

# **Annexe 1**

## **Méthode de calcul 3CL-DPE 2021**

### **(Logements existants)**

*Dernière mise à jour - Octobre 2021*

# SOMMAIRE

1	La méthode conventionnelle .....	6
2	Expression du besoin de chauffage.....	6
3	Calcul des déperditions de l'enveloppe GV .....	7
3.1	Détermination du coefficient de réduction des déperditions b .....	8
3.2	Calcul des U des parois opaques.....	12
3.2.1	Calcul des $U_{mur}$ .....	13
3.2.2	Calcul des $U_{plancher\ bas\ (Upb)}$ .....	17
3.2.3	Calcul des $U_{plancher\ haut\ (Uph)}$ .....	21
3.3	Calcul des U des parois vitrées et des portes .....	22
3.3.1	Détermination de la performance du vitrage $U_g$ .....	23
3.3.2	Coefficients $U_w$ des fenêtres / portes-fenêtres .....	26
3.3.3	Coefficients $U_{jn}$ des fenêtres/portes-fenêtres.....	30
3.3.4	Coefficients U des portes .....	32
3.4	Calcul des déperditions par les ponts thermiques.....	32
3.4.1	Mur Plancher bas / mur.....	35
3.4.2	Plancher intermédiaire / mur .....	35
3.4.3	Plancher haut / mur .....	36
3.4.4	Refend / mur .....	36
3.4.5	Menuiserie / mur.....	37
4	Calcul des déperditions par renouvellement d'air.....	38
5	Calcul des consommations d'auxiliaires de ventilation .....	41
6	Détermination des apports gratuits.....	42
6.1	Calcul de F .....	42
6.2	Détermination de la surface Sud équivalente .....	45
6.2.1	Détermination du facteur solaire .....	45
6.2.2	Détermination du facteur d'ensoleillement.....	47
6.3	Traitement des espaces tampons solarisés .....	50
7	Détermination de l'inertie .....	53
7.1	Plancher haut lourd :.....	53
7.2	Plancher bas lourd : .....	53
7.3	Paroi verticale lourde : .....	53
7.4	Inertie du bâtiment.....	54
8	Modélisation de l'intermittence .....	55
9	Calcul de la consommation de chauffage (Cch).....	57
9.1	Installation de chauffage seule .....	57
9.1.1	Consommation de chauffage .....	57
9.1.2	Installation classique .....	59

9.1.3	Installation avec plusieurs émissions pour un même générateur.....	60
9.1.4	Installation avec plusieurs générateurs pour une même émission.....	61
9.2	Installation de chauffage avec du chauffage solaire.....	62
9.3	Installation de chauffage avec insert ou poêle bois en appoint .....	62
9.4	Installation de chauffage par insert, poêle bois (ou biomasse) avec un chauffage électrique dans la salle de bains	63
9.5	Installation de chauffage avec en appoint un insert ou poêle bois et un chauffage électrique dans la salle de bains (différent du chauffage principal) .....	63
9.6	Installation de chauffage avec chauffage solaire et insert ou poêle bois en appoint .....	64
9.7	Installation de chauffage avec chaudière en relèvement de PAC avec insert ou poêle bois en appoint .....	64
9.8	Installation de chauffage collectif avec base + appoint.....	65
9.9	Convecteur bi-jonction.....	66
9.10	Chauffage avec plusieurs installations différentes et indépendantes et/ou plusieurs installations différentes et indépendantes couplées.....	66
9.11	Installation de chauffage avec un générateur bi-énergie .....	67
10	Calcul de la consommation de froid (Cfr) .....	67
10.1	Calcul du besoin annuel de froid.....	68
10.2	Calcul du besoin mensuel de froid.....	68
10.3	Les consommations de refroidissement .....	69
11	Calcul de la consommation d'ECS (Cecs) .....	70
11.1	Calcul du besoin d'ECS .....	70
11.2	Calcul des consommations d'ECS.....	72
11.3	Un seul système d'ECS avec solaire .....	73
11.4	Plusieurs systèmes d'ECS (limité à 2 systèmes différents par logement).....	73
11.5	Rendement de distribution de l'ECS .....	73
11.5.1	Installation individuelle .....	74
11.5.2	Installation collective .....	74
11.6	Rendement de stockage de l'ECS.....	74
11.6.1	Pertes de stockage des ballons d'accumulation .....	74
11.6.2	Pertes des ballons électriques .....	75
11.6.3	Rendement de stockage.....	75
12	Rendements des installations .....	75
12.1	Rendement d'émission .....	75
12.2	Rendement de distribution.....	76
12.3	Rendement de régulation .....	76
12.4	Rendement de génération des générateurs autres qu'à combustion.....	76
12.4.1	Générateurs à effet joule et réseaux de chaleur .....	76
12.4.2	Pompe à Chaleur .....	77
13	Rendement de génération des générateurs à combustion .....	78
13.1	Inserts et poêles.....	78

13.2	Chaudières et autres générateurs à combustion.....	78
13.2.1	Profil de charge des générateurs .....	79
13.2.2	Valeurs par défaut des caractéristiques des chaudières gaz et fioul .....	86
13.2.3	Puissances moyennes fournies et consommées .....	92
13.2.4	Rendement conventionnel annuel moyen de génération de chauffage .....	92
14	Rendement des générateurs d'ECS.....	93
14.1	Générateurs à combustion .....	93
14.1.1	Production d'ECS seule instantanée par chauffe-eau gaz.....	93
14.1.2	Production mixte par chaudière gaz, fioul, bois.....	94
14.1.3	Accumulateur gaz.....	94
14.2	Chauffe-eau thermodynamique à accumulation .....	95
14.3	Réseau de chaleur .....	95
15	Calcul des consommations d'auxiliaires des installations de chauffage (Caux_ch) et d'ECS (Caux_ecs) .....	96
15.1	Consommation des auxiliaires de génération.....	97
15.1.1	Consommation des auxiliaires de génération de chauffage .....	97
15.1.2	Consommation des auxiliaires de génération d'ECS .....	98
15.2	Consommation des auxiliaires de distribution .....	98
15.2.1	Puissance des circulateurs de chauffage .....	98
15.2.2	Consommation des auxiliaires de distribution de chauffage .....	99
15.2.3	Consommation des auxiliaires de distribution d'ECS.....	99
16	Calcul de la consommation d'éclairage et de la production d'électricité.....	102
16.1	Consommation d'éclairage (Cecl) .....	102
16.2	Production d'électricité.....	103
17	DPE dans le collectif .....	106
17.1	Génération d'un DPE à l'immeuble collectif d'habitation .....	106
17.1.1	Collecte des données d'entrée.....	106
17.1.2	Définition d'un appartement « moyen » .....	108
17.1.3	Calcul des consommations d'ECS.....	109
17.1.4	Calcul des consommations de chauffage .....	110
17.1.5	Calcul des consommations de refroidissement .....	112
17.1.6	Calcul des consommations d'éclairage .....	112
17.1.7	Calcul des consommations d'auxiliaires.....	112
17.2	Génération d'un DPE à l'appartement.....	112
17.2.1	Génération d'un DPE à l'appartement .....	112
17.2.2	Génération des DPE des appartements à partir des données de l'immeuble (lors de la réalisation d'un DPE à l'immeuble) .....	114
17.3	Chauffage collectif alimentant plusieurs immeubles.....	119
17.4	Immeuble collectif mixte .....	119
18	Annexe .....	120
18.1	Zones climatiques .....	120
18.2	Sollicitations extérieures.....	121
18.2.1	Données à moins de 400m d'altitude .....	121
18.2.2	Données entre 400m et 800m d'altitude.....	126
18.2.3	Données à plus de 800m d'altitude .....	132

18.3	Cas des bâtiments à inertie lourde, constitués de parois anciennes.....	136
18.3.1	Données à moins de 400m d'altitude .....	137
18.3.2	Données entre 400m et 800m d'altitude.....	139
18.3.3	Données à plus de 800m d'altitude .....	141
18.4	Facteur de couverture solaire .....	143
18.5	Coefficients d'orientation et d'inclinaison des parois vitrées : C1.....	144

# 1 La méthode conventionnelle

Le DPE a pour principal objectif d'informer sur la performance énergétique des bâtiments. Il affiche le bilan annuel des consommations de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de refroidissement, d'éclairage et des auxiliaires. Il contient aussi une estimation des émissions de gaz à effet de serre associée aux consommations des 5 usages précédents.

Ces informations communiquées par le DPE doivent permettre de comparer objectivement les différents bâtiments entre eux. Prenons le cas d'une maison individuelle occupée par une famille de 3 personnes, la consommation de cette même maison ne sera pas la même si elle est occupée par une famille de 5 personnes. De plus, selon que l'hiver aura été rigoureux ou non, que la famille se chauffe à 19°C, ou 21°C, les consommations du même bâtiment peuvent significativement fluctuer. Il est dès lors nécessaire dans l'établissement de ce diagnostic de s'affranchir du comportement des occupants afin d'avoir une information sur la qualité énergétique du bâtiment. C'est la raison pour laquelle l'établissement du DPE se fait principalement par une méthode de calcul des consommations conventionnelles. Elle s'appuie sur une utilisation standardisée du bâtiment pour des conditions climatiques moyennes du lieu.

Les principaux critères caractérisant la méthode conventionnelle sont les suivants :

- En présence d'un système de chauffage dans le bâtiment autre que les équipements mobiles et les cheminées à foyer ouvert, toute la surface habitable du logement est considérée chauffée en permanence pendant la période de chauffe ;
- Les besoins de chauffage sont calculés mensuellement à partir de degrés heures base 19 pour des météo représentatives du climat des 8 zones climatiques de la France métropolitaine. Les degrés heures sont égaux à la somme, pour toutes les heures de la saison de chauffage pendant laquelle la température extérieure est inférieure à 19°C. Ils prennent en compte une inoccupation de 7 jours en décembre (dernière semaine) pendant la période de chauffe ainsi qu'un réduit des températures à 16°C pendant la journée en semaine ;
- Le besoin d'ECS est forfaitisé selon la surface habitable du bâtiment et la zone climatique. Dans le calcul du besoin d'ECS une semaine d'absence est comptée au mois de décembre ;
- Les besoins de refroidissements sont calculés mensuellement sur les périodes où la température extérieure est supérieure à 28°C.

Ces caractéristiques du calcul conventionnel peuvent être responsables de différences importantes entre les consommations réelles facturées et celles calculées avec la méthode conventionnelle. En effet, tout écart entre les hypothèses du calcul conventionnel et le scénario réel d'utilisation du bâtiment entraîne des différences au niveau des consommations. De plus, certaines caractéristiques impactant les consommations du bâtiment ne sont connues que de façon limitée (par exemple : les rendements des chaudières qui dépendent de leur dimensionnement et de leur entretien, la qualité de mise en œuvre du bâtiment, le renouvellement d'air dû à la ventilation, etc.).

## 2 Expression du besoin de chauffage

$BV_j$  : besoins mensuels de chauffage d'un logement, divisés par l'écart moyen de température entre l'intérieur et l'extérieur durant la période de chauffage. Son calcul se fait à partir du coefficient GV en tenant compte des apports de chaleur dus à l'occupation et au rayonnement solaire. Il est exprimé en watts par kelvin (W/K) :

$$BV_j = GV * (1 - F_j)$$

Avec :

- GV : déperditions de l'enveloppe en W/K (voir partie 3)
- $F_j$  : fraction des besoins de chauffage couverts par les apports gratuits sur le mois j (voir partie 6.1)

### 3 Calcul des déperditions de l'enveloppe GV

#### Données d'entrée :

Caractéristiques de l'enveloppe (linéaires, surfaces, U)

Surface des parois déperditives  $i$  (murs, plafonds, planchers, baies, portes)

Linéaires de ponts thermiques

La somme GV des déperditions par les parois et par renouvellement d'air (W/K) s'exprime de la manière suivante :

$$GV = DP_{mur} + DP_{plancher\_bas} + DP_{plancher\_haut} + DP_{menuiserie} + PT + DR$$

Avec :

- PT : déperditions par les ponts thermiques (W/K) (voir partie 3.4)
- DR : déperditions par le renouvellement d'air (W/K) (voir partie 4)
- DPparoi : déperdition par la paroi (W/K) :

$$DP_{mur} = \sum_i b_i * S_{mur_i} * U_{mur_i}$$

$$DP_{plancher\_bas} = \sum_i b_i * S_{pb_i} * U_{pb_i}$$

$$DP_{plancher\_haut} = \sum_i b_i * S_{ph_i} * U_{ph_i}$$

$$DP_{menuiserie} = \sum_i b_i * S_{menuiserie_i} * U_{menuiserie_i}$$

Avec :

- $b_i$  : coefficient de réduction des déperditions pour la paroi  $i$  (voir partie 3.1)
- $S_{paroi_i}$  : surface de la paroi déperditive  $i$  (m<sup>2</sup>)
- $U_{paroi_i}$  : coefficient de transmission thermique de la paroi  $i$  (W/(m<sup>2</sup>.K)) (voir parties 3.2 et 3.3)

On appelle menuiserie l'ensemble vitrage-protection solaire des fenêtres, portes-fenêtres et portes.

Attention : Les parois donnant sur un bâtiment autre que d'habitation sont aussi considérées déperditives.

La surface prise en compte pour l'établissement du DPE est la surface habitable du bâtiment. Cette surface intègre les vérandas chauffées.

En présence d'un espace non habitable chauffé (par exemple un garage ou un sous-sol), cet espace est traité dans le DPE comme un espace non chauffé. Dans ce cas, le diagnostiqueur devra obligatoirement mentionner dans le rapport que cet espace ne doit pas être chauffé et intégrer ce commentaire dans la justification des écarts entre les factures et les consommations conventionnelles.

### 3.1 Détermination du coefficient de réduction des déperditions b

#### Données d'entrée :

*Surface des parois séparant le local non chauffé des locaux chauffés :  $A_{iu}$  ( $m^2$ )*

*Surface des parois séparant le local non chauffé de l'extérieur ou du sol :  $A_{ue}$  ( $m^2$ )*

*Type de local non chauffé (garage, comble, circulation...)*

*Etat d'isolation des parois du local non chauffé (isolées, non isolées)*

Pour une paroi enterrée ou donnant sur l'extérieur, ou un plancher sur terre-plein, vide sanitaire ou sous-sol non chauffé,  $b = 1$ .

Dans le cas de locaux non chauffés non accessibles (mitoyenneté, espace sans accès...), forfaitairement  $b = 0,95$ .

Les parois donnant sur un bâtiment ou un espace autre que d'habitation (occupation discontinue) sont considérées comme déperditives avec  $b = 0,2$ .

Pour les circulations communes au niveau d'un appartement en bâtiment collectif d'habitation, le calcul de  $b$  se fait en considérant les parois situées au même niveau que le lot traité. Pour un calcul fait à l'immeuble, un seul  $b$  est pris pour toutes les circulations communes si elles ne sont pas en volume intérieur chauffé.

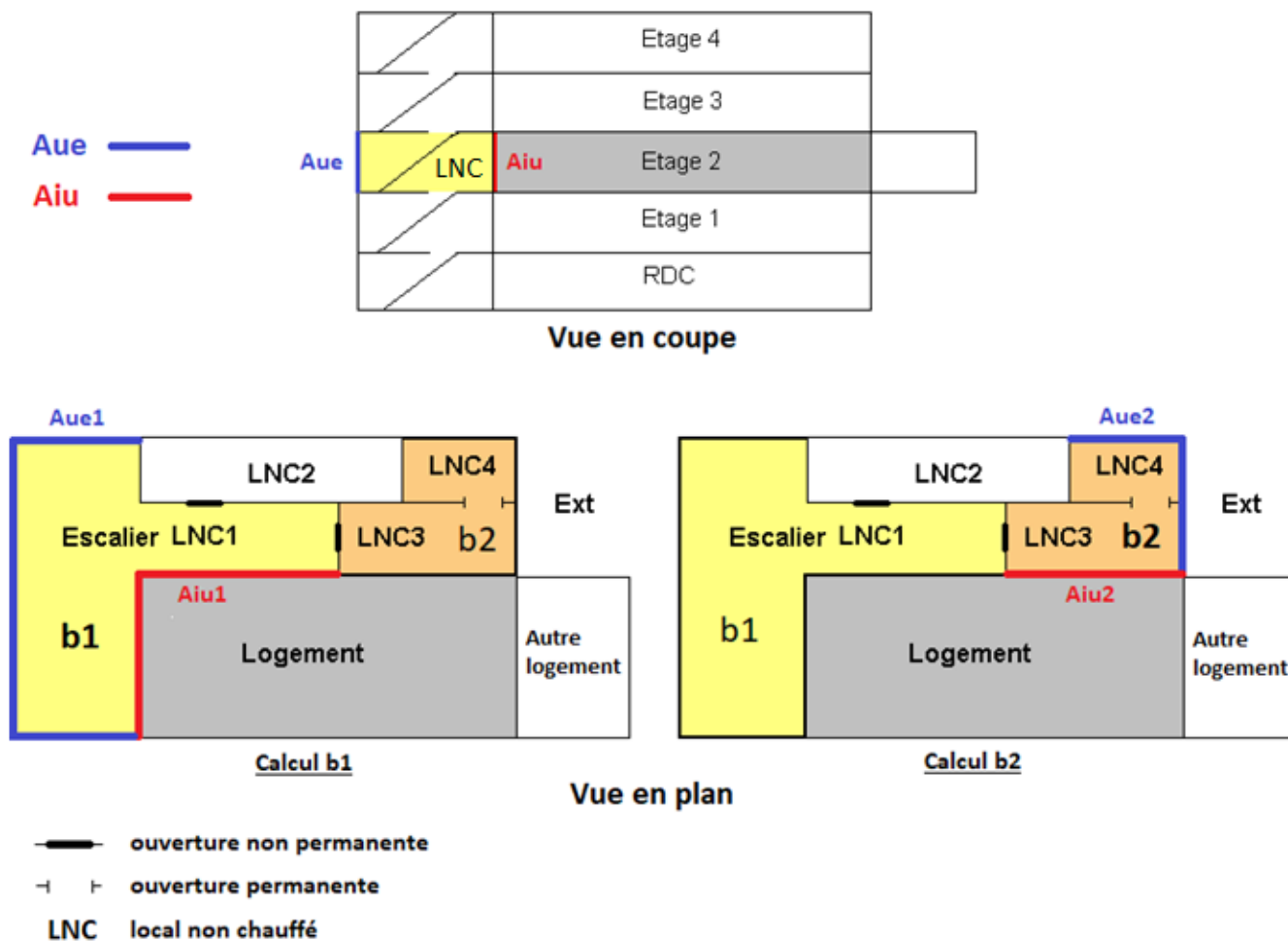
La méthode de caractérisation des espaces communs en volume chauffé ou non chauffé est détaillée au §17.1.1.3. Une paroi donnant sur un volume non intérieur ou sur un volume intérieur non chauffé sera considérée comme déperditive. Le  $b$  sera déterminé à l'aide de la méthode suivante.

Dans les autres cas,  $b$  est déterminé à l'aide des tableaux suivants, en fonction du rapport des surfaces  $A_{iu}/A_{ue}$  et du coefficient surfacique équivalent  $U_{V,ue}$  :

- $A_{ue}$  est la surface des parois du local non chauffé donnant sur l'extérieur ou en contact avec le sol (paroi enterrée, terre-plein)
- $A_{iu}$  est la surface des parois du local non chauffé qui donnent sur des locaux chauffés

Il est considéré qu'il n'y a pas d'échange entre deux locaux non chauffés distincts (sans liaison aéraulique). La surface des parois du local non chauffé donnant sur un vide sanitaire ou un autre local non chauffé n'entre donc ni dans  $A_{iu}$  ni dans  $A_{ue}$ .





Le coefficient surfacique équivalent  $U_{V,ue}$  est déterminé via le tableau ci-dessous :

Locaux non chauffés types	$U_{V,ue}$ W/(m <sup>2</sup> .K)
<b>Maison individuelle</b>	
• Garage	3
• Cellier	3
• Comble	
- fortement ventilé	9
- faiblement ventilé	3
- très faiblement ventilé	0,3
<b>Logement collectif</b>	
• Circulations communes	
- sans ouverture directe sur l'extérieur	0,0
- avec ouverture directe sur l'extérieur	0,3
- avec bouche ou gaine de désenfumage, ouverte en permanence	3
- halls d'entrée	3 <sup>(1)</sup> ou 0,3 <sup>(2)</sup>
- garage privé collectif	3
• Autres dépendances	3
• Comble	
- fortement ventilé	9
- faiblement ventilé	3
- très faiblement ventilé	0,3
(1) Portes d'accès sans dispositif de fermeture automatique	
(2) Portes d'accès avec dispositif de fermeture automatique	

L'identification du niveau de ventilation des combles peut s'appuyer sur les définitions ci-dessous. Cependant, la présence d'ouvertures dans les parois des combles doit aussi être prise en compte pour déterminer leur niveau de ventilation :

- Combles fortement ventilés : combles couverts en tuiles ou autres éléments de couverture discontinus, sans support continu ;
- Combles faiblement ventilés : combles couverts avec éléments de couverture continus sur support discontinu, ou avec éléments de couverture discontinus sur support continu ;
- Combles très faiblement ventilés : combles couverts avec éléments de couverture continus sur support continu.

