

- **La surface couverte de forêt située au Sud de la résidence.**

- Un bâtiment moins haut se situe à l'Ouest de la copropriété. L'impact de ce masque est négligeable.

En considérant la réglementation thermique actuelle en vigueur, la copropriété se situe dans la **zone H1a**.

Le site météo de référence pour Ville d'Avray, située dans le département des **Hauts-de-Seine**, est NANTERRE.

- Latitude : 48°89 - Nord





- Longitude : 2.21 - Est

- Altitude : 42 m

B. DONNÉES TECHNIQUES

<p>Mur extérieur</p>		<p>Enduit Extérieur Mur Béton ou Parpaing 12 cm Vide d'air 2 cm Isolant Polystyrène 2 cm Platre 6 cm</p>
<p>Plancher sur Cave</p>		<p>Plancher béton 16,5 cm Isolant Fibralth 3 cm</p>
		<p>PVC Double Vitrage 4/16/4</p>

Toiture		<p>Plancher béton 16,5 cm</p> <p>Absence d'info concernant l'épaisseur d'isolant.</p> <p>Toiture refaite il y a une dizaine d'année.</p> <p>Hypothèse épaisseur d'isolant : 6 cm</p>
----------------	---	--

	Référence matériel	Photo	DIAG Vétusté	Observations
Préparateur ECS	MAGNUM GS RIS 124 DD			L'ensemble est fonctionnel et en bon état. L'afficheur de l'échangeur ne fonctionne pas.
Ballon de stockage	Volume 500 litres			Le ballon présente des traces de rouille, calcaire.

	Référence matériel	Photo	DIAG Vétusté	Observations
Chaudières	<p>VISSMANN VITOCROSSAL 200</p> <p>2 unités</p> <p>Année 2012</p>			Chaudières à condensation, bien raccordées.

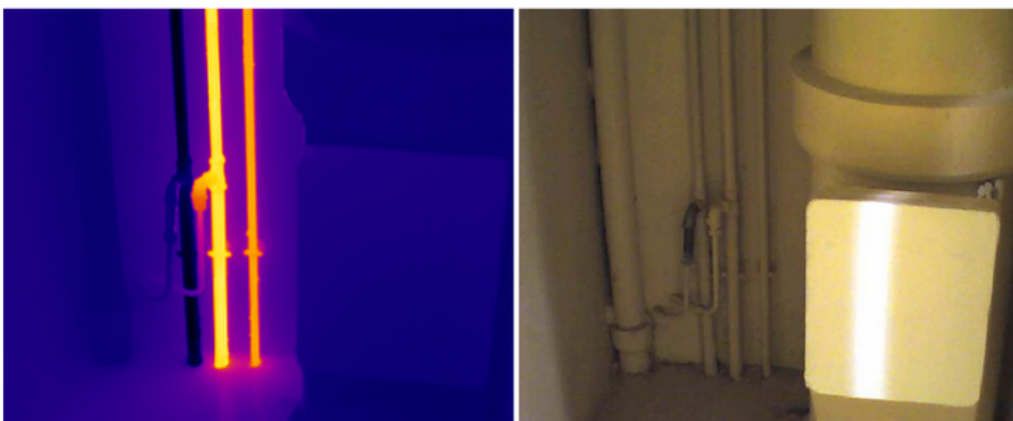


Figure 9 Réseaux ECS non isolé

Les réseaux ECS présentent parfois une absence de calorifuge dans certains locaux techniques ainsi que dans les logements. Cette absence de calorifuge entraîne des déperditions de chaleur importantes.