Dans le cas où  $A_{ue} = 0$ , alors  $b = 0$ .

Dans les tableaux suivants :

- Inc désigne un local non chauffé ;
- Ic désigne le local chauffé.

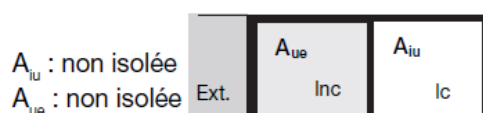
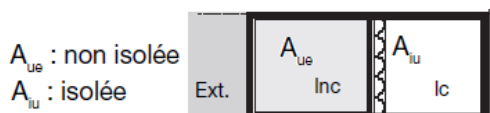
Les parois du local non chauffé sont considérées comme isolées si plus de 50% de leur surface est isolée.

Les parois en double vitrage et les portes seront considérées comme non isolées pour le calcul de  $b$ . Les parois en triple vitrage seront considérées isolées.

Les parois déperditives dont l'état d'isolation n'est pas connu sont considérées :

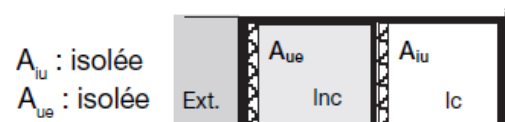
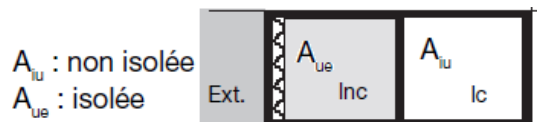
- Pour les bâtiments d'avant 1975, la paroi est considérée comme non isolée ;
- Pour les bâtiments construits à partir de 1975 :
  - o Les murs sont considérés comme isolés par l'intérieur ;
  - o Les plafonds sont considérés isolés par l'extérieur ;
  - o Les planchers sur terre-plein sont considérés isolés par l'extérieur (en sous face) à partir de 2001.

On en déduit la valeur de  $b$  en fonction des différents cas suivants :



$A_{iu}/A_{ue}$	$U_{v,ue}$			
	0,0	0,3	3,0	9,0
$\leq 0,25$	0,95	0,95	1,00	1,00
$0,25 < \leq 0,50$	0,95	0,95	0,95	1,00
$0,50 < \leq 0,75$	0,90	0,95	0,95	1,00
$0,75 < \leq 1,00$	0,85	0,90	0,95	0,95
$1,00 < \leq 1,25$	0,85	0,90	0,90	0,95
$1,25 < \leq 2,00$	0,80	0,80	0,90	0,95
$2,00 < \leq 2,50$	0,75	0,80	0,85	0,90
$2,50 < \leq 3,00$	0,70	0,75	0,85	0,90
$3,00 < \leq 3,50$	0,65	0,75	0,80	0,90
$3,50 < \leq 4,00$	0,65	0,70	0,80	0,90
$4,00 < \leq 6,00$	0,55	0,60	0,70	0,85
$6,00 < \leq 8,00$	0,45	0,55	0,65	0,80
$8,00 < \leq 10,00$	0,40	0,50	0,60	0,75
$10,00 < \leq 25,00$	0,35	0,40	0,50	0,70
$25,00 < \leq 50,00$	0,20	0,25	0,35	0,50
$50,00 <$	0,10	0,15	0,20	0,30

$A_{iu}/A_{ue}$	$U_{v,ue}$			
	0,0	0,3	3,0	9,0
$\leq 0,25$	0,80	0,85	0,90	0,95
$0,25 < \leq 0,50$	0,65	0,75	0,80	0,90
$0,50 < \leq 0,75$	0,55	0,65	0,75	0,85
$0,75 < \leq 1,00$	0,50	0,55	0,70	0,80
$1,00 < \leq 1,25$	0,45	0,50	0,65	0,80
$1,25 < \leq 2,00$	0,35	0,40	0,50	0,70
$2,00 < \leq 2,50$	0,30	0,35	0,45	0,65
$2,50 < \leq 3,00$	0,25	0,30	0,40	0,60
$3,00 < \leq 3,50$	0,20	0,30	0,40	0,55
$3,50 < \leq 4,00$	0,20	0,25	0,35	0,50
$4,00 < \leq 6,00$	0,15	0,20	0,25	0,40
$6,00 < \leq 8,00$	0,10	0,15	0,20	0,35
$8,00 < \leq 10,00$	0,10	0,10	0,20	0,30
$10,00 < \leq 25,00$	0,05	0,10	0,15	0,25
$25,00 < \leq 50,00$	0,05	0,05	0,05	0,15
$50,00 <$	0,00	0,00	0,05	0,05



$A_{iu}/A_{ue}$	$U_{v,ue}$			
	0,0	0,3	3,0	9,0
$\leq 0,25$	0,35	0,50	0,85	0,95
$0,25 < \leq 0,50$	0,20	0,35	0,70	0,90
$0,50 < \leq 0,75$	0,15	0,25	0,65	0,85
$0,75 < \leq 1,00$	0,15	0,20	0,55	0,80
$1,00 < \leq 1,25$	0,10	0,15	0,50	0,75
$1,25 < \leq 2,00$	0,05	0,10	0,40	0,65
$2,00 < \leq 2,50$	0,05	0,10	0,35	0,60
$2,50 < \leq 3,00$	0,05	0,10	0,30	0,55
$3,00 < \leq 3,50$	0,05	0,05	0,25	0,50
$3,50 < \leq 4,00$	0,05	0,05	0,25	0,45
$4,00 < \leq 6,00$	0,00	0,05	0,20	0,35
$6,00 < \leq 8,00$	0,00	0,05	0,15	0,30
$8,00 < \leq 10,00$	0,00	0,05	0,10	0,25
$10,00 < \leq 25,00$	0,00	0,00	0,10	0,20
$25,00 < \leq 50,00$	0,00	0,00	0,05	0,10
$50,00 <$	0,00	0,00	0,00	0,05

$A_{iu}/A_{ue}$	$U_{v,ue}$			
	0,0	0,3	3,0	9,0
$\leq 0,25$	0,80	0,90	0,95	1,00
$0,25 < \leq 0,50$	0,65	0,80	0,95	1,00
$0,50 < \leq 0,75$	0,55	0,70	0,90	0,95
$0,75 < \leq 1,00$	0,50	0,65	0,90	0,95
$1,00 < \leq 1,25$	0,45	0,60	0,90	0,95
$1,25 < \leq 2,00$	0,35	0,45	0,80	0,95
$2,00 < \leq 2,50$	0,30	0,40	0,80	0,90
$2,50 < \leq 3,00$	0,25	0,35	0,75	0,90
$3,00 < \leq 3,50$	0,20	0,35	0,70	0,90
$3,50 < \leq 4,00$	0,20	0,30	0,70	0,85
$4,00 < \leq 6,00$	0,15	0,25	0,60	0,80
$6,00 < \leq 8,00$	0,10	0,20	0,55	0,75
$8,00 < \leq 10,00$	0,10	0,15	0,45	0,70
$10,00 < \leq 25,00$	0,05	0,10	0,40	0,65
$25,00 < \leq 50,00$	0,05	0,05	0,25	0,45
$50,00 <$	0,00	0,05	0,10	0,30

Les espaces tampons solarisés (vérandas, loggias fermées) non chauffés bénéficient d'apports solaires qui y génèrent des températures supérieures à celles atteintes dans les espaces non solarisés.

Rappelons que les vérandas chauffées sont traitées en surface habitable.

Dans le cas de vérandas ou loggias fermées non chauffées, les coefficients de réduction de température pris sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Zone climatique	Orientation de la véranda	Paroi donnant sur la véranda	$b_{ver}$
H1	Nord	Isolé	0.95
		Non isolé	0.85
	Est / Ouest	Isolé	0.63
		Non isolé	0.6
	Sud	Isolé	0.58
		Non isolé	0.55
H2	Nord	Isolé	0.95
		Non isolé	0.85
	Est / Ouest	Isolé	0.6
		Non isolé	0.58
	Sud	Isolé	0.57
		Non isolé	0.55
H3	Nord	Isolé	0.95
		Non isolé	0.85
	Est / Ouest	Isolé	0.53
		Non isolé	0.53
	Sud	Isolé	0.48
		Non isolé	0.55

Les orientations Nord intègrent les limites Nord-Est et Nord-Ouest.

Les orientations Sud intègrent les limites Sud-Est et Sud-Ouest.

L'orientation de la véranda prise en compte est celle de sa façade principale (avec la plus grande surface de vitrages verticaux). S'il existe plusieurs façades principales, c'est-à-dire qu'au moins deux façades d'orientation présentent de façon égale les surfaces vitrées les plus importantes,  $b_{ver}$  est la moyenne des  $b_{ver}$  sur ces orientations.

## 3.2 Calcul des U des parois opaques

### Données d'entrée :

*Caractéristiques des parois (type, épaisseur, mitoyenneté, matériaux traditionnels)*

*Caractéristique isolation (épaisseur, résistance, année d'isolation)*

*Nombre d'appartements*

*Retour d'isolation autour des menuiseries (avec ou sans)*

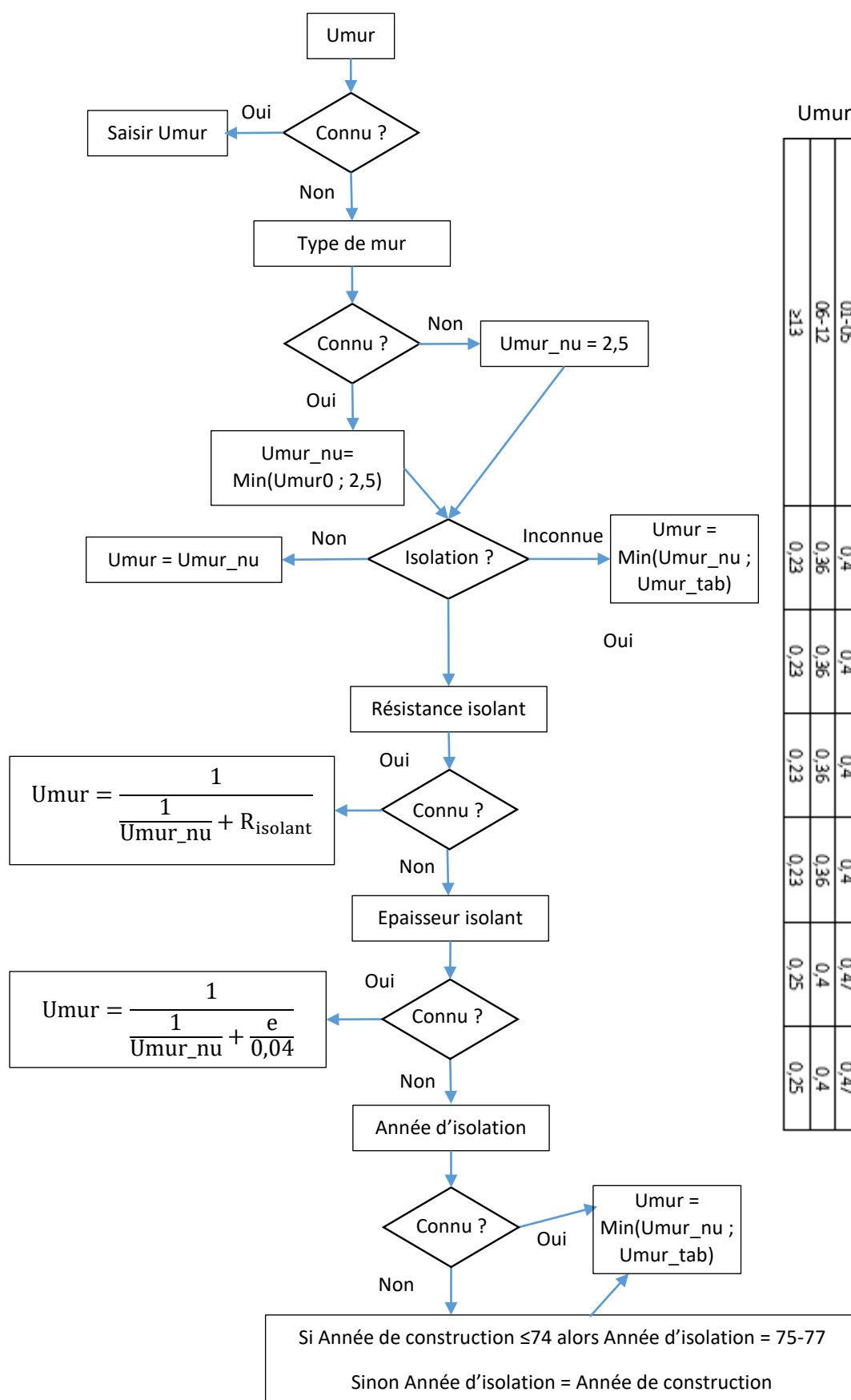
*Hauteur moyenne sous plafond*

On considère qu'un logement est chauffé par effet joule lorsque la chaleur est fournie par une résistance électrique.

Une paroi opaque (hors plancher bas) est considérée comme un mur dès lors que l'angle par rapport à l'horizontal est supérieur ou égal à 75°. Dans les autres cas, il s'agit d'un plancher haut.

### 3.2.1 Calcul des Umur

#### 3.2.1.1 Schéma du calcul de Umur



Umur\_tab :

Année de construction ou d'isolation	H1		H2		H3	
	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres
≤ 74 ou inconnu	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
75-77	1	1	1,05	1,05	1,11	1,11
78-82	0,8	1	0,84	1,05	0,89	1,11
83-88	0,7	0,8	0,74	0,84	0,78	0,89
89-00	0,45	0,5	0,47	0,53	0,5	0,56
01-05	0,4	0,4	0,4	0,4	0,47	0,47
06-12	0,36	0,36	0,36	0,36	0,4	0,4
≥ 13	0,23	0,23	0,23	0,23	0,25	0,25

### 3.2.1.2 Calcul des Umur0

Umur0 est le coefficient de transmission thermique du mur non isolé (W/(m².K)).

Epaisseur (en cm)		≤ 20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	≥ 80
Murs en pierre de taille et moellons (granit, gneiss, porphyres, pierres calcaires, grès, meulières, schistes, pierres volcaniques)	Murs constitués d'un seul matériau / inconnu	3,2	2,85	2,65	2,45	2,3	2,15	2,05	1,90	1,80	1,75	1,65	1,55	1,50
	Murs avec remplissage tout venant	-	-	-	-	-	-	1,90	1,75	1,60	1,50	1,45	1,30	1,25

Epaisseur connue (en cm)	≤ 40	45	50	55	60	65	70	75	≥ 80
Murs en pisé ou béton de terre stabilisé	1,75	1,65	1,55	1,45	1,35	1,25	1,2	1,15	1,1

Epaisseur connue (en cm)		≤ 8	10	13	18	24	≥ 32
Murs en pans de bois	Sans remplissage tout venant	3	2,7	2,35	1,98	1,65	1,35
	Avec remplissage tout venant	1,7					

Epaisseur connue (en cm)	≤ 10	15	20	≥ 25
Murs bois (rondins)	1,6	1,2	0,95	0,8

Epaisseur connue (en cm)	≤ 9	12	15	19	23	28	34	45	55	60	≥ 70
Murs en briques pleines simples	3,9	3,45	3,05	2,75	2,5	2,25	2	1,65	1,45	1,35	1,2

Epaisseur connue (en cm)	≤ 20	25	30	35	45	50	≥ 60
Murs en briques pleines doubles avec lame d'air	2	1,85	1,65	1,55	1,35	1,25	1,2

Epaisseur connue (en cm)	≤ 15	18	20	23	25	28	33	38	≥ 43
Murs en briques creuses	2,15	2,05	2	1,85	1,7	1,68	1,65	1,55	1,4

Epaisseur connue	≤ 20	23	25	28	30	33	35	38	≥ 40
Murs en blocs de béton pleins	2,9	2,75	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,05

Epaisseur connue (en cm)	≤ 20	23	≥ 25
Murs en blocs de béton creux	2,8	2,65	2,3

Epaisseur connue (en cm)	≤ 20	22,5	25	28	30	35	40	≥ 45
Murs en béton banché	2,9	2,75	2,65	2,5	2,4	2,2	2,05	1,9
Murs en béton de mâchefer	2,75	2,5	2,4	2,25	2,15	1,95	1,8	-

Epaisseur connue (en cm)	30	37,5
Brique terre cuite alvéolaire	0,47	0,40

Mur en béton cellulaire										
Epaisseur (cm)	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5
Construction < 2013	0,90	0,79	0,70	0,63	0,57	0,53	0,49	0,45	0,42	0,40
Construction ≥ 2013	0,69	0,60	0,53	0,48	0,43	0,40	0,36	0,30	0,28	0,22

Epaisseur connue (en cm)	≤15	20	≥ 25
Murs sandwich béton/isolant/béton (sans isolation rapportée)	0,9	0,48	0,45

Epaisseur connue (en cm)	10	15	20	25	30	35	40	≥ 45
Murs en ossature bois avec isolant en remplissage ≥ 2006	0,45	0,35	0,26	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11

Epaisseur connue (en cm)	10	15	20	25	30	35	40	≥ 45
Murs en ossature bois avec isolant en remplissage 2001-2005	0,52	0,41	0,3	0,24	0,2	0,17	0,15	0,13

Epaisseur connue (en cm)	10	15	20	25	30	35	40	≥ 45
Murs en ossature bois avec isolant en remplissage <2001	0,65	0,45	0,34	0,28	0,23	0,2	0,18	0,16

Epaisseur connue (en cm)	≤ 8	10	13	18	24	≥ 32
Murs en ossature bois avec remplissage tout venant	1,7					

Epaisseur connue (en cm)	≤ 8	10	13	18	24	≥ 32
Murs en ossature bois sans remplissage	3	2,7	2,35	1,98	1,65	1,35

Cloison de plâtre :  $U_{mur0} = 3,33 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Pour les parois dites « anciennes », c'est-à-dire constituées de matériaux traditionnels à savoir pierres, terre, mur à colombage, brique ancienne, la présence d'un enduit isolant n'est pas considérée comme une isolation. Cependant, cet enduit apporte une correction d'isolation qu'il faut prendre en compte en considérant :

$$U_{mur0} = \frac{1}{\frac{1}{U_{mur0\_sansEnduit}} + R_{enduit}}$$

Avec :

-  $R_{enduit} = 0,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

Pour l'ensemble des parois, la présence d'un doublage apporte une résistance thermique supplémentaire calculée comme suit :

$$U_{mur\text{doublage}} = \frac{1}{\frac{1}{U_{mur0}} + R_{doublage}}$$

Avec les valeurs de résistances suivantes :

- Pour un mur avec un doublage rapporté de nature indéterminée ou avec lame d'air de moins de 15 mm :  $R_{doublage} = 0,1 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

- Pour un mur avec un doublage rapporté avec une lame d'air de plus de 15 mm ou avec un matériau de doublage connu (plâtre, brique, bois) :  $R_{doublage} = 0,21 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

Les murs en pavés de verre sont traités comme des parois vitrées (voir paragraphe 3.3).

Pour les murs non répertoriés, saisir directement les coefficients de transmission thermique quand ils sont justifiés.

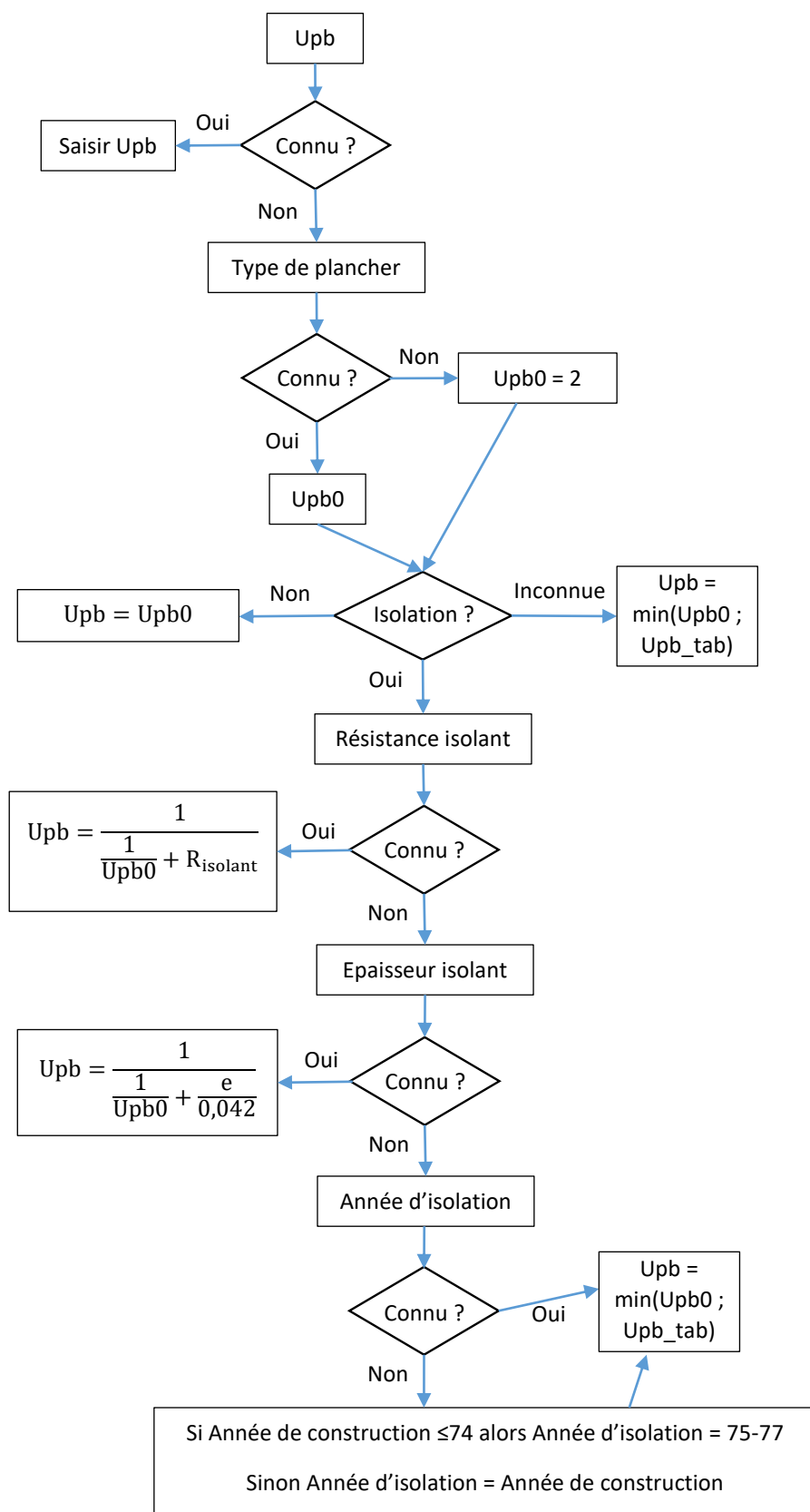
Pour les murs doubles ou de composants multiples connus et justifiés, saisir directement le U du mur calculé.



## 3.2.2 Calcul des Uplancher bas (Upb)

### 3.2.2.1 Schéma du calcul de Upb

Si le plancher donne sur l'extérieur ou un local non chauffé (hors sous-sol) :



Upb\_tab :

Année de construction ou d'isolation	H1		H2		H3	
	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres
≤ 74 ou inconnu	2	2	2	2	2	2
75-77	0,9	0,9	0,95	0,95	1	1
78-82	0,8	0,9	0,84	0,95	0,89	1
83-88	0,55	0,8	0,58	0,74	0,78	0,89
89-00	0,55	0,5	0,58	0,63	0,5	0,56
01-05	0,3	0,3	0,3	0,3	0,47	0,47
06-12	0,27	0,27	0,27	0,27	0,4	0,4
≥ 13	0,23	0,23	0,23	0,23	0,25	0,25

Pour les vides sanitaires, les sous-sol non chauffés et terre-plein, le calcul des déperditions se fait avec un coefficient  $U_e$  en remplacement de  $U_{pb}$ . Le calcul de  $U_{pb}$  est toutefois nécessaire pour obtenir la valeur du coefficient  $U_e$ , selon les tableaux ci-dessous.

$U_{pb}$  est le coefficient de transmission thermique de la partie du plancher située entre l'ambiance intérieure et le vide sanitaire, le sous-sol ou le terre-plein. Il est calculé selon le schéma précédent (voir « plancher donnant sur l'extérieur ou un local non chauffé »), en  $W/(m^2.K)$ .

Les données ne figurant pas dans le tableau peuvent être obtenues par interpolation et extrapolation en traçant des droites entre les valeurs les plus proches présentes dans le tableau.

- $P$  : périmètre ou linéaire du plancher déperditif du bâtiment ou du lot sur terre-plein, vide sanitaire ou sous-sol non chauffé donnant sur l'extérieur ou un local non chauffé (m)
- $S$  : surface du plancher du bâtiment ou du lot sur terre-plein, vide sanitaire ou sous-sol non chauffé ( $m^2$ )
- $2S/P$  est arrondi à l'entier le plus proche

Le  $U_e$  d'un plancher est un  $U_{moyen}$  pour tout le plancher du bâtiment. Il prend en compte l'isolation périphérique du plancher bas. Dès lors, tous les appartements d'un immeuble donnant sur un même terre-plein ont le même  $U_e$ .

Le  $U_e$  d'un plancher bas d'immeuble est toujours calculé à l'immeuble, même dans le cas d'un DPE seulement sur un appartement.

Valeurs de  $U_e$  ( $W/(m^2.K)$ ) selon  $U_{pb}$  et  $2S/P$  :

**Si le plancher est sur vide sanitaire ou sous-sol non chauffé :**

$U_{pb}$ $2S/P$	3,33	1,43	0,83	0,45	0,41	0,37	0,34	0,31
3	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,3	0,28	0,26
4	0,43	0,4	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25
5	0,38	0,36	0,34	0,32	0,3	0,28	0,26	0,25
6	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24
7	0,36	0,34	0,32	0,3	0,28	0,26	0,24	0,23
8	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22
9	0,34	0,32	0,3	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22
10	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21
12	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,2
14	0,28	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21	0,2	0,19
16	0,28	0,27	0,25	0,23	0,21	0,2	0,19	0,18
18	0,28	0,26	0,24	0,22	0,2	0,19	0,19	0,18
20	0,24	0,23	0,22	0,21	0,2	0,19	0,18	0,17

**Si le plancher donne sur terre-plein :**

- Bâtiment construit avant 2001

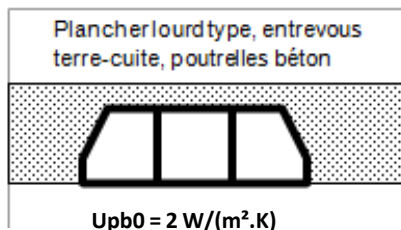
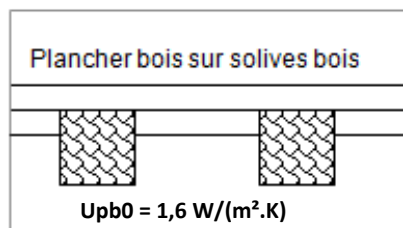
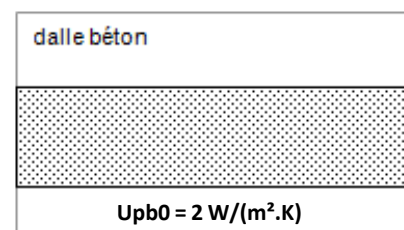
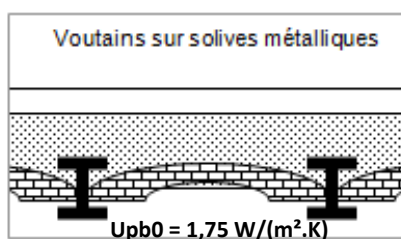
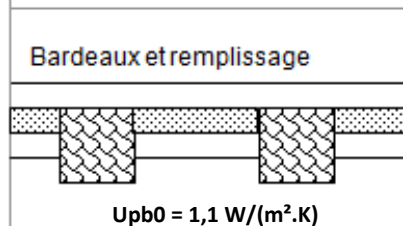
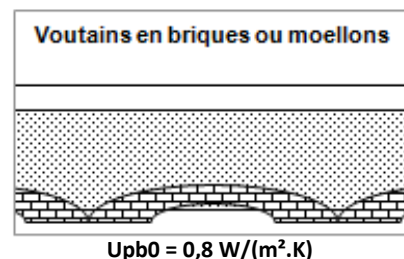
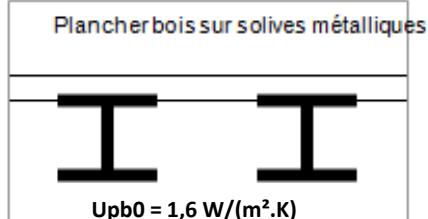
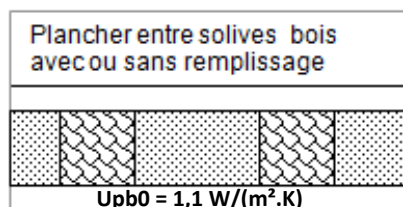
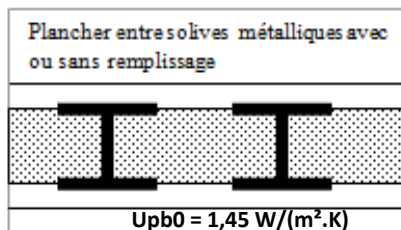
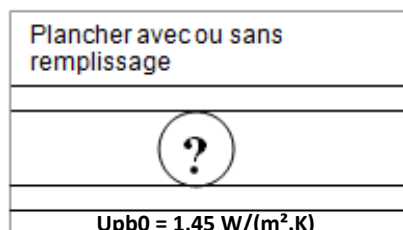
2S/P \ Upb	3,4	1,5	0,85	0,59	0,46
3	0,78	0,56	0,43	0,35	0,3
4	0,68	0,51	0,4	0,33	0,28
5	0,6	0,46	0,38	0,32	0,27
6	0,54	0,43	0,35	0,3	0,26
7	0,49	0,39	0,33	0,28	0,25
8	0,45	0,37	0,31	0,27	0,24
9	0,42	0,34	0,29	0,26	0,23
10	0,39	0,32	0,28	0,24	0,22
12	0,35	0,29	0,25	0,22	0,2
14	0,31	0,26	0,23	0,2	0,19
16	0,28	0,24	0,21	0,19	0,17
18	0,26	0,22	0,2	0,18	0,16
20	0,24	0,21	0,18	0,17	0,15

- Bâtiments à partir de 2001

2S/P \ Upb	3,4	1,5	0,85	0,6	0,46	0,37	0,31
3	0,7	0,6	0,49	0,39	0,33	0,28	0,25
4	0,65	0,55	0,45	0,36	0,31	0,26	0,23
5	0,58	0,5	0,42	0,34	0,29	0,25	0,22
6	0,52	0,45	0,38	0,32	0,27	0,24	0,21
7	0,48	0,42	0,36	0,3	0,26	0,23	0,2
8	0,45	0,39	0,33	0,28	0,25	0,22	0,2
9	0,39	0,35	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19
10	0,38	0,34	0,3	0,26	0,23	0,2	0,18
12	0,35	0,31	0,27	0,23	0,21	0,19	0,17
14	0,3	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
16	0,26	0,24	0,22	0,2	0,18	0,16	0,15
18	0,25	0,24	0,21	0,18	0,17	0,15	0,14
20	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13

### 3.2.2.2 Calcul des Upb0

Upb0 est le coefficient de transmission thermique du plancher bas non isolé ( $W/(m^2.K)$ ).

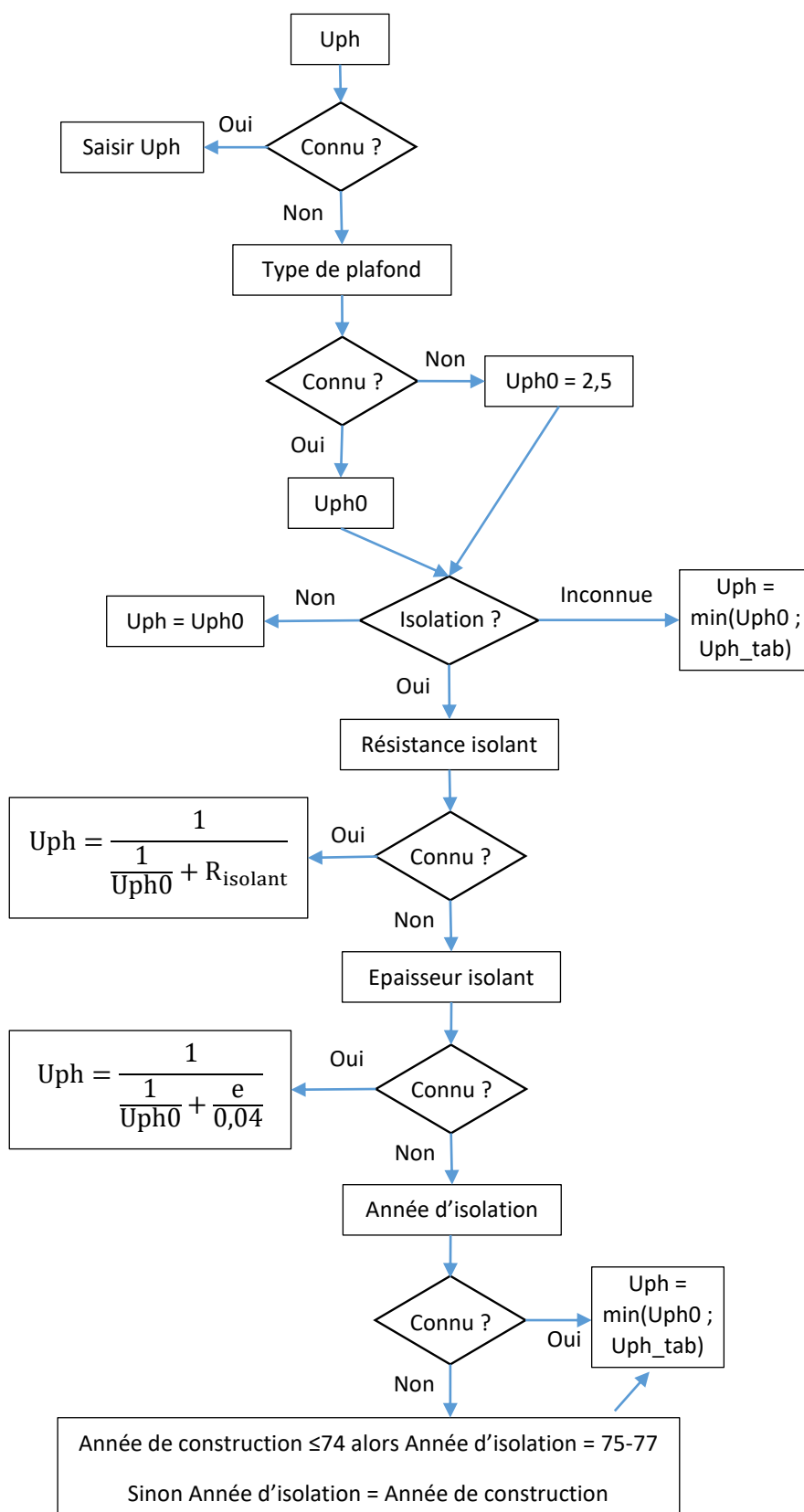


Plancher à entrevous isolant Upb0 = 0,45  $W/(m^2.K)$

Pour les planchers bas non répertoriés, saisir directement les coefficients de transmission thermique Upb0 quand ils sont justifiés. Les données des règles TH-U peuvent être utilisées.

### 3.2.3 Calcul des Uplancher haut (Uph)

#### 3.2.3.1 Schéma du calcul de Uph













Uph\_tab :

Année de construction ou d'isolation	Combles						Terrasse					
	H1		H2		H3		H1		H2		H3	
≤74 ou inconnue	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres
75-77	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
78-82	0,5	0,5	0,53	0,53	0,56	0,56	0,75	0,75	0,79	0,79	0,83	0,83
83-88	0,4	0,5	0,42	0,53	0,44	0,56	0,7	0,75	0,74	0,79	0,78	0,83
89-00	0,3	0,3	0,32	0,32	0,33	0,33	0,4	0,55	0,42	0,58	0,44	0,61
01-05	0,25	0,25	0,26	0,26	0,3	0,3	0,35	0,4	0,37	0,42	0,39	0,44
06-12	0,23	0,23	0,23	0,23	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
≥13	0,2	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

Lorsque le local au-dessus du logement est un local non chauffé, ou un local autre que d'habitation., Uph\_tab est pris dans la catégorie « Terrasse ».

### 3.2.3.2 Calcul des Uph0

Uph0 est le coefficient de transmission thermique du plancher haut non isolé (W/(m².K)).

<p>Plafond avec ou sans remplissage</p>  <p><math>U_{ph0} = 1.45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>	<p>Bardeaux et remplissage</p>  <p><math>U_{ph0} = 1.2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>	<p>Plafond bois sous solives métallique</p>  <p><math>U_{ph0} = 2.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>	
<p>Plafond bois sous solives bois</p>  <p><math>U_{ph0} = 2.3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>	<p>Plafond entre solives bois avec ou sans remplissage</p>  <p><math>U_{ph0} = 1.2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>	<p>Plafond entre solives métalliques avec ou sans remplissage</p>  <p><math>U_{ph0} = 1.45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>	<p>Plafond lourd type, entrevous terre-cuite, poutrelles béton</p>  <p><math>U_{ph0} = 2.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>
<p>Plafond bois sur solives bois</p>  <p><math>U_{ph0} = 2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>	<p>Plafond bois sur solives métallique</p>  <p><math>U_{ph0} = 2.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>	<p>Dalle béton</p>  <p><math>U_{ph0} = 2.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p>	

Combles aménagés sous rampant : Uph0 = 2,5 W/(m².K)

Toiture en chaume : Uph0 = 0,24 W/(m².K)

Plafond en plaque de plâtre : Uph0 = 2,5 W/(m².K)

Les toitures en bac acier sont traités comme des combles aménagés sous rampants : Uph0 = 2.5W/m².K Pour les murs, plafonds, planchers non répertoriés, saisir directement les coefficients de transmission thermique quand ceux si peuvent être justifiés. Les données des règles TH-U peuvent être utilisées à défaut.

Attention : Les valeurs par défaut des caractéristiques des parois dépendent des années de construction dans certains cas. Pour les bâtiments ayant fait l'objet d'extension, les valeurs par défaut des caractéristiques des parois peuvent donc être différentes entre l'extension et le bâtiment originel.

## 3.3 Calcul des U des parois vitrées et des portes

Données d'entrée :

Type de vitrage (simple, double...)

Epaisseur lame d'air

Présence d'une couche peu émissive

Gaz de remplissage

Inclinaison vitrage

Type de menuiserie

Type de volets

Les grandes surfaces vitrées des vérandas chauffées seront traitées comme des portes-fenêtres avec des menuiseries au nu extérieur.

Les parois en brique de verre sont traitées comme des parois vitrées avec :

- Brique de verre pleine  $U_w = 3,5 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
- Brique de verre creuse  $U_w = 2 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

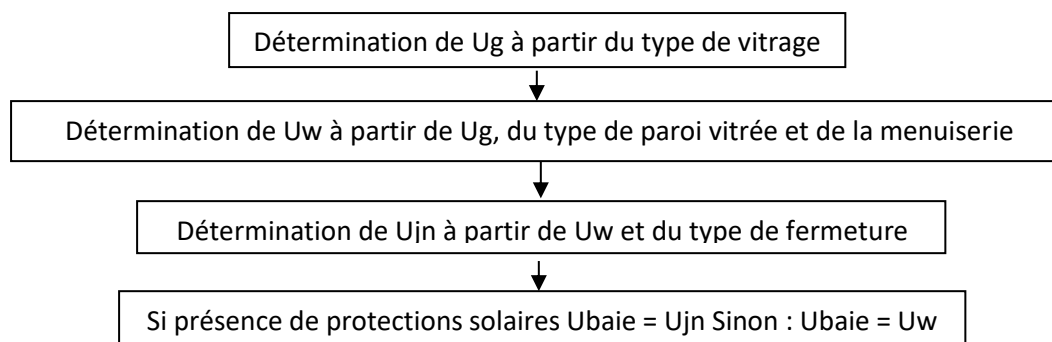
Les parois en polycarbonate sont traitées comme des parois vitrées avec :  $U_w = 3 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Définition de l'inclinaison des baies pour le calcul des U :

- Paroi verticale = angle par rapport à l'horizontal  $\geq 75^\circ$
- Paroi horizontale = angle par rapport à l'horizontal  $< 75^\circ$

Le coefficient U des fenêtres est connu : saisir  $U_w$  et caractériser les occultations pour déterminer  $U_{jn}$ .