C. CALCULS DÉTAILLÉS

• 1 - Déperditions

En s'intéressant d'abord aux **murs extérieurs**, on a :

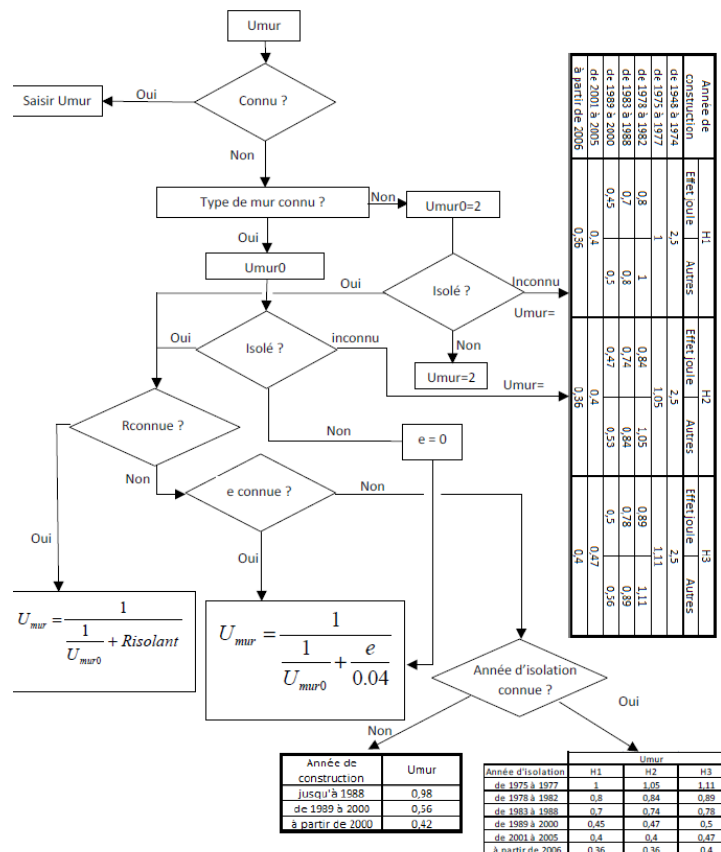
$b = 1$

$S = (55 \times 15) \times 2 + (20 \times 15) \times 2 = 2250 \text{ m}^2$

avec 20% de surface vitrée

$2250 \times 0,8 = 1800 \text{ m}^2$

En l'absence d'indication plus précise pour les murs ayant deux isolants différents, on prend U en fonction de l'année de construction du bâtiment.



On a alors $U=0,98$.

On obtient ainsi $D_{pmurs} (W/K) = 1 \times 0,98 \times 1800 = 1764 \text{ W/K}$.

Pour le **plancher bas**, qui donne sur des caves, on a :

$$b = 0,8$$

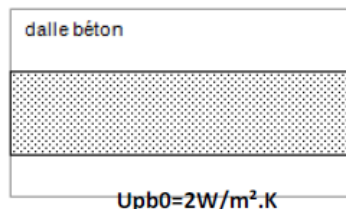
$$S = 1100 \text{ m}^2$$

Et les données techniques vont nous permettre de calculer $U_{\text{plancher bas}}$.

On sait que

$$U_{pb} = \frac{1}{\frac{1}{U_{pb0}} + \frac{e}{0.042}}$$

et que pour un mur de béton, on a :



On a ainsi $U_{pb} = 1 / (1/U_{pb0} + e/(0,042)) = 1 / (1/2 + (0,03)/(0,042)) = 0,824 \text{ W/m}^2.K$

Ainsi on obtient **DP plancher bas = 725 W/K**.

Pour la **toiture**, l'absence de précision concernant l'épaisseur des matériaux nous pousse à considérer l'année d'isolation de la paroi. En considérant des travaux faits il y a une dizaine d'années (2013 par exemple), on a **Utoiture = 0,27**.

En ayant

$$b = 1$$

$$S = 1100 \text{ m}^2$$

On a alors **DP toiture = 297W/K.**

Pour les **menuiseries**, on considère que toutes les fenêtres de l'immeuble sont des **fenêtres battantes en PVC**. Le coefficient final à considérer est **Uw** et non Ug. Ce dernier ne donne une indication que sur la performance du vitrage seul, et non de toute la fenêtre. Pour l'obtenir, il faut d'abord établir le coefficient Ug du vitrage seul, ici du double vitrage 4/16/4 avec un remplissage d'air et non traité. On obtient $U_g = 2.7$

Double vitrage vertical

Remplissage air sec

mm Épaisseur lame	U _g W/(m ² .K)	
	Vitrages non traités	Vitrages à isolation thermique renforcée
6	3,3	2,8
8	3,1	2,5
10	2,9	2,3
12	2,8	2,2
14	2,8	2,1
15	2,7	2,0
16	2,7	2,0
18	2,7	2,0
20	2,7	2,0

Il suffit ensuite de rechercher le coefficient Uw en fonction du coefficient Ug déterminé et du type de menuiseries.

Pour des fenêtres battantes en PVC, avec un double vitrage standard (4/16/4), on a **Uw égal à 2,6 W/m².K.**

Type de la paroi vitrée	U _g du vitrage W/(m ² .K)	U _w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes	1,2	1,7
	1,3	1,8
	1,4	1,9
	1,5	1,9
	1,6	2,0
	1,7	2,0
	1,8	2,1
	1,9	2,2
	2,0	2,2
	2,1	2,2
	2,2	2,3
	2,3	2,4
	2,4	2,4
	2,5	2,5
	2,6	2,6
	2,7	2,6
2,8	2,7	
2,9	2,8	

Avec $b = 1$ et $S = 450 \text{ m}^2$, on a **DP menuiseries = 1170W/K**

Pour les **autres déperditions**, on a :

DPponts thermiques : 15% des déperditions totales (ADEME)

DR (renouvellement d'air) : 20% des déperditions totales (ADEME)

On a au final

$GV = DP_{\text{murs}} + DP_{\text{plancher}} + DP_{\text{toiture}} + DP_{\text{menuiseries}} + DR + PT$

$$GV = 1764 + 725 + 297 + 1170 + 1245 + 932 = 6133 \text{ W/K}$$

- 2 - Apports gratuits

Une fois les déperditions de l'enveloppe calculées, il convient alors de déterminer la **fraction F**, représentant la part des apports gratuits reçus par le bâtiment.

L'épaisseur des parois de béton nous pousse à considérer une inertie thermique **lourde**. En effet, cette épaisseur est supérieure à 8cm pour la toiture, supérieure à 10cm pour le plancher bas et supérieure à 7cm pour les murs extérieurs (voir pages 42-43). Cette fraction est alors :

$$F = (X - X^{(3,6)}) / (1 - X^{(3,6)})$$

avec $X = (A_s + A_i) / (GV \times DH_{\text{corr}})$

A_i représentent les apports internes, tels que :

$$A_i = 4,17 \times Sh \times N_{\text{ref}}$$

avec Sh la surface habitable et N_{ref} le nombre d'heures de la période de chauffage. 4,17 représente les apports internes dissipés dans le logement en W/m^2 . Cette valeur correspond à une énergie dissipée égale à $100 \text{ Wh}/(\text{jour} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Shab})$ et est une valeur conventionnelle représentative du comportement et de l'équipement moyens des occupants de logements en France. Ces données sont données par la méthode 3CL, en fonction du département.

Département	Zone hiver	Zone été	E (kWh/m ²)	Nref (h)	Pref (W/m ²)	Dhref / 30ans (°C)	C2	C3 (h/m)	Text_base (°C)
01 01 - Ain	1	Ec	392	4900	80	55000	340	1,5	-10
02 02 - Aisne	1	Ea	423,4	5800	73	67000	340	0	-7
03 03 - Allier	1	Ec	402,9	5100	79	55000	340	1,5	-8
04 04 - Alpes de Haute Provence	2	Ed	541,2	4100	132	45000	340	1,5	-8
05 05 - Hautes Alpes	1	Ed	546	4200	130	47000	340	1,5	-10

Ainsi, pour le département 92, on a :

$$A_i = 4,17 \times 3625 \times 5300 = 80\,116\,125 \text{ kWh}$$

DH_{corr} représente degrés-heures de chauffage corrigé (°Ch), qu'on calcule ainsi :

$$D_{\text{corr}} = D_{\text{Href}} + (N_{\text{ref}}/C2+5) \times \text{alt} \times C3 = 61\,000$$