Si  $U_w$  est inconnu alors suivre la démarche suivante :



Avec :

- $U_g$  : coefficient de transmission thermique du vitrage ( $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- $U_w$  : coefficient de transmission thermique de la fenêtre ou de la porte-fenêtre (vitrage + menuiserie) ( $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- $U_{jn}$  : coefficient de transmission thermique de la fenêtre ou de la porte-fenêtre avec les protections solaires ( $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )

### 3.3.1 Détermination de la performance du vitrage $U_g$

- **Simple vitrage et survitrage**

Pour un simple vitrage, quelle que soit l'épaisseur du verre, prendre :

- $U_g = 5,8 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$  pour un vitrage vertical ou horizontal

Le  $U_g$  d'un survitrage est déterminé en apportant une majoration de  $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$  au  $U_g$  du double vitrage rempli à l'air sec ayant la même épaisseur de lame d'air. Les épaisseurs des lames d'air pour le survitrage sont plafonnées à 20mm. C'est-à-dire que toute lame d'air d'un survitrage d'épaisseur supérieure à 20mm sera traitée dans les calculs comme une lame d'air de 20mm d'épaisseur.

- **Double vitrage vertical**

**Remplissage air sec ou inconnu**

Remplissage air sec		
Epaisseur de lame d'air (mm)	Ug W/(m².K)	
	Vitrages non traités	Vitrages peu émissifs
6	3,3	2,45
8	3,1	2,1
10	2,9	1,8
12	2,8	1,6
14	2,8	1,5
15	2,7	1,4
16	2,7	1,4
18	2,7	1,4
20	2,7	1,4

**Remplissage Argon ou Krypton**

Remplissage argon ou krypton		
Epaisseur de lame d'air (mm)	Ug W/(m².K)	
	Vitrages non traités	Vitrages peu émissifs
6	3	2
8	2,9	1,7
10	2,8	1,4
12	2,7	1,3
14	2,6	1,2
15	2,6	1,1
16	2,6	1,1
18	2,6	1,1
20	2,6	1,1

- **Double vitrage horizontal**

**Remplissage air sec ou inconnu**

Remplissage air sec		
Epaisseur de lame d'air (mm)	Ug W/(m².K)	
	Vitrages non traités	Vitrages peu émissifs
6	3,7	2,6
8	3,4	2,2
10	3,2	1,9
12	3,1	1,7
14	3,1	1,6
15	2,9	1,5
16	2,9	1,5
18	2,9	1,5
20	2,9	1,5

**Remplissage Argon ou Krypton**

Remplissage argon ou krypton		
Epaisseur de lame d'air (mm)	Ug W/(m².K)	
	Vitrages non traités	Vitrages peu émissifs
6	3,3	2,1
8	3,2	1,8
10	3,1	1,5
12	2,9	1,4
14	2,8	1,2
15	2,8	1,1
16	2,8	1,1
18	2,8	1,1
20	2,8	1,1

Attention : si la valeur de l'épaisseur de la lame d'air n'est pas dans le tableau présenté, prendre la valeur directement inférieure qui s'y trouve.



- **Triple vitrage vertical**

**Remplissage air sec ou inconnu**

Remplissage air sec		
Epaisseur de lame d'air (mm)	Ug W/(m².K)	
	Vitrages non traités	Vitrages peu émissifs
6	2,3	1,7
8	2,1	1,4
10	2,0	1,2
12	1,9	1,1
14	1,8	1,0
15	1,8	0,9
16	1,8	0,9
18	1,7	0,8
20	1,7	0,8

**Remplissage Argon ou Krypton**

Remplissage argon ou krypton		
Epaisseur de lame d'air (mm)	Ug W/(m².K)	
	Vitrages non traités	Vitrages peu émissifs
6	2,1	1,5
8	1,9	1,2
10	1,8	1,0
12	1,8	0,9
14	1,7	0,8
15	1,7	0,7
16	1,7	0,7
18	1,6	0,6
20	1,6	0,6

- **Triple vitrage horizontal**

**Remplissage air sec ou inconnu**

Remplissage air sec		
Epaisseur d'une lame d'air (mm)	Ug W/(m².K)	
	Vitrages non traités	Vitrages peu émissifs
6	2,5	1,8
8	2,2	1,5
10	2,1	1,2
12	2,0	1,1
14	1,9	1,0
15	1,9	0,9
16	1,9	0,9
18	1,8	0,8
20	1,8	0,8

**Remplissage Argon ou Krypton**

Remplissage argon ou krypton		
Epaisseur d'une lame d'air (mm)	Ug W/(m².K)	
	Vitrages non traités	Vitrages peu émissifs
6	2,2	1,6
8	2,0	1,2
10	1,9	1,0
12	1,9	0,9
14	1,8	0,8
15	1,8	0,7
16	1,8	0,7
18	1,7	0,6
20	1,7	0,6

Attention : Si un triple vitrage a des épaisseurs de lame d'air différentes, considérer que c'est un triple vitrage dont l'épaisseur de chaque lame d'air est la moitié de l'épaisseur totale des deux lames d'air (ou la valeur consignée dans les tableaux précédents la plus proche de la moitié de l'épaisseur).

Exemple : pour un triple vitrage 4/10/4/12/4, considérer que c'est équivalent à un 4/10/4/10/4.

Par défaut, les doubles et triples vitrages installés à partir de 2006 sont tous considérés remplis à l'Argon ou au Krypton.

Si le Ug d'un vitrage est connu et justifié, le saisir directement.

### 3.3.2 Coefficients Uw des fenêtres / portes-fenêtres

Les baies sans ouverture possible (ni battantes ni coulissantes) et les baies oscillantes seront traitées comme battantes dans toute la suite.

Dans la suite, les Uw associés à des Ug non présents dans les tableaux peuvent être obtenus par interpolation ou extrapolation avec les deux Ug tabulés les plus proches.

#### - Menuiserie métallique à rupture de pont thermique

Ug	Uw (W/(m².K))			
	Fenêtre battante	Fenêtre coulissante	Porte-Fenêtre battante	Porte-Fenêtre coulissante
0,5	1,3	1,4	1,0	1,2
0,6	1,4	1,5	1,1	1,3
0,7	1,5	1,6	1,2	1,4
0,8	1,6	1,6	1,3	1,5
0,9	1,6	1,7	1,4	1,6
1	1,7	1,8	1,5	1,6
1,1	1,8	1,9	1,6	1,7
1,2	1,9	2,0	1,7	1,8
1,3	2,0	2,0	1,7	1,9
1,4	2,1	2,1	1,8	2,0
1,5	2,1	2,2	1,9	2,1
1,6	2,2	2,3	2,0	2,2
1,7	2,3	2,4	2,1	2,3
1,8	2,4	2,4	2,2	2,4
1,9	2,5	2,5	2,3	2,5
2	2,6	2,6	2,4	2,5
2,1	2,7	2,8	2,5	2,6
2,2	2,7	2,9	2,6	2,7
2,3	2,8	2,9	2,6	2,8
2,4	2,9	3,0	2,7	2,9
2,5	3,0	3,1	2,8	3,0
2,6	3,1	3,2	2,9	3,1
2,7	3,2	3,3	3,0	3,2
2,8	3,3	3,3	3,1	3,3
2,9	3,3	3,4	3,2	3,4
3	3,4	3,5	3,3	3,4
3,1	3,5	3,6	3,4	3,5
3,2	3,6	3,7	3,5	3,6
3,3	3,7	3,7	3,5	3,7
3,4	3,8	3,8	3,6	3,8
3,5	3,8	3,9	3,7	3,9
3,6	3,9	4,0	3,8	3,9
3,7	4,0	4,1	3,9	4,1
3,8	4,1	4,1	4,0	4,2
3,9	4,2	4,2	4,1	4,3
4	4,3	4,3	4,2	4,3
5,7	5,7	5,7	5,7	5,8

5,8	5,8	5,8	5,8	5,9
5,9	5,9	5,9	5,9	6,0
6	6,0	6,0	6,0	6,1

- **Menuiserie métallique sans rupture de pont thermique**

Ug	Uw (W/(m².K))			
	Fenêtre battante	Fenêtre coulissante	Porte-Fenêtre battante	Porte-Fenêtre coulissante
0,5	1,9	2,2	1,4	1,5
0,6	2,0	2,3	1,5	1,6
0,7	2,1	2,4	1,6	1,7
0,8	2,2	2,4	1,7	1,8
0,9	2,2	2,5	1,8	1,9
1	2,3	2,6	1,9	1,9
1,1	2,4	2,7	2,0	2,0
1,2	2,5	2,8	2,1	2,1
1,3	2,6	2,8	2,1	2,2
1,4	2,7	2,9	2,2	2,3
1,5	2,7	3,0	2,3	2,4
1,6	2,8	3,1	2,4	2,5
1,7	2,9	3,2	2,5	2,6
1,8	3,0	3,2	2,6	2,7
1,9	3,1	3,3	2,7	2,8
2	3,2	3,4	2,8	2,8
2,1	3,3	3,5	2,9	2,9
2,2	3,3	3,6	3,0	3,0
2,3	3,4	3,6	3,0	3,1
2,4	3,5	3,7	3,1	3,2
2,5	3,6	3,8	3,2	3,3
2,6	3,7	3,9	3,3	3,4
2,7	3,8	4,0	3,4	3,5
2,8	3,9	4,0	3,5	3,6
2,9	3,9	4,1	3,6	3,7
3	4,0	4,2	3,7	3,7
3,1	4,1	4,3	3,8	3,8
3,2	4,2	4,4	3,9	3,9
3,3	4,3	4,4	3,9	4,0
3,4	4,4	4,5	4,0	4,1
3,5	4,4	4,6	4,1	4,2
3,6	4,5	4,7	4,2	4,3
3,7	4,6	4,8	4,3	4,4
3,8	4,7	4,8	4,4	4,5
3,9	4,8	4,9	4,5	4,6
4	4,9	5,0	4,6	4,6
5,7	6,3	6,4	6,1	6,2
5,8	6,4	6,4	6,2	6,3
5,9	6,5	6,5	6,3	6,4

6	6,6	6,6	6,4	6,4
---	-----	-----	-----	-----

- **Menuiserie PVC**

Ug	Uw (W/(m².K))				
	Fenêtre battante	Fenêtre coulissante	Porte-Fenêtre battante	Porte-Fenêtre coulissante	Porte-Fenêtre battante avec soubassement
0,5	0,9	1,3	0,8	1,1	0,9
0,6	1,0	1,4	0,9	1,2	1,0
0,7	1,1	1,5	1,0	1,2	1,1
0,8	1,2	1,5	1,0	1,3	1,1
0,9	1,2	1,6	1,1	1,4	1,2
1	1,3	1,7	1,2	1,5	1,3
1,1	1,4	1,7	1,3	1,6	1,4
1,2	1,5	1,8	1,4	1,6	1,4
1,3	1,5	1,9	1,4	1,7	1,5
1,4	1,6	2,0	1,5	1,8	1,6
1,5	1,7	2,0	1,6	1,9	1,6
1,6	1,8	2,1	1,7	2,0	1,7
1,7	1,8	2,2	1,8	2,0	1,8
1,8	1,9	2,2	1,8	2,1	1,8
1,9	2,0	2,3	1,9	2,2	1,9
2	2,1	2,4	2,0	2,3	2,0
2,1	2,1	2,4	2,1	2,4	2,1
2,2	2,2	2,5	2,2	2,4	2,1
2,3	2,3	2,6	2,2	2,5	2,2
2,4	2,4	2,7	2,3	2,6	2,3
2,5	2,4	2,7	2,4	2,7	2,3
2,6	2,5	2,8	2,5	2,8	2,4
2,7	2,6	2,9	2,6	2,8	2,5
2,8	2,7	2,9	2,6	2,9	2,5
2,9	2,7	3,0	2,7	3,0	2,6
3	2,8	3,1	2,8	3,1	2,7
3,1	2,9	3,1	2,9	3,2	2,8
3,2	3,0	3,2	3,0	3,2	2,8
3,3	3,0	3,3	3,0	3,3	2,9
3,4	3,1	3,4	3,1	3,4	3,0
3,5	3,2	3,4	3,2	3,5	3,0
3,6	3,3	3,5	3,3	3,6	3,1
3,7	3,3	3,6	3,4	3,6	3,2
3,8	3,4	3,6	3,4	3,7	3,2
3,9	3,5	3,7	3,5	3,8	3,3
4	3,6	3,8	3,6	3,9	3,4
5,7	4,8	5,0	5,0	5,2	4,6
5,8	4,9	5,0	5,0	5,3	4,6
5,9	5,0	5,1	5,1	5,4	4,7

6	5,1	5,2	5,2	5,5	4,8
---	-----	-----	-----	-----	-----

- **Menuiserie bois ou bois métal**

Dans tous les calculs, les menuiseries mixtes bois métal prendront les caractéristiques du bois.

Ug	Uw (W/(m².K))				
	Fenêtre battante	Fenêtre coulissante	Porte-Fenêtre battante	Porte-Fenêtre coulissante	Porte-Fenêtre battante avec soubassement
0,5	1,1	1,2	0,9	1,0	1,1
0,6	1,2	1,3	1,0	1,1	1,2
0,7	1,3	1,4	1,1	1,2	1,2
0,8	1,4	1,4	1,2	1,2	1,3
0,9	1,4	1,5	1,2	1,3	1,4
1	1,5	1,6	1,3	1,4	1,4
1,1	1,6	1,7	1,4	1,5	1,5
1,2	1,7	1,8	1,5	1,6	1,6
1,3	1,8	1,9	1,6	1,7	1,7
1,4	1,8	2,0	1,7	1,7	1,7
1,5	1,9	2,1	1,8	1,8	1,8
1,6	2,0	2,1	1,8	1,9	1,9
1,7	2,1	2,2	1,9	2,0	1,9
1,8	2,2	2,3	2,0	2,1	2,0
1,9	2,2	2,4	2,1	2,2	2,1
2	2,3	2,4	2,2	2,3	2,1
2,1	2,4	2,5	2,3	2,3	2,2
2,2	2,5	2,6	2,3	2,4	2,3
2,3	2,6	2,7	2,4	2,5	2,4
2,4	2,6	2,7	2,5	2,6	2,4
2,5	2,7	2,8	2,6	2,7	2,5
2,6	2,8	2,9	2,7	2,8	2,6
2,7	2,9	3,0	2,8	2,9	2,6
2,8	3,0	3,0	2,9	2,9	2,7
2,9	3,0	3,1	2,9	3,0	2,8
3	3,1	3,2	3,0	3,1	2,8
3,1	3,2	3,3	3,1	3,2	2,9
3,2	3,3	3,3	3,2	3,3	3,0
3,3	3,4	3,4	3,3	3,4	3,1
3,4	3,4	3,5	3,4	3,4	3,1
3,5	3,5	3,6	3,5	3,5	3,2
3,6	3,6	3,6	3,5	3,6	3,3
3,7	3,7	3,7	3,6	3,7	3,3
3,8	3,8	3,8	3,7	3,8	3,4
3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,5
4	3,9	3,9	3,9	4,0	3,5
5,7	5,3	5,3	5,3	5,4	4,7

5,8	5,4	5,4	5,4	5,5	4,8
5,9	5,4	5,4	5,5	5,6	4,9
6	5,5	5,5	5,6	5,7	4,9

- **Traitement des doubles fenêtres**

$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_{w1}} + \frac{1}{U_{w2}} + 0,07}$$

$U_{w1}$  et  $U_{w2}$  sont respectivement le coefficient de transmission thermique des fenêtres 1 et 2 (W/(m².K))

Chaque fenêtre du complexe doit donc être caractérisée pour déterminer la performance de la double fenêtre.

Si le  $U_w$  d'une menuiserie est connu et justifié, le saisir directement.

### 3.3.3 Coefficients $U_{jn}$ des fenêtres/portes-fenêtres

La présence de volets aux fenêtres et portes-fenêtres leur apporte un supplément d'isolation avec une résistance additionnelle  $\Delta R$ .

Fermetures	$\Delta R$ (m².K/W)
Jalousie accordéon, fermeture à lames orientables y compris les vénitiens extérieurs tout métal, volets battants ou persiennes avec ajours fixes	0,08
Fermeture sans ajours en position déployée, volets roulants alu	0,15
Volets roulants PVC ou bois ( $e \leq 12$ mm)	0,19
Persienne coulissante et volet battant PVC ou bois ( $e \leq 22$ mm)	0,19
Volets roulants PVC ou bois ( $e > 12$ mm)	0,25
Persienne coulissante et volet battant PVC ou bois ( $e > 22$ mm)	0,25
Fermeture isolée sans ajours en position déployée	0,25
Note : $e$ est l'épaisseur du tablier.	

Dans la suite, les  $U_{jn}$  associés à des  $U_w$  non présents dans les tableaux peuvent être obtenus par interpolation ou extrapolation avec les deux  $U_w$  tabulés les plus proches.

	Ujn pour une valeur de résistance supplémentaire $\Delta R$ (en m².K/W) de :			
$U_w$ W/(m².K)	0,08	0,15	0,19	0,25
0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
1	1,0	0,9	0,9	0,9
1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
1,2	1,1	1,1	1,1	1,1
1,3	1,2	1,2	1,2	1,1
1,4	1,3	1,3	1,3	1,2
1,5	1,4	1,4	1,3	1,3
1,6	1,5	1,5	1,4	1,4

1,7	1,6	1,5	1,5	1,4
1,8	1,7	1,6	1,6	1,5
1,9	1,8	1,7	1,6	1,6
2	1,9	1,8	1,7	1,7
2,1	1,9	1,9	1,8	1,7
2,2	2,0	1,9	1,9	1,8
2,3	2,1	2,0	2,0	1,9
2,4	2,2	2,1	2,0	2,0
2,5	2,3	2,2	2,1	2,0
2,6	2,4	2,3	2,2	2,1
2,7	2,5	2,3	2,2	2,2
2,8	2,5	2,4	2,3	2,2
2,9	2,6	2,5	2,4	2,3
3	2,7	2,6	2,5	2,4
3,1	2,8	2,6	2,5	2,4
3,2	2,9	2,7	2,6	2,5
3,3	3,0	2,8	2,7	2,6
3,4	3,0	2,9	2,7	2,6
3,5	3,1	2,9	2,8	2,7
3,6	3,2	3,0	2,9	2,7
3,7	3,3	3,1	2,9	2,8
3,8	3,4	3,1	3,0	2,9
3,9	3,4	3,2	3,1	2,9
4	3,5	3,3	3,1	3,0
4,1	3,6	3,4	3,2	3,1
4,2	3,7	3,4	3,3	3,1
4,3	3,7	3,5	3,3	3,2
4,4	3,8	3,6	3,4	3,2
4,5	3,9	3,6	3,5	3,3
4,6	4,0	3,7	3,5	3,4
4,7	4,1	3,8	3,6	3,4
4,8	4,1	3,8	3,7	3,5
4,9	4,2	3,9	3,7	3,6
5	4,3	4,0	3,8	3,6
5,1	4,4	4,0	3,8	3,7
5,2	4,4	4,1	3,9	3,7
5,3	4,5	4,2	4,0	3,8
5,4	4,6	4,2	4,0	3,8
5,5	4,7	4,3	4,1	3,9
5,6	4,7	4,4	4,2	4,0
5,7	4,8	4,4	4,2	4,0
5,8	4,9	4,5	4,3	4,1
5,9	5,0	4,6	4,3	4,1
6	5,0	4,6	4,4	4,2
6,1	5,1	4,7	4,5	4,3
6,2	5,2	4,8	4,5	4,3
6,3	5,2	4,8	4,6	4,4
6,4	5,3	4,9	4,6	4,4

6,5	5,4	5,0	4,7	4,5
6,6	5,5	5,0	4,8	4,5

Si le Ujn d'une menuiserie est connu et justifié, le saisir directement.

### 3.3.4 Coefficients U des portes

Si le coefficient U des portes est connu et justifié, le saisir directement. Sinon, prendre les valeurs tabulées ci-dessous :

Nature de la menuiserie	Type de porte	Uporte W/(m².K)
Porte simple en bois ou PVC	Porte opaque pleine	3,5
	Porte avec moins de 30% de vitrage simple	4
	Porte avec 30-60% de vitrage simple	4,5
	Porte avec double vitrage	3,3
Porte simple en métal	Porte opaque pleine	5,8
	Porte avec vitrage simple	5,8
	Porte avec moins de 30% de double vitrage	5,5
	Porte avec 30-60% de double vitrage	4,8
Toute menuiserie	Porte opaque pleine isolée	1,5
	Porte précédée d'un SAS	1,5
	Porte isolée avec double vitrage	1,5

Attention : une porte vitrée avec plus de 60% de vitrage est traitée comme une porte-fenêtre avec soubassement.

## 3.4 Calcul des déperditions par les ponts thermiques

Données d'entrée :

Type d'isolation (ITI, ITE, ITR)

Nombre de niveaux

Nombre d'appartements

Retour d'isolation autour des menuiseries (avec ou sans)

Hauteur moyenne sous plafond

Linéaires de pont thermique

Position des menuiseries (nu extérieur, nu intérieur, tunnel)

$$PT = \sum_{i,j} k_{pb\_i/m\_j} * l_{pb\_i/m\_j} + \sum_{i,j} k_{pi\_i/m\_j} * l_{pi\_i/m\_j} + \sum_j k_{rf/m\_j} * l_{rf/m\_j} + \sum_{i,j} k_{ph\_i/m\_j} * l_{ph\_i/m\_j} + \sum_{i,j} k_{men\_i/m\_j} * l_{men\_i/m\_j}$$

Avec :

- $k_{pb\_i/m\_j}$  : valeur du pont thermique de la liaison plancher bas i mur j (W/(m.K)) (définie ci-après)



- $k_{pi\_i/m\_j}$  : valeur du pont thermique de la liaison plancher intermédiaire i mur j (W/(m.K)) (définie ci-après)
- $k_{rf/m\_j}$  : valeur du pont thermique de la liaison refend mur j (W/(m.K)) (définie ci-après)
- $k_{ph\_i/m\_j}$  : valeur du pont thermique de la liaison plancher haut i mur j (W/(m.K)) (définie ci-après)
- $k_{men\_i/m\_j}$  : valeur du pont thermique de la liaison menuiserie i mur j (W/(m.K)) (définie ci-après)
- $l_{pb\_i/m\_j}$  : longueur du pont thermique plancher bas i mur j (m). Il prend en compte les seuils des portes et porte-fenêtre
- $l_{pi\_i/m\_j}$  : longueur du pont thermique plancher intermédiaire i mur j (m)
- $l_{ph\_i/m\_j}$  : longueur du pont thermique plancher haut i mur j (m)
- $l_{rf/m\_j}$  : longueur du pont thermique refend mur j (m)

En immeuble collectif d'habitation, la longueur totale forfaitaire du pont thermique refend mur est :

$$l_{rf/m\_j} = 2 * H_{sp} * (Nb_{lgt} - Niv)$$

Avec :

- $H_{sp}$  : hauteur moyenne sous plafond
- $Nb_{lgt}$  : nombre d'appartements
- $Niv$  : nombre de niveaux de logements
- $l_{men\_i/m\_j}$  : longueur du pont thermique menuiserie i mur j (m)
- ITI, ITE, ITR respectivement isolation thermique intérieure, extérieure et répartie.

Si l'état d'isolation d'une paroi est inconnu :

- Pour les bâtiments d'avant 1975, la paroi est considérée comme non isolée ;
- Pour les bâtiments construits à partir de 1975 :
  - Les murs sont considérés comme isolés par l'intérieur ;
  - Les plafonds sont considérés isolés par l'extérieur ;
  - Les planchers sur terre-plein sont considérés non isolés avant 2001 et isolés par l'extérieur (en sous face) à partir de 2001 ;
  - Les autres planchers sont considérés isolés par l'extérieur.

Dans la suite, les murs en ossature bois sont traités comme des murs à isolation répartie.

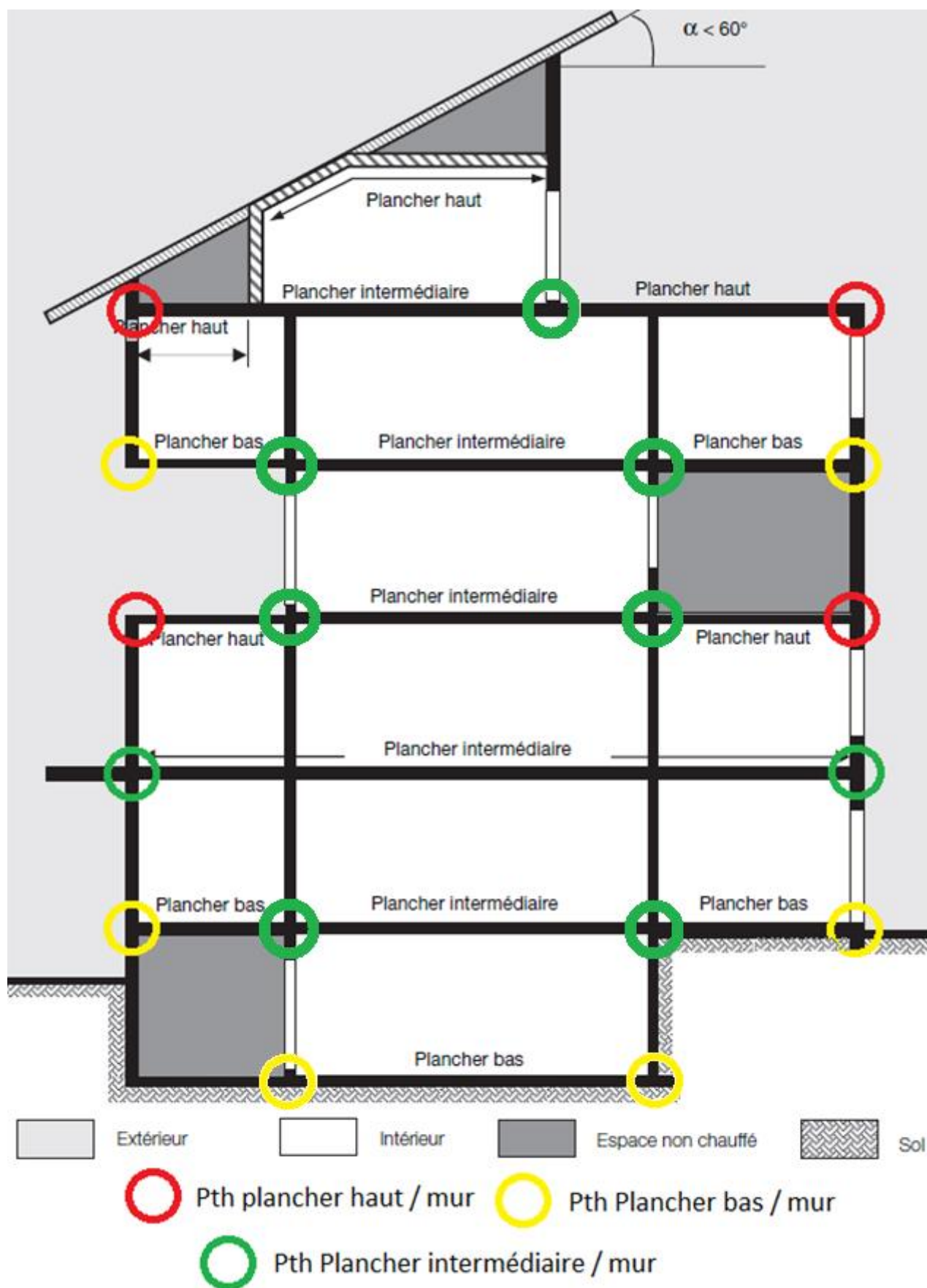
Si les valeurs des ponts thermiques sont connues et justifiées, les saisir directement pour le calcul, à l'exception des ponts thermiques négligés dans les valeurs par défaut. Sinon les valeurs par défaut proposées dans la suite peuvent être utilisées.

Les ponts thermiques des parois au niveau des circulations communes ne sont pas pris en compte.

Aucun coefficient de réduction des températures (b) n'est appliqué aux ponts thermiques.

Seuls les ponts thermiques entre parois lourdes ou entre une paroi et une menuiserie sont conservés.

Le schéma ci-dessous permet d'identifier les différents types de ponts thermiques.



Exemple de représentations de ponts thermiques

### 3.4.1 Mur Plancher bas / mur

$k_{pb\_i/m\_j}$  : Valeur du pont thermique de la liaison Plancher bas i/Mur j (W/(m.K))

$k_{pb\_i/m\_j}$		Plancher Bas			
		Non Isolé	ITI	ITE	ITI + ITE
Mur extérieur	Non Isolé	0,39	0,47	0,8	0,47
	ITI	0,31	0,08	0,71	0,08
	ITE	0,49	0,48	0,64	0,48
	ITR	0,35	0,1	0,45	0,1
	ITI + ITE	0,31	0,08	0,45	0,08
	ITI + ITR	0,31	0,08	0,45	0,08
	ITE + ITR	0,35	0,1	0,45	0,1

Seuls les murs et planchers bas constitués d'un matériau lourd (béton, brique, ...) sont considérés ici. Pour les autres cas ce pont thermique est pris nul.

Pour les murs, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE...), prendre par défaut ITI.

Pour les planchers bas, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE...), prendre par défaut ITE.

Pour un plancher bas, ITI correspond à une isolation sous chape et ITE à une isolation en sous face.

Les planchers en hourdis polystyrène sont traités comme des planchers avec ITE.

### 3.4.2 Plancher intermédiaire / mur

$k_{pi\_i/m\_j}$  : Valeur du pont thermique de la liaison Plancher intermédiaire i/Mur j (W/(m.K))

Mur extérieur	$k_{pi\_i/m\_j}$	
	Non Isolé	0,86
	ITI	0,92
	ITE	0,13
	ITR	0,24
	ITI + ITE	0,13
	ITI + ITR	0,24
	ITE + ITR	0,13

Seuls les murs et planchers constitués d'un matériau lourd (béton, brique, ...) sont considérés ici. Pour les autres cas ce pont thermique est pris nul.

Pour les murs, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE...), prendre par défaut ITI.

Les ponts thermiques des planchers intermédiaires en structure légère (ossature bois ou autre matériau) / murs sont négligés.

Lorsque le plancher intermédiaire ne sépare pas deux niveaux du lot faisant l'objet du DPE, il faut prendre en compte dans les calculs seulement la moitié de la valeur tabulée ci-dessus.

### 3.4.3 Plancher haut / mur

$k_{ph_i/m_j}$  : Valeur du pont thermique de la liaison Plancher haut i/Mur j (W/(m.K))

Terrasse ou plancher haut lourd :

$k_{ph_i/m_j}$		Plancher Haut			
		Non Isolé	ITI	ITE	ITI + ITE
Mur extérieur	Non Isolé	0,3	0,83	0,4	0,4
	ITI	0,27	0,07	0,75	0,07
	ITE	0,55	0,76	0,58	0,58
	ITR	0,4	0,3	0,48	0,3
	ITI + ITE	0,27	0,07	0,58	0,07
	ITI + ITR	0,27	0,07	0,48	0,07
	ITE + ITR	0,4	0,3	0,48	0,3

Pour les murs, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE...), prendre par défaut ITI.

Pour les planchers haut, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE...), prendre par défaut ITE.

Pour un plancher haut, ITI correspond à une isolation sous plancher haut et ITE à une isolation sur plancher haut.

Les ponts thermiques des planchers haut en structure légère sont négligés.

### 3.4.4 Refend / mur

$k_{rf/m_j}$  : Valeur du pont thermique de la liaison Refend/Mur j (W/(m.K))

$k_{rf/m_j}$	
Mur extérieur	Non Isolé
	0,73
	ITI
	0,82
	ITE
	0,13
	ITR
	0,2
	ITI + ITE
	0,13
	ITI + ITR
	0,2
	ITE + ITR
	0,13

Seuls les murs et refends constitués d'un matériau lourd (béton, brique, ...) sont considérés ici. Pour les autres cas ce pont thermique est pris nul.

Pour les murs, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE...), prendre par défaut ITI.

Les ponts thermiques des parois sur circulation sont négligés pour les appartements et les immeubles.

Lorsque le refend ne sépare pas deux volumes du même lot faisant l'objet du DPE, il faut prendre en compte dans les calculs seulement la moitié de la valeur tabulée ci-dessus.

### 3.4.5 Menuiserie / mur

$k_{men\_i/m\_j}$  : Valeur du pont thermique de la liaison Menuiserie i/Mur j (W/(m.K))

On entend par menuiserie les fenêtres, portes ou portes-fenêtres.

$k_{men\_i/m\_j}$		Menuiserie					
		Au nu extérieur		En tunnel		Au nu intérieur	
		Lp=5	Lp=10	Lp=5	Lp=10	Lp=5	Lp=10
Mur	Non isolé	0,43	0,29	0,31	0,19	0,38	0,25
	ITI avec retour d'isolant	0,22	0,18	0,16	0,13	0	0
	ITI sans retour d'isolant	0,43	0,29	0,31	0,19	0	0
	ITE avec retour d'isolant	0	0	0,19	0,15	0,25	0,2
	ITE sans retour d'isolant	0	0	0,45	0,4	0,9	0,8
	ITR	0,2					
	ITI+ITE avec retour d'isolant	0	0	0,16	0,13	0	0
	ITI+ITE sans retour d'isolant	0	0	0,31	0,19	0	0
	ITI+ITR avec retour d'isolant	0,2	0,18	0,16	0,13	0	0
	ITI+ITR sans retour d'isolant	0,2	0,2	0,2	0,19	0	0
	ITE+ITR avec retour d'isolant	0	0	0,19	0,15	0,2	0,2
	ITE+ITR sans retour d'isolant	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2

Avec :

- Lp est la largeur approximative (arrondie à la valeur la plus proche apparaissant dans le tableau) du dormant de la menuiserie (cm).

En cas de double-fenêtre, la largeur du dormant est la plus importante des deux.

Pour les murs, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE...), prendre par défaut ITI.

Ces valeurs de pont thermique sont valables pour les appuis, tableaux et le linteau de la menuiserie.

Les ponts thermiques au niveau des seuils de porte et de porte-fenêtre ne sont pas pris en compte.

Les ponts thermiques avec les parois en structure bois (ossature bois, rondin de bois, pans de bois) sont négligés.

Les ponts thermiques au niveau des fenêtres de toit sont négligés.

Les ponts thermiques pour la liaison mur / pavés de verre, plancher pavé de verre et plafond pavés de verre ne sont pas pris en compte.

## 4 Calcul des déperditions par renouvellement d'air

### Données d'entrée :

Type de bâtiment

Surface des parois déperditives hors plancher bas

Surface habitable

Nombre de niveaux

Hauteur moyenne sous plafond

Type de ventilation

Année de construction ou de l'installation

Zone climatique

Les déperditions DR par renouvellement d'air par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K) sont données par la formule suivante :

$$DR = H_{vent} + H_{perm}$$

Avec :

- $H_{vent}$  : déperdition thermique par renouvellement d'air due au système de ventilation par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K) :

$$H_{vent} = 0,34 * Q_{varep_{conv}} * Sh$$

- $Q_{varep_{conv}}$  : débit d'air extrait conventionnel par unité de surface habitable ( $m^3/(h.m^2)$ ) (voir tableau par type de ventilation ci-après)
- $Sh$  : surface habitable ( $m^2$ )
- 0,34 : chaleur volumique de l'air ( $Wh/(m^3.K)$ )
- $H_{perm}$  : déperdition thermique par renouvellement d'air due au vent par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K) :

$$H_{perm} = 0,34 * Q_{vinf}$$

- $Q_{vinf}$  : débit d'air dû aux infiltrations liées au vent ( $m^3/h$ ) :

$$Q_{vinf} = \frac{H_{sp} * Sh * n_{50} * e}{1 + \frac{f}{e} * \left( \frac{Q_{vasouf_{conv}} - Q_{varep_{conv}}}{H_{sp} * n_{50}} \right)^2}$$

- $H_{sp}$  : hauteur moyenne sous plafond (m)
- $Sh$  : surface habitable ( $m^2$ )
- $Q_{vasouf_{conv}}$  : débit volumique conventionnel à souffler ( $m^3/(h.m^2)$ ) (voir tableau par type de ventilation ci-après)
- $Q_{varep_{conv}}$  : débit volumique conventionnel à reprendre ( $m^3/(h.m^2)$ ) (voir tableau par type de ventilation ci-après)

- e et f sont des coefficients de protection prenant les valeurs tabulées ci-dessous :

Coefficient	Plusieurs façades exposées	Une seule façade exposée
e	0,07	0,02
f	15	20

Une façade exposée est une façade donnant sur l'extérieur.

- $n_{50}$  : Renouvellement d'air sous 50 Pascals ( $\text{h}^{-1}$ ) :

$$n_{50} = \frac{Q_{4Pa}}{\left(\frac{4}{50}\right)^{\frac{2}{3}} * H_{sp} * S_h}$$

- $Q_{4Pa}$  : perméabilité sous 4 Pa de la zone ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) :

$$Q_{4Pa} = Q_{4Paenv} + 0,45 * S_{mea_{conv}} * S_h$$

- $S_{mea_{conv}}$  : somme des modules d'entrée d'air sous 20 Pa par unité de surface habitable ( $\text{m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$ ) (voir tableau par type de ventilation ci-après)
- $Q_{4Paenv}$  : perméabilité de l'enveloppe ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) :

$$Q_{4Paenv} = Q_{4Paconv/m^2} * S_{dep}$$

➤  $S_{dep}$  : surface des parois déperditives hors plancher bas ( $\text{m}^2$ )

➤  $Q_{4Paconv/m^2}$  : valeur conventionnelle de la perméabilité sous 4Pa ( $\text{m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$ ) :

	Appartement/Immeuble				Maison				
	Avant 1948	1948 - 1974	1975 - 2012	>2012	Avant 1948	1948 - 1974	1975 - 2005	2006 - 2012	>2012
$Q_{4Paconv/m^2}$	4,6	2	1,5	1	3,3	2,2	1,9	1,3	0,6

Pour les bâtiments qui ont fait l'objet d'une mesure d'étanchéité à l'air moins de deux ans avant le diagnostic, la valeur mesurée de  $Q_{4Paconv/m^2}$  peut être saisie.

Pour les bâtiments ou logements construits avant 1948 avec une isolation des murs et/ou du plafond (isolation de plus de 50% des surfaces),  $Q_{4Paconv/m^2} = 2 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$

Pour les bâtiments ou logements construits entre 1948 et 1974 avec une isolation des murs et/ou du plafond (isolation de plus de 50% des surfaces),  $Q_{4Paconv/m^2} = 1,9 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$

Pour les bâtiments ou logements construits avant 1948 et dont les menuiseries possèdent des joints,  $Q_{4Paconv/m^2} = 2,5 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$ . On considère cette condition respectée si les menuiseries représentant plus de 50% de la surface totale possèdent des joints.