Pour finir, on détermine **As**, les apports solaires :

$$A_s = 1000 \times E \times S_{\text{se}}$$

avec **Sse** la « surface transparente Sud équivalente » du logement, c'est-à-dire la surface de paroi, fictive, exposée au Sud, totalement transparente et sans ombrage, qui provoquerait les mêmes apports solaires que les parois du logement (m^2) et **E** l'ensoleillement reçu, pendant la période de chauffage, par une paroi verticale orientée au Sud en l'absence d'ombrage (kWh/m^2).

$$S_{\text{se}} = \sum A \times F_{\text{ts}} \times F_{\text{e}} \times C1$$

A : surface de la baie (m^2)

Fts : proportion d'énergie solaire incidente qui pénètre dans le logement par la paroi

Fe : facteur d'ensoleillement, qui traduit la réduction d'énergie solaire reçue par une paroi du fait des masques

C1 : coefficient d'orientation et d'inclinaison pour la paroi

On considère que la moitié de la surface vitrée est exposée au nord, et l'autre moitié au sud, où se situe un masque. On considère la forêt comme obstacle homogène, fait d'arbres de 25m de haut à 18m de la façade, pour une hauteur de baie moyenne de 7m de haut.

Pour la façade nord, on a ainsi :

$$A = 225 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ts}} = 0,48$$

Fe = 1 car aucun masque n'a d'impact sur cette façade

$$C1 = 0,2$$

Menuiserie	Fts	Fenêtre ou porte-fenêtre au nu extérieur				
		Simple vitrage	Double vitrage	Double vitrage VIR	Triple vitrage	Triple vitrage VIR
Bois	Fenêtre battante	0,58	0,52	0,45	0,46	0,41
	Porte-fenêtre battante ou coulissante sans soubassement	0,62	0,55	0,48	0,49	0,44
	Porte-fenêtre battante avec soubassement	0,53	0,48	0,41	0,42	0,38
PVC	Fenêtre battante	0,54	0,48	0,42	0,43	0,39
	Porte-fenêtre battante sans soubassement	0,57	0,51	0,44	0,45	0,40
	Porte-fenêtre battante avec soubassement	0,50	0,45	0,39	0,40	0,36
	Porte-fenêtre coulissante	0,60	0,54	0,46	0,47	0,43
Métal avec rupture de pont thermique	Porte-fenêtre coulissante	0,64	0,57	0,49	0,51	0,45
	Fenêtre battante	0,59	0,53	0,46	0,47	0,42
	Porte-fenêtre battante	0,63	0,56	0,48	0,50	0,45
	Fenêtre coulissante	0,65	0,58	0,50	0,52	0,46
Métal	Porte-fenêtre coulissante	0,70	0,62	0,54	0,55	0,50
	Fenêtre battante	0,61	0,55	0,48	0,49	0,44
	Porte-fenêtre battante	0,64	0,58	0,50	0,52	0,47

C1	Orientation de la paroi			
	Sud	Ouest	Est	Nord
Inclinaison de la paroi par rapport à l'horizontal				
≥75°	1,1	0,57	0,57	0,2
75° > ≥25°	1,2	0,75	0,75	0,32
<25°	0,9	0,8	0,8	0,67

Pour la façade nord, on a alors :

$$S_{se} = 0,2 \times 0,48 \times 225 \times 1 = 21,6 \text{ m}^2$$

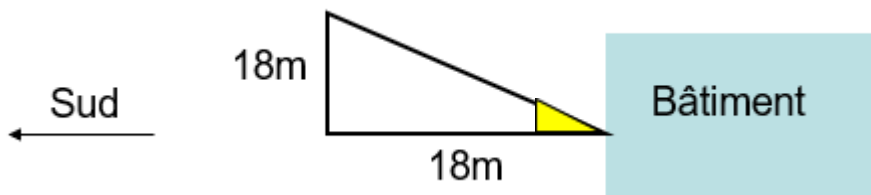
Pour la façade sud :

$$A = 225$$

$$C1 = 1,1$$

$$F_{ts} = 0,48$$

Il nous reste à déterminer F_e , qui tient compte du masque précédemment mentionné.



L'angle colorié en jaune étant égal à 45°, on a $F_e = 0,3$.

Configuration du masque

Hauteur α (°)	Orientation de la façade		
	Sud	Est ou Ouest	Nord
< 15	Masque négligé donc 1		
15 ≤ ... < 30	0,8	0,77	0,82
30 ≤ ... < 60	0,3	0,4	0,5
60 ≤ ... < 90	0,1	0,2	0,3

Pour la façade sud, on a alors :

$$S_{se} = 1,1 \times 0,48 \times 225 \times 0,3 = 35,64 \text{ m}^2$$

$$\text{Et finalement } A_s = 1000 \times 349,8 \times (21,6 + 35,64) = 20\,022\,552$$

$$\text{On obtient donc } X = (20\,022\,552 + 80\,116\,125) / (6133 \times 61\,000) = 0,268$$

Et finalement

$$F = 0,262$$

D'où $BV = GV \times (1 - F) = 6133 \times (1 - 0,262) = 4\,526 \text{ W/K}$

- 3 - Consommations

On calcule d'abord les besoins de chauffage, de la manière suivante :

$$B_{ch} = ((BV \times Dh_{corr})/1000) - Pr \times R_{rp}$$

Pr : pertes récupérables des systèmes (kWh), avec

$$Pr = Pr_1 + Pr_2 = Sh \times (Prs_1 + Prs_2) = 3625 \times (3,6 + 1,05) = 16\,856$$

Prs1 (kWh/m ²)			
Zone climatique	H1	H2	H3
Pertes récupérées Prs	3,6	3,4	2,9

Prs2 (kWh/m ²)					
			Zone climatique		
Type d'installation	Type de production	Type de système	H1	H2	H3
Individuelle	Instantanée	Chauffe-bain	2,1	2	1,7
		Chaudière mixte	1,05	1	0,85
	A accumulation	Ballon en volume habitable	3,7	3,5	3,05
		Ballon hors volume habitable	1,05	1	0,85
Collective		Tous les systèmes	1,05	1	0,85

R_{rp} : rendement de récupération des pertes, pour une inertie lourde :

$$R_{rp} = (1 - 3,6 \times (X^{2,6}) - 2,6 \times (X^{3,6})) / (1 - (X^{2,6})^2) = 0,924$$

D'où $B_{ch} = ((4526 \times 61000)/1000) - 16856 \times 0,924 = 260\,511 \text{ kWh}$

On peut alors obtenir la consommation de chauffage théorique :

$$C_{ch} = B_{ch} \times INT \times I_{ch}$$

INT le facteur d'intermittence tel que :

$$INT = I_0 / (1 + 0,1 \times (G - 1)) \text{ et } G = GV / (h_{sp} \times Sh)$$

Ainsi $G = 6133 / (2,5 \times 3625) = 0,68$ et pour $I_0 = 1,03$

$$INT = 1,03 / (1 + 0,1 \times (0,68 - 1)) = 1,06$$

I0 en Immeuble collectif avec chauffage collectif			Comptage individuel			
			Absent		Présent	
			Équipement d'intermittence			
			Absent	Central collectif	Absent	Central collectif
Chauffage central	Avec régulation pièce par pièce	Air soufflé	1,01	0,99	0,93	0,91
		Radiateurs	1,03	1,01	0,95	0,93
		Planchers chauffants	1,05	1,03	0,97	0,95
	Sans régulation pièce par pièce	Air soufflé	1,03	1,01	0,95	0,93
		Radiateurs	1,05	1,03	0,97	0,95
		Planchers chauffants	1,07	1,05	0,99	0,97

Ich : inverse du rendement de l'installation

$$Ich = 1 / (Rg \times Rd \times Re \times Rr)$$

En considérant les rendements de génération, distribution, émission, régulation.