Type de ventilation	Q <sub>varép</sub> <sub>conv</sub> (m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ))	Q <sub>vasouf</sub> <sub>conv</sub> (m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ))	S <sub>mea</sub> <sub>conv</sub> (m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ))
Ventilation par ouverture des fenêtres	1,2	1,2	0
Ventilation par entrées d'air hautes et basses	2,23	0	4
VMC SF Auto réglable < 1982	1,97	0	2
VMC SF Auto réglable de 1982 à 2000	1,65	0	2
VMC SF Auto réglable de 2001 à 2012	1,50	0	2
VMC SF Auto réglable après 2012	1,32	0	2
VMC SF Hygro A < 2001	1,50	0	2
VMC SF Hygro A de 2001 à 2012	1,44	0	2
VMC SF Hygro A après 2012	1,16	0	2
VMC SF Gaz < 2001	1,59	0	2
VMC SF Gaz de 2001 à 2012	1,53	0	2
VMC SF Gaz après 2012	1,22	0	2
VMC SF Hygro B < 2001	1,36	0	1,5
VMC SF Hygro B de 2001 à 2012	1,24	0	1,5
VMC SF Hygro B après 2012	1,09	0	1,5
VMC Basse pression Auto-réglable	1,97	0	2
VMC Basse pression Hygro A	1,30	0	2
VMC Basse pression Hygro B	1,24	0	1,5
VMC DF individuelle avec échangeur ≤ 2012	0,60	0,6	0
VMC DF individuelle avec échangeur après 2012	0,26	0,26	0
VMC DF collective avec échangeur ≤ 2012	0,75	0,75	0
VMC DF collective avec échangeur après 2012	0,46	0,46	0
VMC DF sans échangeur ≤ 2012	1,65	1,65	0
VMC DF sans échangeur après 2012	1,32	1,32	0
Ventilation naturelle par conduit	2,23	0	4
Ventilation hybride < 2001	1,52	0	3
Ventilation hybride de 2001 à 2012	1,33	0	3
Ventilation hybride après 2012	1,17	0	3
Ventilation hybride avec entrées d'air hygro < 2001	1,52	0	2
Ventilation hybride avec entrées d'air hygro de 2001 à	1,33	0	2
Ventilation hybride avec entrées d'air hygro après 2012	1,17	0	2
Ventilation mécanique sur conduit existant ≤ 2012	2,24	0	4
Ventilation mécanique sur conduit existant après 2012	1,97	0	4
Ventilation naturelle par conduit avec entrées d'air hygro	2,23	0	3
Puits climatique sans échangeur ≤ 2012	0,99	0,99	0
Puits climatique sans échangeur après 2012	0,79	0,79	0
Puits climatique avec échangeur ≤ 2012	0,36	0,36	0
Puits climatique avec échangeur après 2012	0,16	0,16	0

#### Cas des VMC par insufflation :

Les VMC par insufflation sont traitées comme des VMC simple flux autoréglables et avec les mêmes caractéristiques selon les années d'installation.

#### Cas des puits climatiques (intégrés au tableau ci-dessus) :

Le puits climatique est considéré comme une VMC double flux faisant rentrer dans le logement de l'air à une température proche de celle du sol.



Par hypothèse la température moyenne en sortie du puits canadien est de 12°C. La température moyenne extérieure d'Octobre à Avril est de 8°C.

La modélisation du puits climatique est donc comparable à une celle d'une VMC double flux avec une correction sur les températures  $\rightarrow$  correction =  $\frac{T_{int}-12}{T_{int}-8} = 0,6$  appliquée pour obtenir les valeurs présentes dans le tableau.

## 5 Calcul des consommations d'auxiliaires de ventilation

Données d'entrée :

Type de VMC

Type de bâtiment

Surface habitable

La consommation annuelle d'auxiliaires de ventilation (kWhcf/an) est donnée par la formule :

$$C_{aux} = 8760 * \frac{P_{vent_{moy}}}{1000}$$

Avec :

- $P_{vent_{moy}}$  : puissance moyenne des auxiliaires (W)

- $P_{vent_{moy}}$  en maison individuelle :

$P_{vent_{moy}}$	jusqu'à 2012	Après 2012
Simple Flux Auto	65 W-ThC	35 W-ThC
Simple Flux hygro	50 W-ThC	15 W-ThC
Double Flux	80 W-ThC	35 W-ThC

Les puissances d'auxiliaires tabulées ci-dessus pour les VMC double flux intègrent les puissances du soufflage et de l'extraction.

- $P_{vent_{moy}}$  en immeuble collectif :

$$P_{vent_{moy}} = P_{vent} * Q_{varep_{conv}} * Sh$$

- $Q_{varep_{conv}}$  : débit d'air extrait conventionnel par unité de surface habitable ( $m^3/(h.m^2)$ ) (voir chapitre 4)
- $Sh$  : surface habitable ( $m^2$ )
- $P_{vent}$  : puissance des auxiliaires ( $W/(m^3/h)$ ) :

$P_{vent}$	Jusqu'à 2012	Après 2012
Simple Flux Auto réglable	0,46 W-ThC/( $m^3/h$ )	0,25 W-ThC/( $m^3/h$ )
Simple Flux hygro réglable	0,46 W-ThC/( $m^3/h$ )	0,25 W-ThC/( $m^3/h$ )
Double Flux Auto réglable	1,1 W-ThC/( $m^3/h$ )	0,6 W-ThC/( $m^3/h$ )

Les puissances d'auxiliaires des VMC basse pression sont les mêmes que pour les VMC classiques.

Les puissances d'auxiliaires tabulées ci-dessus pour les VMC double flux intègrent les puissances du soufflage et de l'extraction.

▪ Ventilation Hybride :

On considère que le système bascule d'un mode mécanique à un mode naturel et inversement. Les consommations d'auxiliaire ont lieu pendant le mode de fonctionnement mécanique.

Par défaut la durée de fonctionnement de l'extracteur mécanique est prise pour le mode grand débit :

	Durée d'utilisation en grand débit (en h/semaine)
Collectif	28
individuel	14

Les consommations d'auxiliaires pour une VMC hybride correspondent aux consommations d'une VMC classique autoréglable de 2001 à 2012 multipliées par le ratio du temps d'utilisation :

	Ratio du temps d'utilisation du mode mécanique
Collectif	0,167
individuel	0,083

## 6 Détermination des apports gratuits

### 6.1 Calcul de F

Données d'entrée :

Département

Altitude

$F_j$  est la fraction des besoins de chauffage du mois j couverts par les apports gratuits, elle s'exprime en fonction de l'inertie du bâtiment :

Inertie	$F_j$
Lourde / Très Lourde	$\frac{X_j - X_j^{3,6}}{1 - X_j^{3,6}}$
Moyenne	$\frac{X_j - X_j^{2,9}}{1 - X_j^{2,9}}$
Légère	$\frac{X_j - X_j^{2,5}}{1 - X_j^{2,5}}$

Avec :

$$X_j = \frac{As_j + Ai_j}{GV * DH_j}$$

- GV : déperditions de l'enveloppe en W/K (calculées dans la partie 3)

- $DH_j$  : degrés-heures de chauffage sur le mois  $j$  ( $^{\circ}\text{Ch}$ ), déterminés à partir des tableaux des paragraphes 18.2 et 18.3 :
  - DH19 pour une consigne de chauffage à  $19^{\circ}\text{C}$  (comportement conventionnel)
  - DH21 pour une consigne de chauffage à  $21^{\circ}\text{C}$  (comportement dépensier)

- $Ai_j$  : apports internes dans le logement sur le mois  $j$  (Wh) :

Les apports internes de chaleur dus aux équipements prennent en compte l'ensemble des équipements « mobiliers » (cuisson, audiovisuel, informatique, lavage, froid, appareils ménagers). Pour distinguer le fonctionnement permanent du fonctionnement lié à l'occupation, on considère que la puissance de chaleur dégagée par l'ensemble des équipements est conventionnellement de :

- $5,7 \text{ W/m}^2$  en occupation hors période de sommeil
- $1,1 \text{ W/m}^2$  en inoccupation et pendant le sommeil

Le scénario conventionnel d'occupation hebdomadaire des logements est le suivant :

- De 0h à 9h et de 17h à 24h avec une période de sommeil allant de 0h à 6h et de 22h à 24h les lundi, mardi, jeudi et vendredi
- De 0h à 9h et de 13h à 24h avec une période de sommeil allant de 0h à 6h et de 22h à 24h le mercredi
- De 0h à 24h les samedi et dimanche avec une période de sommeil allant de 0h à 6h et de 22h à 24h

Soit sur une semaine :

- 132h d'occupation dont 56h de sommeil
- 36h d'inoccupation

Les apports internes moyens dus aux équipements sur une semaine type sont donc de  $3,18 \text{ W/m}^2$ .

À ces apports il faut ajouter :

- Ceux de l'éclairage, qui correspondent à une puissance moyenne de  $1,4 \text{ W/m}^2$  en fonctionnement. Les apports d'éclairage sont des moyennes annuelles sur toutes les zones climatiques. Cette valeur est pondérée par le nombre d'heures moyen d'éclairage (voir paragraphe 16.1) sur l'année c'est-à-dire 2123 h sur 8760 h.

Les apports moyens annuels d'éclairage correspondent donc à  $1,4 * \frac{2123}{8760} = 0,34 \text{ W/m}^2$ .

- Ceux dus aux occupants : on considère un apport de chaleur de 90W par adulte équivalent (variable  $N_{adeq}$  déterminée au paragraphe 11.1). Le nombre d'adultes équivalent est calculé en fonction de la surface habitable. Les apports de chaleur dus aux occupants sont donc à  $90 * N_{adeq} * \frac{132}{7*24}$ .

En période de chauffe :

Les apports internes sur le mois  $j$  (en Wh) en période de chauffe sont donc :

$$Ai_j = \left[ (3,18 + 0,34) * Sh + 90 * \frac{132}{168} * N_{adeq} \right] * Nref_j$$

- $Sh$  : surface habitable du logement ( $\text{m}^2$ )
- $N_{adeq}$  : nombre d'adultes équivalent (voir paragraphe 11.1)
- $Nref_j$  : nombre d'heures de chauffage pour le mois  $j$ , déterminé à partir des tableaux des paragraphes 18.2 et 18.3 :

- Nref (19°C) pour une consigne de chauffage à 19°C (comportement conventionnel)
- Nref (21°C) pour une consigne de chauffage à 21°C (comportement dépensier)

Pour une année complète, Nref est évalué seulement sur la saison de chauffe avec :

$$N_{ref} = \sum_j N_{refj}$$

- As<sub>j</sub> : apports solaires sur le mois j durant la période de chauffe (Wh) :

$$As_j = 1000 * Sse_j * E_j$$

En présence d'une véranda ou autre espace solarisé non chauffé, à ces apports solaires s'ajoutent ceux à travers cet espace. Le calcul des apports solaires à travers un espace solarisé non chauffé est détaillé au paragraphe 6.3.

- Sse<sub>j</sub> : « 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, pour le mois j (m²) (voir partie 6.2)
- E<sub>i</sub> : ensoleillement reçu, sur le mois j, par une paroi verticale orientée au sud en absence d'ombrage (kWh/m²)

#### En période de refroidissement :

De la même manière, les apports internes sur le mois j (en Wh) en période de refroidissement sont donc :

$$Ai_{frj} = \left[ (3,18 + 0,34) * Sh + 90 * \frac{132}{168} * N_{adeq} \right] * N_{refj}$$

Avec :

- Nref<sub>j</sub> : nombre d'heures de chauffage pour le mois j, déterminé à partir des tableaux des paragraphes 18.2 et 18.3 :
  - Nref (28°C) pour une consigne de refroidissement à 28°C (comportement conventionnel)
  - Nref (26°C) pour une consigne de refroidissement à 26°C (comportement dépensier)

Pour une année complète, Nref est évalué seulement sur la saison de refroidissement avec :

$$N_{ref} = \sum_j N_{refj}$$

Les apports solaires sur le mois j As<sub>frj</sub> (en Wh) durant la période de refroidissement sont :

$$As_{frj} = 1000 * Sse_j * E_{frj}$$

Avec :

- E<sub>frj</sub> : ensoleillement reçu en période de refroidissement, sur le mois j, par une paroi verticale orientée au sud en absence d'ombrage (kWh/m²), déterminé à partir des tableaux des paragraphes 18.2 et 18.3 :
  - E<sub>frj</sub> (19°C) pour une consigne de chauffage à 19°C (comportement conventionnel)
  - E<sub>frj</sub> (21°C) pour une consigne de chauffage à 21°C (comportement dépensier)
- Sse<sub>j</sub> : « Surface transparente sud équivalente » du logement pour le mois j (m²)

## 6.2 Détermination de la surface Sud équivalente

### Données d'entrée :

*Inclinaison des baies (verticale, pente, horizontale)*

*Orientation des baies (Nord, Sud, Est, Ouest)*

*Position des baies en flanc de loggias*

*Nature des menuiseries (bois, PVC...)*

*Type de vitrage (Simple, double...)*

*Positionnement de la menuiserie (tunnel, nu intérieur...)*

*Type de masque*

*Masques proches (balcon, loggias...)*

*Masques lointains*

*Profondeur des masques proches (profondeur balcon)*

*Largeur des baies*

*Positionnement des masques (Nord, Sud...)*

*Angle de vue des masques lointains*

*Type de fenêtre ou de porte fenêtre (coulissante, battante, avec ou sans soubassement...)*

La prise en compte des apports solaires exige à minima une saisie par façade des fenêtres du bâtiment. Le calcul de la surface sud équivalente se fait en sommant les valeurs de  $S_{se}$  pour chaque paroi vitrée  $i$  :

$$S_{se_j} = \sum_i A_i * Sw_i * Fe_i * C1_{i,j}$$

Avec :

- $A_i$  : surface de la baie  $i$  (m<sup>2</sup>)
- $Sw_i$  : proportion d'énergie solaire incidente qui pénètre dans le logement par la paroi vitrée  $i$
- $Fe_i$  : facteur d'ensoleillement, qui traduit la réduction d'énergie solaire reçue par une paroi vitrée du fait des masques
- $C1_{i,j}$  : coefficient d'orientation et d'inclinaison pour la paroi vitrée  $i$  pour le mois  $j$ , voir paragraphe 18.5

La surface vitrée des portes n'est pas prise en compte dans le calcul de  $S_{se_j}$ .

### 6.2.1 Détermination du facteur solaire

La proportion d'énergie solaire incidente qui pénètre dans le logement à travers une paroi est donnée par :

- Pour les parois en polycarbonate :  $Sw = 0,4$

- Pour les parois en brique de verre pleine ou creuse :  $Sw = 0,4$
- Pour les doubles-fenêtres composées de deux fenêtres de facteur solaire  $Sw1$  et  $Sw2$ , le facteur solaire de la double-fenêtre est :  $Sw = Sw1 * Sw2$
- Dans le cas d'un survitrage, on prendra en compte le  $Sw$  du double vitrage équivalent.

Si les facteurs solaires des menuiseries sont connus et justifiés, les saisir directement. Sinon, les tableaux suivants donnent des valeurs par défaut des facteurs solaires en fonction des caractéristiques des menuiseries :

Sw		Fenêtre ou porte-fenêtre au nu extérieur				
Menuiserie	Type de fenêtre	Simple vitrage	Double vitrage	Double vitrage VIR	Triple vitrage	Triple vitrage VIR
Bois / Bois-métal	Fenêtre battante	0,58	0,52	0,45	0,46	0,41
	Fenêtre coulissante	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
	Fenêtre coulissante	0,60	0,54	0,46	0,47	0,43
	Porte-fenêtre coulissante	0,64	0,57	0,49	0,51	0,45
Métal avec rupture de pont thermique	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
	Porte-fenêtre coulissante	0,70	0,62	0,54	0,55	0,50
Métal	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
	Fenêtre coulissante	0,67	0,60	0,52	0,53	0,48
	Porte-fenêtre coulissante	0,71	0,64	0,55	0,56	0,51

Sw		Fenêtre ou porte-fenêtre au nu intérieur ou en tunnel				
Menuiserie	Type de fenêtre	Simple vitrage	Double vitrage	Double vitrage VIR	Triple vitrage	Triple vitrage VIR
Bois / Bois-métal	Fenêtre battante	0,52	0,47	0,40	0,41	0,37
	Fenêtre coulissante	0,52	0,47	0,40	0,41	0,37
	Porte-fenêtre battante ou coulissante sans soubassement	0,56	0,50	0,43	0,44	0,40
	Porte-fenêtre battante avec soubassement	0,48	0,43	0,37	0,38	0,34
PVC	Fenêtre battante	0,49	0,44	0,38	0,39	0,35
	Porte-fenêtre battante sans soubassement	0,51	0,46	0,39	0,40	0,36
	Porte-fenêtre battante avec soubassement	0,45	0,40	0,35	0,36	0,32
	Fenêtre coulissante	0,54	0,48	0,41	0,43	0,38
	Porte-fenêtre coulissante	0,57	0,51	0,44	0,45	0,41
Métal avec rupture de pont thermique	Fenêtre battante	0,53	0,48	0,41	0,42	0,38
	Porte-fenêtre battante	0,56	0,51	0,44	0,45	0,40
	Fenêtre coulissante	0,58	0,52	0,45	0,46	0,42
	Porte-fenêtre coulissante	0,63	0,56	0,48	0,50	0,45
Métal	Fenêtre battante	0,55	0,49	0,43	0,44	0,40
	Porte-fenêtre battante	0,58	0,52	0,45	0,46	0,42
	Fenêtre coulissante	0,60	0,54	0,47	0,48	0,43
	Porte-fenêtre coulissante	0,64	0,57	0,49	0,51	0,46

### 6.2.2 Détermination du facteur d'ensoleillement

On considère successivement les obstacles liés au bâtiment (balcons, loggias, avancées, ...) et les obstacles liés à l'environnement (autres bâtiments, reliefs, végétation, ...). On obtient ainsi deux coefficients, Fe1 et Fe2, dont on fait le produit, soit :

$$Fe = Fe1 * Fe2$$

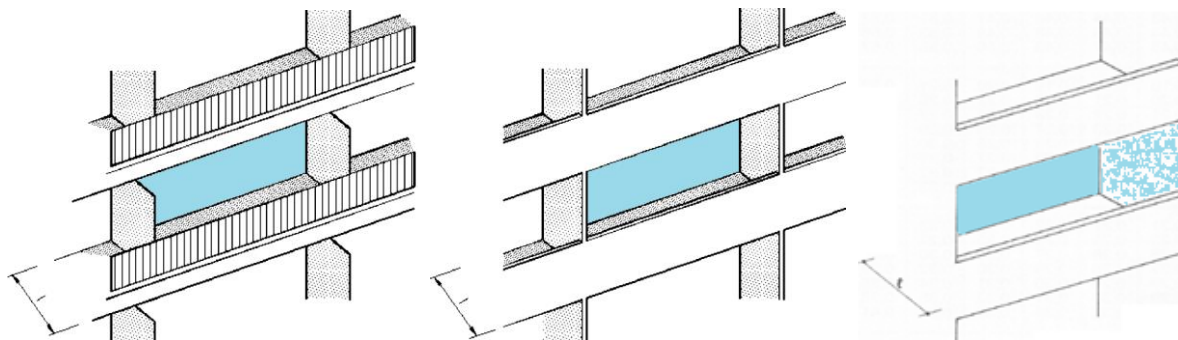
En l'absence d'obstacles liés au bâtiment et pour les configurations non présentées ci-dessous, Fe1 = 1 ;

En l'absence d'obstacles liés à l'environnement, Fe2 = 1 ;

Conventionnellement, les orientations Nord, Sud, Est et Ouest correspondent aux secteurs situés de part et d'autre de ces orientations dans un angle de 45°. Pour respectivement le Nord et le Sud, les orientations incluent les limites Nord-Est, Nord-Ouest et Sud-Est, Sud-Ouest.

## 6.2.2.1 Masques proches

### 6.2.2.1.1 Baie en fond de balcon ou fond et flanc de loggias



Configuration du masque

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de Fe1 en fonction de l'orientation de la façade et de l'avancée l de la loggia ou du balcon :

Avancée l (m)	Orientation de la façade		
	Nord	Sud	Est ou Ouest
$< 1$	0,4	0,5	0,45
$1 \leq \dots < 2$	0,3	0,4	0,35
$2 \leq \dots < 3$	0,2	0,3	0,25
$3 \leq$	0,1	0,2	0,15

L'orientation Nord va du Nord-Est au Nord-Ouest bornes comprises.

L'orientation Sud va du Sud-Est au Sud-Ouest bornes comprises.

L'orientation Est va du Nord-Est au Sud-Est bornes exclues.

L'orientation Ouest va du Nord-Ouest au Sud-Ouest bornes exclues.

### 6.2.2.1.2 Baie sous un balcon ou auvent



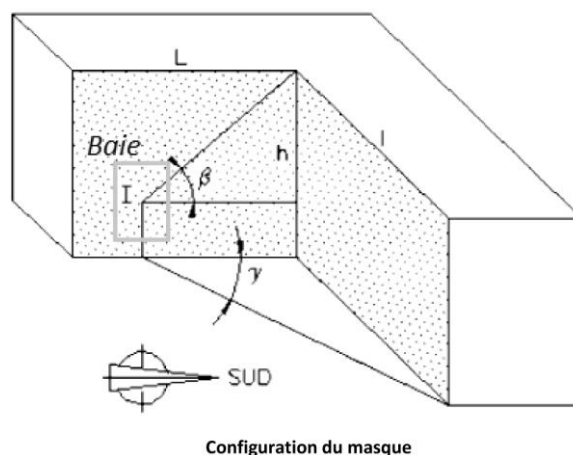
Configuration du masque

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de Fe1 quelle que soit l'orientation de la façade en fonction de l'avancée l.