On prend donc $Re = 0,95$, $Rd = 0,87$ et $Rr = 0,90$. En l'absence d'informations pour la chaudière, on prendra $Rg = 0,95$.

Rendement de régulation

Type d'installation	Rr
Convecteur électrique NFC	0,99
Panneau rayonnant électrique NFC	0,99
Radiateur électrique NFC	0,99

Plancher ou plafond rayonnant électrique avec régulation terminale	0,98
Plancher ou plafond rayonnant électrique sans régulation	0,96
Radiateur électrique à accumulation	0,95
Autres émetteurs à effet joule	0,96
Plancher ou plafond chauffant à eau en individuel	0,95
Radiateur gaz à ventouse ou sur conduit de fumées	0,96
Poêle charbon / bois / fioul / GPL	0,80
Chaudière électrique	0,90
Radiateur eau chaude sans robinet thermostatique	0,90
Radiateur eau chaude avec robinet thermostatique	0,95
Convecteur bi-jonction	0,90
Plancher ou plafond chauffant à eau en collectif	0,90
Air soufflé	0,96

8.1 Rendement d'émission

Type d'émetteur	Re
Convecteur électrique NFC	0,95
Panneau rayonnant électrique NFC	0,97
Radiateur électrique NFC	0,97
Autres émetteurs à effet joule	0,95
Soufflage d'air chaud	0,95
Plancher chauffant	1
Plafond rayonnant	0,98
Autres équipements	0,95

8.2 Rendement de distribution

Type de distribution	Rd	
	Non Isolé	Isolé
Pas de réseau de distribution	1	1
Réseau aéraulique	0,8	0,85
Réseau collectif eau chaude haute température ($\geq 65^{\circ}\text{C}$)	0,85	0,87
Réseau collectif eau chaude moyenne ou basse température ($< 65^{\circ}\text{C}$)	0,87	0,9
Réseau individuel eau chaude moyenne ou basse température ($< 65^{\circ}\text{C}$)	0,91	0,95
Réseau individuel eau chaude haute température ($\geq 65^{\circ}\text{C}$)	0,88	0,92

D'où $I_{ch} = 1 / (R_g \times R_d \times R_e \times R_r) = 1 / (0,95 \times 0,95 \times 0,87 \times 0,90) = 1,42$

Et finalement

$$C_{ch} = B_{ch} \times INT \times I_{ch} = 260\,511 \times 1,06 \times 1,42 = 392\,121 \text{ kWh}$$

On procède de manière similaire pour la consommation d'eau chaude sanitaire, qui se calcule de la manière suivante :

$$CECS = BECS \times IECS$$

On détermine en premier lieu le besoin d'eau chaude sanitaire, qui dépend de la surface moyenne d'un logement.

$$\text{Surface moyenne} = (\text{Surface totale}) / (\text{Nombre de logements}) = 3625 / 68 = 53,3 \text{ m}^2$$

Détermination de θ_{cw} en fonction de la zone climatique :

Zone climatique	θ_{cw}
H1	10,5
H2	12
H3	14,5

Le besoin d'ECS est calculé de façon conventionnelle sur la base d'un profil d'occupation standard du bâtiment.

11.1 Surface habitable $\leq 27\text{m}^2$

11.1.1 Maison ou appartement

$$\text{Becs} = 0,988 \times (40 - \theta_{cw}) \times \text{Sh} \quad (\text{kWh})$$

11.1.2 Immeuble de N appartements

$$\text{Becs} = N \times 0,988 \times (40 - \theta_{cw}) \times \text{Sh}_{\text{moy}} \quad (\text{kWh})$$

11.2 Surface habitable $> 27\text{m}^2$

11.2.1 Maison ou appartement

$$\text{Becs} = 0,0558 \times (470,9 \times \ln(\text{Sh}) - 1075) \times (40 - \theta_{cw}) \quad (\text{kWh})$$