Avancée l (m)	Fe1
< 1	0,8
$1 \leq \dots < 2$	0,6
$2 \leq \dots < 3$	0,5
$\geq 3$	0,4

### 6.2.2.1.3 Baie masquée par une paroi latérale



Une paroi latérale est considérée faire obstacle si les angles  $\beta$  et  $\gamma$  sont supérieurs à  $30^\circ$ . Les angles sont pris au centre des baies.

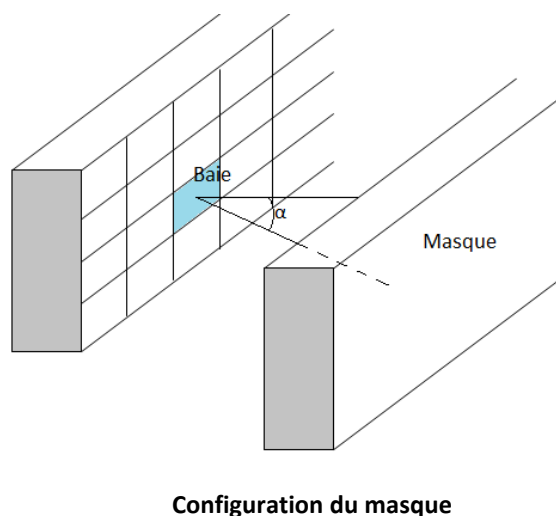
Le tableau ci-dessous donne les valeurs de Fe1 selon la position de l'obstacle latéral :

Le retour ne fait pas obstacle au Sud	0,7
Le retour fait obstacle au Sud	0,5

Attention : en présence de plusieurs types de masques proches, seul l'impact du masque le plus pénalisant est pris en compte.

### 6.2.2.2 Masques lointains

#### 6.2.2.2.1 Obstacle d'environnement homogène

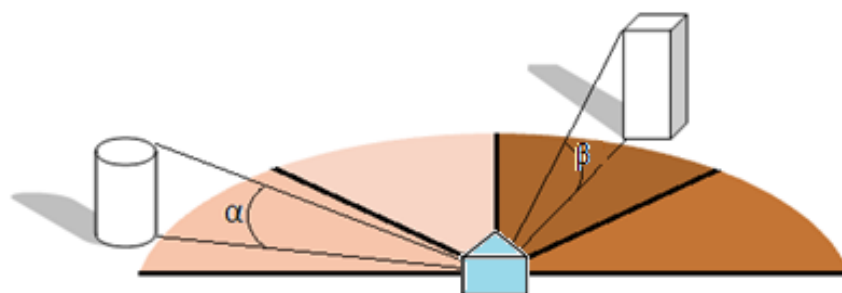


Les masques lointains s'appliquent à toute une façade. Les angles sont mesurés à partir du centre de la façade.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de Fe2 selon la hauteur du masque et l'orientation de la façade :

Hauteur $\alpha$ (°)	Orientation de la façade		
	Sud	Est ou Ouest	Nord
< 15	1	1	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

#### 6.2.2.2.2 Obstacle d'environnement non homogène



Configuration du masque

$$Fe2 = 1 - \sum \frac{Omb}{100}$$

Avec :

- Omb : l'ombrage créé par l'obstacle sur la paroi

La méthode d'évaluation est la suivante :

1. on découpe le champ de vision en quatre secteurs égaux ;
2. on détermine, pour chacun d'eux, la hauteur moyenne des obstacles ;
3. on lit dans le tableau ci-dessous les valeurs correspondantes de l'ombrage, Omb :

Omb	Façade au Sud ou Nord		Façade Est ou Ouest		
	Pour les 2 secteurs latéraux	Pour les 2 secteurs centraux	Pour le secteur latéral vers le sud	Pour le secteur central vers le sud	Pour les 2 autres secteurs
Hauteur moyenne de l'obstacle $\alpha, \beta$ (°)					
< 15	0	0	0	0	0
15 ≤...< 30	4	14	14	17	5
30 ≤...< 60	13	35	27	40	17
60 ≤...< 90	15	40	30	45	25

Les masques lointains sont évalués au niveau de la baie la plus proche du centre de la façade avant de s'appliquer à toutes les baies de cette façade.

## 6.3 Traitement des espaces tampons solarisés

Un logement donnant sur un espace tampon solarisé (véranda, loggia fermée) est influencé dans son bilan énergétique par les apports solaires. Il en existe deux types :

- Les apports solaires indirects qui sont associés au rayonnement solaire qui rentre dans le logement après de multiples réflexions dans l'espace tampon solarisé ;
- Les apports solaires directs qui sont associés au rayonnement solaire qui rentre directement dans le logement après avoir traversé l'espace tampon solarisé pour pénétrer dans le logement (en direct ou diffus).

Les apports solaires à travers un espace tampon solarisé sont donnés sur un mois  $j$  par :

$$As_{verj} = 1000 * Sse_{veranda,j} * E_j$$

Avec :

- $E_j$  : ensoleillement reçu par une paroi verticale orientée au sud en l'absence d'ombrage sur le mois  $j$  (kWh/m<sup>2</sup>), déterminé à partir des tableaux des paragraphes 18.2 et 18.3
- Dans le cas de baies vitrées séparant l'espace tampon solarisé de la partie habitable du logement, l'impact de l'espace tampon solarisé sur les apports solaires à travers ces baies vitrées est modélisé par une surface sud équivalente pour le mois  $j$   $Sse_{veranda,j}$  :

$$Sse_{veranda,j} = Ssd_j + Ssind_j * b_{ver}$$

- $Ssd$  : Surface sud équivalente représentant l'impact des apports solaires associés au rayonnement solaire traversant directement l'espace tampon pour arriver dans la partie habitable du logement (apports directs) :

$$Ssd_j = T * \sum_i A_i * Sw_i * Fe_i * C1_{i,j}$$

Avec :

- $A_i$  : Surface de la baie  $i$  séparant le logement de l'espace tampon solarisé (m<sup>2</sup>)
- $Sw_i$  : Facteur solaire de la baie  $i$  séparant le logement de l'espace tampon solarisé
- $Fe_i$  : Facteur d'ensoleillement, qui traduit la réduction d'énergie solaire reçue par la baie  $i$  du fait des masques (la présence de l'espace tampon solarisé n'est pas prise en compte pour déterminer ce coefficient)
- $C1_{i,j}$  : Coefficient d'orientation et d'inclinaison de la baie  $i$  séparant le logement de l'espace tampon solarisé pour le mois  $j$ , voir paragraphe 18.5
- $T$  : Coefficient représentant la transparence de l'espace tampon solarisé. Il correspond à l'atténuation du rayonnement solaire arrivant directement dans le logement par la traversée de l'espace tampon solarisé. Il prend les valeurs du tableau suivant selon les caractéristiques des parois vitrées de l'espace tampon solarisé :

Menuiserie	Type de Vitrage	Transparence T
Bois / Bois métal	Simple vitrage	0,62
	Double vitrage	0,55
	Double vitrage peu émissif	0,48
	Triple vitrage	0,49
	Triple vitrage peu émissif	0,44
PVC	Simple vitrage	0,5
	Double vitrage	0,45
	Double vitrage peu émissif	0,39
	Triple vitrage	0,4

	Triple vitrage peu émissif	0,36
Métal avec rupture de pont thermique	Simple vitrage	0,63
	Double vitrage	0,56
	Double vitrage peu émissif	0,48
	Triple vitrage	0,5
	Triple vitrage peu émissif	0,45
Métal	Simple vitrage	0,64
	Double vitrage	0,58
	Double vitrage peu émissif	0,5
	Triple vitrage	0,52
	Triple vitrage peu émissif	0,47

Pour les parois en polycarbonate, on prendra  $T = 0,4$ .

Dans le cas où les vitrages séparant l'espace tampon solarisé de l'extérieur sont hétérogènes, le coefficient  $T$  est celui du vitrage majoritaire. Dans le cas où aucun vitrage n'est majoritaire, le coefficient  $T$  est proratisé à la surface.

- $b_{ver}$  : Coefficient de réduction des déperditions (voir partie 3.1)
- $Ssind_j$  : Surface sud équivalente représentant l'impact des apports solaires associés au rayonnement solaire entrant dans la partie habitable du logement après de multiples réflexions dans l'espace tampon solarisé (apports indirects) pour le mois  $j$ .

La surface sud équivalente représentant les apports solaires indirects dans le logement pour le mois  $j$   $Ssind_j$ , correspond à la surface sud équivalente des apports totaux dans la véranda  $Sst_j$ , à laquelle il faut déduire celle des apports directs  $Ssd_j$  :

$$Ssind_j = Sst_j - Ssd_j$$

$$Sst_j = \sum_k A_k * (0,8 * T + 0,024) * Fe_k * C1_{k,j}$$

Avec :

- $A_k$  : Surface de la baie  $k$  séparant la véranda de l'extérieur ( $m^2$ )
- $T$  : Coefficient de transparence des baies séparant la véranda de l'extérieur ( $m^2$ )
- $Fe_k$  : Facteur d'ensoleillement, qui traduit la réduction d'énergie solaire reçue par la baie  $k$  du fait des masques lointains. Pour les espaces tampons solarisés,  $Fe_k = 1$  car l'impact des masques sera négligé.
- $C1_{k,j}$  : Coefficient d'orientation et d'inclinaison de la baie  $k$  séparant la véranda de l'extérieur pour le mois  $j$ , voir paragraphe 18.5

Les grandes surfaces vitrées séparant la véranda de l'extérieur seront traitées comme des portes-fenêtres avec des menuiseries au nu extérieur.

## 7 Détermination de l'inertie

### 7.1 Plancher haut lourd :

- Plancher sous toiture (terrasse, combles perdus, rampant lourd) non isolé ou isolé par l'extérieur et sans faux plafond (\*) et constitué de :
  - Béton plein de plus de 8 cm,
  - Poutrelles et hourdis béton ou terre cuite ;
- Sous-face de plancher intermédiaire sans isolant et sans faux plafond (\*) constitué de :
  - Béton plein de plus de 15 cm
  - Poutrelles et hourdis béton ou terre cuite

(\*) Ne sont considérés que les faux plafonds possédant une lame d'air non ventilée ou faiblement ventilée (moins de 1 500 mm<sup>2</sup> d'ouverture par m<sup>2</sup> de surface), couvrant plus de la moitié de la surface du plafond du niveau considéré.

Un plancher haut dont l'inertie est inconnue est considéré par défaut à inertie légère.

### 7.2 Plancher bas lourd :

- Face supérieure de plancher intermédiaire avec un revêtement non isolant :
  - Béton plein de plus de 15 cm sans isolant,
  - Chape ou dalle de béton de 4 cm ou plus sur entrevous lourds (béton, terre cuite), sur béton cellulaire armé ou sur dalles alvéolées en béton ;
- Plancher bas non isolé ou avec un isolant thermique en sous-face et un revêtement non isolant :
  - Béton plein de plus de 10 cm d'épaisseur,
  - Chape ou dalle de béton de 4 cm ou plus sur entrevous lourds (béton, terre cuite), béton cellulaire arme ou dalles alvéolées en béton,
  - Dalle de béton de 5 cm ou plus sur entrevous en matériau isolant,
  - Autres planchers dans un matériau lourd (pierre, brique ancienne, terre...) sans revêtement isolant.

Un plancher bas (autre que sur terre-plein) dont l'inertie est inconnue est considéré par défaut à inertie lourde.

### 7.3 Paroi verticale lourde :

Une paroi verticale est dite lourde si elle remplit l'une ou l'autre des conditions suivantes :

- Lorsque les murs de façade, de pignon et de refends mitoyens sont non isolés ou isolés par l'extérieur avec en matériau constitutif :
  - Béton plein (banche, bloc, préfabriqué) de 7 cm ou plus,
  - Bloc aggro béton 11 cm ou plus,
  - Bloc perforé en béton (ou autres matériaux lourds) 10 cm ou plus,
  - Bloc creux béton 11 cm ou plus,
  - Brique pleine ou perforée 10,5 cm ou plus,

- Tout matériau ancien lourd (pierre, brique ancienne, terre, pisée, ...),
- Mur sandwich (béton / isolant / béton).
- Murs extérieurs à isolation répartie de 30 cm minimum, avec un cloisonnement réalisé en bloc de béton, en brique plâtrière enduite ou en carreau de plâtre de 5 cm minimum ou en béton cellulaire de 7 cm minimum ;
- Environ les trois quarts (en surface) des doublages intérieurs des murs extérieurs et des murs de cloisonnements (parois intérieures), font 5 cm minimum et sont réalisés en bloc de béton, brique enduite ou carreau de plâtre ;
- Lorsque la taille moyenne des locaux est inférieure à 30 m<sup>2</sup> :
  - Environ les trois quarts des murs de cloisonnement intérieur lourds, réalisés en :
    - Béton plein de 7 cm minimum,
    - Bloc de béton creux ou perforé (ou autres matériaux lourds) de 10 cm minimum,
    - Brique pleine ou perforée de 10,5 cm minimum,
    - Autre brique de 15 cm minimum avec un enduit plâtre sur chaque face.

Les murs inconnus sont considérés à faible inertie.

## 7.4 Inertie du bâtiment

Plancher bas	Plancher haut	Paroi verticale	Classe d'inertie
Lourd	Lourd	Lourde	Très Lourde
-	Lourd	Lourde	Lourde
Lourd	-	Lourde	Lourde
Lourd	Lourd	-	Lourde
-	-	Lourde	Moyenne
-	Lourd	-	Moyenne
Lourd	-	-	Moyenne
-	-	-	Légère

En présence de plusieurs types de murs, de planchers hauts ou de planchers bas, l'inertie de la paroi à considérer dans le tableau ci-dessus est donnée par celle des surfaces majoritaires.

Pour déterminer l'inertie d'un bâtiment de plusieurs niveaux (immeuble ou maison) la démarche est la suivante :

- Déterminer l'inertie de chaque niveau de logements ;
- Considérer que l'inertie du bâtiment est celle la plus représentative en surface habitable ;
- Pour les situations d'égalité, la règle est la suivante :

Inertie des niveaux			Inertie bâtiment
Lourde ou très lourde	Moyenne	Légère	
X	X	X	Moyenne
X	X		Lourde
X		X	Moyenne
	X	X	Moyenne

## 8 Modélisation de l'intermittence

### Données d'entrée :

Type de bâtiment

Type de chauffage (divisé, central)

Type de régulation (par pièce ou non)

Équipement d'intermittence (absent, central sans minimum de température, ...)

Type d'émetteur (air soufflé, convecteurs, ...)

Présence d'un comptage

Hauteur moyenne sous plafond

Le facteur d'intermittence traduit les baisses temporaires de température, réalisées pour différentes raisons, absence, ralenti de nuit et éventuellement de façon inégale dans les pièces.

Il est égal au rapport entre les besoins réels, compte tenu d'un comportement moyen des occupants, et les besoins théoriques. Le facteur d'intermittence est donné par la formule :

$$INT = \frac{I_o}{1 + 0,1 * (G - 1)}$$

Avec :

$$G = \frac{GV}{Hsp * Sh}$$

- GV : déperditions annuelles de l'enveloppe (W/K) (déterminé en partie 3)
- Sh : surface habitable (m²)
- Hsp : hauteur moyenne sous plafond (m)

I0 Pour les maisons individuelles (chauffage individuel)			Équipements d'intermittence									
			Inertie Légère ou moyenne					Inertie Lourde ou très lourde				
			Absent	Central sans minimum de température	Central avec minimum de température	Par pièce avec minimum de température	Par pièce avec minimum de température et détection de présence	Absent	Central sans minimum de température	Central avec minimum de température	Par pièce avec minimum de température	Par pièce avec minimum de température et détection de présence
Chauffage divisé	Avec régulation pièce par pièce	Air soufflé	0,84	0,83	0,81	0,77	0,75	0,86	0,85	0,83	0,80	0,78
		Radiateur / Convecteur	0,84	0,83	0,81	0,77	0,75	0,86	0,85	0,83	0,80	0,78
		Plafond chauffant	0,84	0,83	0,81	0,77	0,75	0,86	0,85	0,83	0,80	0,78
		Plancher chauffant	0,90	0,89	0,88	0,86	-	0,92	0,91	0,90	0,88	-
Chauffage central	Avec régulation pièce par pièce	Air soufflé	0,86	0,85	0,83	0,79	0,77	0,88	0,87	0,85	0,82	0,80
		Radiateur	0,88	0,87	0,85	0,82	0,80	0,90	0,89	0,87	0,85	0,82
		Plafond chauffant	0,88	0,87	0,85	0,82	0,80	0,90	0,89	0,87	0,85	0,82
		Plancher chauffant	0,90	0,89	0,88	0,86	-	0,92	0,91	0,90	0,88	-
	Sans régulation	Air soufflé	0,90	0,89	0,87	-	-	0,91	0,91	0,89	-	-
		Radiateur	0,91	0,90	0,88	-	-	0,93	0,92	0,90	-	-
		Plafond chauffant	0,91	0,90	0,88	-	-	0,93	0,92	0,90	-	-

	pièce par pièce	Plancher chauffant	0,92	0,91	0,90	-		0,94	0,93	0,92	-	
--	-----------------	--------------------	------	------	------	---	--	------	------	------	---	--

Une maison individuelle branchée sur un réseau collectif de fourniture d'énergie pour le chauffage sera traitée comme une maison individuelle avec un chauffage individuel central.

10 Pour les immeubles collectifs avec chauffage individuel			Équipements d'intermittence				
			Absent	Central sans minimum de température	Central avec minimum de température	Par pièce avec minimum de température	Par pièce avec minimum de température et détection de présence
Chauffage divisé	Avec régulation pièce par pièce	Air soufflé	0,90	0,89	0,88	0,86	0,83
		Radiateur/Convecteur	0,90	0,89	0,88	0,86	0,83
		Plafond chauffant	0,90	0,89	0,88	0,86	0,83
		Plancher chauffant	0,95	0,94	0,93	0,91	-
Chauffage central	Avec régulation pièce par pièce	Air soufflé	0,91	0,90	0,89	0,87	0,84
		Radiateur	0,93	0,92	0,91	0,89	0,86
		Plafond chauffant	0,93	0,92	0,91	0,89	0,86
		Plancher chauffant	0,95	0,94	0,93	0,91	-
	Sans régulation pièce par pièce	Air soufflé	0,95	0,94	0,93	-	
		Radiateur	0,96	0,95	0,94	-	
		Plafond chauffant	0,96	0,95	0,94	-	
		Plancher chauffant	0,97	0,96	0,95	-	

10 Pour les immeubles collectifs avec chauffage collectif			Absence de comptage individuel			Présence d'un comptage individuel		
			Équipements d'intermittence			Équipements d'intermittence		
			Absent	Central collectif	Central collectif avec détection de présence	Absent	Central collectif	Central collectif avec détection de présence
Chauffage central	Avec régulation pièce par pièce	Air soufflé	1,01	0,99	0,96	0,93	0,91	0,88
		Radiateur	1,03	1,01	0,98	0,95	0,93	0,90
		Plafond chauffant	1,03	1,01	0,98	0,95	0,93	0,90
		Plancher chauffant	1,05	1,03	-	0,97	0,95	-
	Sans régulation pièce par pièce	Air soufflé	1,03	1,01		0,95	0,93	
		Radiateur	1,05	1,03		0,97	0,95	
		Plafond chauffant	1,05	1,03		0,97	0,95	
		Plancher chauffant	1,07	1,05		0,99	0,97	

En immeuble collectif, le chauffage mixte, c'est-à-dire dont une partie est facturée collectivement et une autre individuellement, est traité au niveau de l'intermittence comme un système collectif avec comptage individuel.

Seule l'intermittence de l'appoint est prise en compte sur les installations base + appoint. Une régulation zonale peut être considérée comme une régulation pièce par pièce.

L'équipement d'intermittence peut être :

- En chauffage individuel
  - Absent : pas d'équipement permettant de programmer des réduits de température ;
  - Central sans minimum de température : équipements permettant une programmation seulement de la fonction marche arrêt et donc ne garantissant pas un minimum de température ;
  - Central avec un minimum de température : équipement pouvant assurer :



- Centralement un ralenti ou un abaissement de température fixe, non modifiable par l'occupant, ainsi que la fonction hors gel ;
- Centralement un ralenti ou un abaissement de température au choix de l'occupant ;
- Pièce par pièce avec minimum de température : équipement permettant d'obtenir par pièce un ralenti ou un abaissement de température fixe, non modifiable par l'occupant.
- En chauffage collectif
  - Absent : pas de réduit de nuit ;
  - Central collectif : possibilité de ralenti de nuit.