11.2.2 Immeuble de N appartements

$$\text{Becs} = N \times 0,0558 \times (470,9 \times \ln(\text{Sh}_{\text{moy}}) - 1075) \times (40 - \theta_{cw}) \quad (\text{kWh})$$

Ainsi

$$\text{BECS} = N \times 0,0558 \times (470,9 \ln(\text{Smoy}) - 1075) \times (40 - \theta_m)$$

θ : température de l'eau froide entrant dans le système de préparation d'eau chaude, soit $10,5^\circ$ en zone H1

D'où

$$\text{BECS} = 68 \times 0,0558 \times (470,9 \ln(53,3) - 1075) \times (40 - 10,5) = 89242 \text{ kWh}$$

On détermine ensuite l'inverse du rendement de l'installation d'ECS. On sait que le système est mal isolé, qu'il fonctionne au gaz, et que le ballon d'eau chaude est vertical et d'une capacité de 500 litres.

15.1.1 Production d'ECS seule par chaudière gaz, fioul ou chauffe-eau gaz

Le rendement conventionnel annuel moyen de génération d'ECS a pour expression :

$$R_{\xi} = \frac{1}{\frac{1}{R_{Pn}} + 1720 \times \frac{QP_0}{Becs} + 6536 \times \frac{Pveil}{Becs}}$$

Becs : énergie annuelle à fournir par le générateur pour l'ECS (kWh)

Pveil : puissance de la veilleuse (kW)

QP₀ : pertes à l'arrêt du générateur (kW)

R_{Pn} : rendement à pleine charge du générateur

Pour un chauffe-eau gaz, les valeurs de Pveil, QP₀ et R_{Pn} sont données dans le tableau suivant :

Ancienneté	Pn ≤ 10 kW		Pn > 10 kW		Puissance veilleuse en W (si veilleuse)
	Rendement (PCI) R _{Pn} (%)	QP ₀ en % de la puissance nominale Pn	Rendement (PCI) R _{Pn} (%)	QP ₀ en % de la puissance nominale Pn	
Avant 1981	70 %	4 %	70 %	4 %	150
1981 - 1989	75 %	2 %	75 %	2 %	120
1990 - 2000	81 %	1,2 %	82 %	1,2 %	120
Après 2000*	82 %	1 %	84 %	1 %	100

14.3 Rendement de stockage

En cas de production instantanée (sans accumulation) : R_s=1.

$$R_s = \frac{1}{1 + \frac{Q_{\xi,w} \times R_d}{Becs}}$$

Pour les ballons électriques recommandés : R_{sballon_recommandé} = 1,08 x R_{sballon_existant}.

14.1 Pertes de stockage des ballons d'accumulation

La présence d'un ballon de préparation de l'ECS est responsable de pertes de stockage :

$$Q_{g,w} = 57,8 \times V_s^{0,55} \quad (\text{kWh})$$

V_s : le volume du ballon de stockage (L).

S'il n'y a pas de stockage $Q_{g,w} = 0$.

13.2 Installation collective

Rendement de distribution R_d	Majorité des logements	
	Pièces alimentées contiguës	Pièces alimentées non contiguës
Réseau collectif non isolé	0,276	0,261
Réseau collectif isolé	0,552	0,522

On a ainsi :

$$Q_{gw} = 57,8 \times (500^{0,55}) = 1763 \text{ kWh}$$

$$R_d = 0,276$$

$$d'où R_s = 1 / (1 + (Q_{gw} \times R_d)/BECS) = 1 / (1 + (1763 \times 0,276)/89242) = 0,99$$

En prenant les valeurs pour un chauffe-eau gaz, en l'absence d'indications sur les chaudières, on obtient $R_g = 0,84$

On a alors **IECS = 1 / (0,99 x 0,84 x 0,276) = 4,36** soit un rendement total de seulement 23%. Ce rendement est très éloigné de celui choisi arbitrairement pour la présentation, qui était de 35%. On avait donc IECS = 2,86, d'où les écarts importants dans les calculs suivants.

$$\text{On obtient finalement } CECS = 89\,242 \times 4,36 = 389\,095 \text{ kWh}$$

Les consommations totales annuelles théoriques s'élèvent donc à **781 216 kWh**.

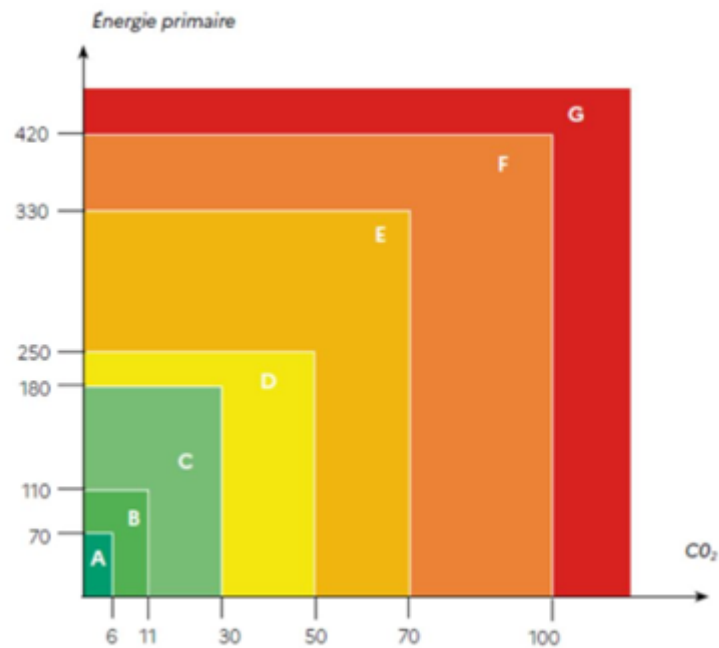
- 4 - Étiquettes

Pour le calcul de l'**étiquette énergie**, il suffit de diviser la consommation totale par la surface habitable, étant donné que pour des installations au gaz le facteur énergie primaire/énergie finale est de 1.

On a ainsi une consommation d'énergie primaire égale à $781\,216/3625 = 216 \text{ kWhEP/m}^2\text{.an}$, ce qui correspond à une **étiquette énergie D**.

Nouveaux double-seuils des étiquettes de performance énergétique

70	6	A
KWh/m ² .an	kg CO ₂ eq/m ² .an	
110	11	B
KWh/m ² .an	kg CO ₂ eq/m ² .an	
180	30	C
KWh/m ² .an	kg CO ₂ eq/m ² .an	
250	50	D
KWh/m ² .an	kg CO ₂ eq/m ² .an	
330	70	E
KWh/m ² .an	kg CO ₂ eq/m ² .an	
420	100	F
KWh/m ² .an	kg CO ₂ eq/m ² .an	
		G



Pour l'**étiquette climat**, on se servira des coefficients suivants.

Pour obtenir les équivalences de rejet de CO2 selon les énergies, on utilise les valeurs suivantes :

	CHAUFFAGE	PRODUCTION D'EAU chaude sanitaire	RE
Bois, biomasse.....	0,013	0,013	
Gaz naturel.....	0,234	0,234	0,234
Fioul domestique.....	0,300	0,300	0,300
Charbon.....	0,342	0,342	
Gaz propane ou butane.....	0,274	0,274	0,274
Autres combustibles fossiles.....	0,320	0,320	
Électricité d'origines renouvelable utilisée dans le bâtiment.....	0	0	0
Électricité (hors électricité d'origine renouvelable utilisée dans le bâtiment).....	0,180	0,040	0,040

Tableau de facteurs de conversion des kilowattheures d'énergie finale en équivalent d'émission de kilogramme de CO2 avec des facteurs

On a ainsi une émission de CO2 égale à $(392\,121 \times 0,234) + (389\,095 \times 0,234) = 781\,216 \times 0,234 = 182\,805 \text{ kg CO}_2/\text{an}$

et donc $182\,805/3625 = 50 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{.an}$, ce qui correspond à une **étiquette climat E**.

L'**étiquette globale** de ce bâtiment est donc **E**.