Un plancher chauffant avec une régulation zone jour/zone nuit peut être associée à une régulation pièce par pièce.

Un poêle sera modélisé comme un radiateur/convecteur pour la détermination de l'intermittence.

Un système de chauffage divisé est un système pour lequel la génération et l'émission sont confondues. C'est le cas des convecteurs électriques, planchers chauffants électriques, ...

Un système de chauffage central comporte un générateur central, individuel ou collectif, et une distribution par fluide chauffant : air ou eau.

## 9 Calcul de la consommation de chauffage (Cch)

Données d'entrée principales :

*Rendement de génération : Rg (sans dimension)*

*Rendement d'émission : Re (sans dimension)*

*Rendement de distribution : Rd (sans dimension)*

*Rendement de régulation : Rr (sans dimension)*

*Type d'installation de chauffage : avec ou sans solaire ; base + appoint...*

*Présence d'une ventouse (ou assistance par ventilateur) sur l'équipement*

### 9.1 Installation de chauffage seule

Une installation de chauffage peut se composer d'un générateur ou de plusieurs générateurs couplés associés à un ou plusieurs émissions, régulations et distributions.

#### 9.1.1 Consommation de chauffage

La consommation de chauffage est calculée pour une consigne de température à 19°C correspondant à un comportement conventionnel (ou 21°C pour un comportement dépensier).

Le besoin de chauffage sur le mois j Bch<sub>j</sub> (kWh PCI) est déterminé de la façon suivante :

$$Bch_j = \frac{BV_j * DH_j}{1000} - \frac{(Q_{recchauff_j} + Q_{g,wrec_j} + Q_{genrec_j})}{1000}$$

Avec :

- $BV_j$  : besoin de chauffage d'un logement par kelvin sur le mois j (W/K) (voir chapitre 2)
- $DH_j$  : degrés heures de chauffage sur le mois j (°Ch) (différents selon le comportement choisi) voir paragraphe 18.2 et 18.3
- $Q_{rec\_chauff\_j}$  : pertes récupérées de distribution d'ECS pour le chauffage sur le mois j (Wh)
- $Q_{g,w\_rec\_j}$  : pertes récupérées de stockage d'ECS pour le chauffage sur le mois j (Wh)
- $Q_{gen\_rec\_j}$  : pertes récupérées de génération pour le chauffage sur le mois j (Wh)

Pertes récupérées de distribution d'ECS pour le chauffage sur le mois j (Wh) :

$$Q_{rec\_chauff\_j} = 0,48 * Nref_j * \frac{Q_{d,w\_ind,vc\_j} + Q_{d,w\_col,vc\_j}}{8760}$$

Avec :

- $Q_{d,w\_ind,vc\_j}$  : pertes de la distribution individuelle en volume chauffé pour le mois j (Wh) (voir paragraphe 15.2.3)
- $Q_{d,w\_col,vc\_j}$  : pertes de la distribution collective en volume chauffé pour le mois j (Wh) (voir paragraphe 15.2.3)

Pertes récupérées de stockage d'ECS pour le chauffage sur le mois j (Wh) :

$$Q_{g,w\_rec\_j} = 0,48 * Nref_j * \frac{Q_{g,w}}{8760}$$

Avec :

- $Q_{g,w}$  : pertes brutes annuelles de stockage (Wh) (voir paragraphe 14 ou 11.6)

Pertes récupérées de génération pour le chauffage sur le mois j (Wh) :

$$Q_{gen\_rec\_j} = 0,48 * Cper * Q_{p0} * Dper_j$$

Avec :

- $Cper$  : part des pertes par les parois égale à 0,75 pour les équipements à ventouse ou assistés par ventilateur et 0,5 pour les autres
- $Q_{p0}$  : pertes à l'arrêt du générateur (W)
- $Dper_j$  : durée pendant laquelle les pertes sont récupérées sur le mois j (h) :

- Pour les générateurs assurant le chauffage uniquement :

$$Dper_j = \min \left( Nref_j ; \frac{1,3 * Bch_{hp\_j}}{0,3 * Pn} \right)$$

- Pour les générateurs assurant l'ECS uniquement :

$$Dper_j = Nref_j * \frac{1790}{8760}$$

- Pour les générateurs assurant le chauffage et l'ECS :

$$D_{perj} = \min \left( N_{refj} ; \frac{1,3 * Bch_{hp\_j}}{0,3 * P_n} + N_{refj} * \frac{1790}{8760} \right)$$

Avec :

- $P_n$  : puissance nominale du générateur (W)
- $Bch_{hp\_j}$  : besoin de chauffage hors pertes récupérées sur le mois j (kWh) :

$$Bch_{hp\_j} = \frac{BV_j * DH_j}{1000}$$

Avec :

- $BV_j$  : besoin de chauffage d'un logement par kelvin sur le mois j (W/K) (voir chapitre 2)
- $DH_j$  : degrés heures de chauffage pour le mois j (°Ch)

Ce calcul ne s'applique qu'au générateur pour lesquels des pertes à l'arrêt  $Q_{p0}$  sont prises en compte.

Seules les pertes des générateurs et des ballons de stockage en volume chauffé sont récupérables. Les pertes récupérées des générateurs d'air chaud sont nulles.

Le besoin annuel de chauffage ( $Bch$ ) est égal à la somme des besoins mensuels ( $Bch_j$ ) sur la période de chauffe :

$$Bch = \sum_j Bch_j$$

Les performances des équipements étant données sur une saison de chauffe complète, il n'est donc possible de calculer la consommation de chauffage  $Cch$  (kWh PCI) que sur la saison complète de chauffe (donc sur l'année).

Les émetteurs sont classables en plusieurs catégories selon leur place dans l'installation :

- Emetteurs de base qui sont ceux assurant la plus grande partie du chauffage ;
- Emetteurs d'appoint qui apportent un complément à la base ;
- Emetteurs de salle de bain qui gèrent le chauffage dans les salles de bains.

### 9.1.2 Installation classique

Ce cas correspond à une installation simple avec un unique rendement de génération, de distribution, d'émission et de régulation pour tout le bâtiment.

$$Cch = Bch * Ich * INT$$

Avec :

- $Bch$  et  $Cch$  sont respectivement les besoins et consommations annuels de chauffage (kWh PCI)
- $INT$  : Facteur d'intermittence
- $Ich$  : Inverse du rendement de l'installation :

$$Ich = \left( \frac{1}{R_g * R_e * R_d * R_r} \right)$$

Rg, Re, Rd et Rr sont respectivement le rendement annuel conventionnel du générateur ou le coefficient de performance des pompes à chaleur (COP), le rendement d'émission, le rendement de distribution et le rendement de régulation.

L'émetteur dans ce cas est défini comme un émetteur de base.

### 9.1.3 Installation avec plusieurs émissions pour un même générateur

Ce cas correspond aux installations centralisées avec plusieurs émetteurs de types différents

Les consommations associées à ces installations sont :

$$Cch = \sum_i \left( \frac{Sh_i}{Sh} * INT_i * Ich_i \right) * Bch$$

La part de la consommation traitée par chaque émetteur est proratisé par le ratio des surfaces habitables.

Par exemple, pour un générateur alimentant un plancher chauffant au rez-de-chaussée et des radiateurs en étage d'une habitation, il faut considérer une installation avec deux émetteurs et éventuellement deux régulations et distributions.

- Surface chauffée par l'émission 1 (installation 1) : Sh1 (m2)
- Surface chauffée par l'émission 2 (installation 2) : Sh2 (m2)

Soit dans notre cas :

$$Cch = Cch1 + Cch2$$

Avec :

$$Cch1 = \frac{Sh1}{Sh} * Bch * INT1 * Ich1$$

$$Cch2 = \frac{Sh2}{Sh} * Bch * INT2 * Ich2$$

Avec :

$$Ich1 = \left( \frac{1}{Rg * Re1 * Rd * Rr1} \right)$$

$$Ich2 = \left( \frac{1}{Rg * Re2 * Rd * Rr2} \right)$$

Dans cette configuration, tous les émetteurs sont définis en base car ils sont des émetteurs principaux du chauffage.

Les consommations sont mensualisées de la façon suivante :

$$Cch_j = Cch * \frac{Bch_j}{Bch}$$

Cch<sub>j</sub> et Bch<sub>j</sub> respectivement les consommations et besoins de chauffage sur le mois j (kWh PCI).

### 9.1.4 Installation avec plusieurs générateurs pour une même émission

Notons qu'en présence de plusieurs émissions, les consommations assurées par chaque générateur dans ce paragraphe doivent être proratisées selon les règles du paragraphe précédent.

#### 9.1.4.1 Installation de chauffage avec une chaudière ou une PAC en relève d'une chaudière bois

Cette installation correspond à une chaudière bois assurant principalement le chauffage sauf par temps doux ou en mi-saison où une PAC ou chaudière prend le relais de la chaudière bois.

La consommation annuelle de chauffage  $C_{ch1}$  liée à la chaudière bois (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$C_{ch1} = 0,75 * B_{ch} * INT1 * I_{ch1}$$

La consommation annuelle de chauffage  $C_{ch2}$  liée à la PAC ou chaudière (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$C_{ch2} = 0,25 * B_{ch} * INT2 * I_{ch2}$$

Dans cette configuration, les générateurs sont multiples et couplés, les émetteurs sont de base et peuvent aussi être multiples.

#### 9.1.4.2 Installation de chauffage avec chaudière en relève de PAC

Cette installation correspond à une PAC assurant principalement le chauffage sauf par temps de grand froid où la PAC s'arrête pour laisser le relais à la chaudière.

La consommation annuelle de chauffage  $C_{ch1}$  liée à la PAC (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$C_{ch1} = 0,8 * B_{ch} * INT1 * I_{ch1}$$

La consommation annuelle de chauffage liée à la chaudière (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$C_{ch2} = 0,2 * B_{ch} * INT2 * I_{ch2}$$

Dans cette configuration, les générateurs sont multiples et couplés, les émetteurs sont de base et peuvent aussi être multiples.

#### 9.1.4.3 Les pompes à chaleur hybrides

Une pompe à chaleur (PAC) hybride est l'association d'une chaudière à condensation (gaz ou fioul) et d'une PAC air/eau ou eau/eau. Le système de régulation permet selon les conditions climatiques de produire la chaleur avec le générateur le plus performant. La modélisation choisie pour la PAC hybride correspond à une gestion des besoins de chauffage du bâtiment selon la répartition suivante entre les deux systèmes :

% du besoin de chauffage assuré par chaque équipement		
Zone	PAC	Chaudière
H1	80	20
H2	83	17
H3	88	12

La fourniture d'ECS est considérée assurée à 100% par la chaudière.

Dans cette configuration, tous les émetteurs associés au générateur sont de base.

## 9.2 Installation de chauffage avec du chauffage solaire

Cette installation est valable seulement pour les maisons individuelles. Une partie de l'énergie destinée au chauffage est apportée par une installation de panneaux solaires thermiques.

La consommation de chauffage annuelle (kWh PCI) s'exprime donc de la manière suivante :

$$Cch = Bch * INT * (1 - Fch) * Ich$$

Avec :

- Bch le besoin annuel de chauffage (kWh PCI)
- Fch : facteur de couverture solaire pour le chauffage, déterminé à partir du tableau du paragraphe 18.4
- Ich : Inverse du rendement de l'installation

Dans cette configuration, tous les émetteurs sont définis en base car ils sont des émetteurs principaux du chauffage. L'appoint apporté par le solaire se fait en amont de l'émission.

En présence de plusieurs générateurs et émetteurs, la part de la consommation de chauffage assurée par l'installation est calculée en appliquant les règles du paragraphe 9.1.

En présence de plusieurs émissions, les consommations assurées par chaque générateur dans ce paragraphe doivent être proratisées selon les règles du paragraphe 9.1.3.

## 9.3 Installation de chauffage avec insert ou poêle bois en appoint

Configuration correspondant à un insert ou à un poêle en appoint dans le logement en plus d'un système principal chauffant tout le logement. Cela signifie que le chauffage principal peut assurer 100 % du besoin mais qu'il y a un poêle ou un insert à la place du système principal qui est de temps en temps utilisé dans l'habitation (en mi-saison par exemple).

La consommation annuelle de chauffage Cch1 liée au système principal de chauffage (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Cch1 = 0,75 * Bch * INT1 * Ich1$$

En présence de plusieurs générateurs et émetteurs, la part de la consommation de chauffage assurée par l'installation est calculée en appliquant les règles du paragraphe 9.1.

La consommation annuelle de chauffage Cch2 liée à l'insert ou au poêle (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Cch2 = 0,25 * Bch * INT2 * Ich2$$

Avec :

- Ich<sub>i</sub> : inverse du rendement de l'installation alimentée par l'équipement i (voir partie 9.1)

L'émetteur de base dans ce cas est celui associé au chauffage principal. Il peut être associé à une installation centralisée (planchers chauffants, radiateurs, bouches de soufflage...) ou à une installation divisée (effet joules, radiateurs gaz...). L'émetteur traité en appoint est le poêle bois ou l'insert.

Le poêle bois ou l'insert peuvent être traités en émetteur de base dans les situations où ce sont les seuls équipements de chauffage du local.

## 9.4 Installation de chauffage par insert, poêle bois (ou biomasse) avec un chauffage électrique dans la salle de bains

Dans cette configuration, valable que pour les maisons individuelles, tout le bâtiment est chauffé par un poêle bois. Seule la salle de bains est chauffée par un système électrique.

La consommation annuelle de chauffage  $C_{ch1}$  liée au poêle bois (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$C_{ch1} = 0,9 * B_{ch} * INT1 * I_{ch1}$$

La consommation annuelle de chauffage  $C_{ch2}$  liée au chauffage électrique de la salle de bains (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$C_{ch2} = 0,1 * B_{ch} * INT2 * I_{ch2}$$

L'émetteur poêle bois ou insert est traité ici comme un émetteur de base. Le chauffage électrique dans la salle de bain est saisi comme un émetteur de SDB. En présence de plusieurs salles de bain avec un chauffage électrique différent, la part de la consommation apportée par l'appoint est répartie entre les deux équipements par un prorata de surface habitable. C'est-à-dire pour le cas d'un logement avec deux salles de bains de surface  $Sh_{sdb1}$  et  $Sh_{sdb2}$  :

$$C_{ch2_{sdb1}} = 0,1 * \frac{Sh_{sdb1}}{Sh_{sdb1} + Sh_{sdb2}} * B_{ch} * INT_{sdb1} * I_{ch_{sdb1}}$$

$$C_{ch2_{sdb2}} = 0,1 * \frac{Sh_{sdb2}}{Sh_{sdb1} + Sh_{sdb2}} * B_{ch} * INT_{sdb2} * I_{ch_{sdb2}}$$

Avec :

$$C_{ch2} = C_{ch2_{sdb1}} + C_{ch2_{sdb2}}$$

## 9.5 Installation de chauffage avec en appoint un insert ou poêle bois et un chauffage électrique dans la salle de bains (différent du chauffage principal)

Configuration, valable que pour les maisons individuelles, correspond à un insert ou à un poêle en appoint dans le logement en plus d'un système principal qui chauffe presque tout le logement. La salle de bains est chauffée uniquement par un équipement électrique.

La consommation annuelle de chauffage  $C_{ch1}$  liée au système principal de chauffage (kWh PCI) est donnée par la formule:

$$C_{ch1} = 0,75 * 0,9 * B_{ch} * INT1 * I_{ch1}$$

En présence de plusieurs générateurs et émetteurs, la part de la consommation de chauffage assurée par l'installation est calculée en appliquant les règles du paragraphe 9.1.

La consommation annuelle de chauffage Cch2 liée à l'insert ou au poêle bois (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Cch2 = 0,25 * 0,9 * Bch * INT2 * Ich2$$

La consommation annuelle de chauffage Cch3 liée au chauffage électrique de la salle de bains (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Cch3 = 0,1 * Bch * INT3 * Ich3$$

L'émetteur de base dans ce cas est celui associé au chauffage principal. Il peut être associé à une installation centralisée (planchers chauffants, radiateurs, bouches de soufflage...) ou à une installation divisée (effet joules, radiateurs gaz...). L'émetteur traité en appoint est le poêle bois ou l'insert. Le chauffage électrique dans la salle de bain est saisi comme un émetteur de salle de bain.

En présence de plusieurs salles de bain avec un chauffage électrique différent, la part de la consommation apportée par l'appoint est répartie entre les deux équipements par un prorata de surface habitable.



## 9.6 Installation de chauffage avec chauffage solaire et insert ou poêle bois en appoint

Cette configuration, valable seulement pour les maisons individuelles, correspond à un insert ou à un poêle en appoint dans le logement en plus d'un système général composé d'un équipement principal accompagné par du chauffage solaire chauffant presque tout le logement.

La consommation annuelle de chauffage Cch1 liée au système principal de chauffage (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Cch1 = 0,75 * Bch * INT1 * (1 - Fch) * Ich1$$

En présence de plusieurs générateurs et émetteurs, la part de la consommation de chauffage assurée par l'installation est calculée en appliquant les règles du paragraphe 9.1.

La consommation annuelle de chauffage Cch2 liée à l'insert ou au poêle bois (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Cch2 = 0,25 * Bch * INT2 * (1 - Fch) * Ich2$$

La production annuelle de chauffage solaire  $Prod_{chauff\_sol}$  (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Prod_{chauff\_sol} = Bch * Fch * (0,75 * INT1 * Ich1 + 0,25 * INT2 * Ich2)$$

L'émetteur traité en appoint est le poêle bois ou l'insert.



## 9.7 Installation de chauffage avec chaudière en relèvement de PAC avec insert ou poêle bois en appoint

Cette installation correspond à une PAC assurant principalement le chauffage sauf par temps de grand froid où la PAC s'arrête pour laisser le relais à la chaudière. Dans le bâtiment, il y a un poêle bois ou un insert qui est utilisé de temps en temps en remplacement du système principal.

La consommation annuelle de chauffage liée à la PAC (kWh PCI) est donnée par la formule :



$$Cch1 = 0,8 * 0,75 * Bch * INT1 * Ich1$$

La consommation annuelle de chauffage liée à la chaudière (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Cch2 = 0,2 * 0,75 * Bch * INT2 * Ich2$$

La consommation annuelle de chauffage lié à l'insert ou au poêle en appoint (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Cch3 = 0,25 * Bch * INT3 * Ich3$$

Dans cette configuration, les générateurs sont multiples et couplés, les émetteurs sont de base et peuvent aussi être multiples.

L'émetteur traité en appoint est le poêle bois ou l'insert.

En présence de plusieurs générateurs et émetteurs, la part de la consommation de chauffage assurée par l'installation est calculée en appliquant les règles du paragraphe 9.1.



## 9.8 Installation de chauffage collectif avec base + appoint

La base fonctionne seule tant que la température extérieure est supérieure à une température de dimensionnement  $T(^{\circ}C)$ . A cette température  $T$ , le besoin instantané du bâtiment est égal à la puissance utile du générateur en base :

$$T = 14 - \frac{Pe * DH14}{Bch}$$

Avec :

- DH14 : degrés heures de base 14 sur la saison de chauffe complète ( $^{\circ}Ch$ ) (voir paragraphes 18.2 et 18.3)
- $Pe$  : puissance émise utile par le générateur en base (kW) :

$$Pe = Pn * Rd * Rr * Re$$

Avec :

- $Pn$  : puissance nominale du générateur en base (kW)
- $Rd$ ,  $Rr$  et  $Re$  : respectivement les rendements annuels de distribution, de régulation et d'émission de l'installation de chauffage de base

Le besoin de chauffage assuré par la base  $Bch\_base_j$  (kWh<sub>ef</sub>) est calculé pour le mois  $j$  par :

$$Bch\_base_j = Bch_j * (1 - \frac{DHT_j}{DH14_j})$$

Avec :

- $DHT_j$  : degré heure base  $T$  sur le mois  $j$

$$DHT_j = Nref_j * (Text_j - Tbase) * X_j^5 * (14 - 28 * X_j + 20 * X_j^2 - 5 * X_j^3)$$

Avec :

$$X_j = 0,5 * \frac{T - Tbase}{Text_j - Tbase}$$

- $Nref_j$  : Nombre d'heures de chauffage sur le mois  $j$

- Tbase : Température extérieure de base dans la zone climatique (°C)
- Text<sub>j</sub> : Température extérieure moyenne dans la zone climatique sur le mois j (°C)

Le besoin annuel est la somme des besoins mensuels :

$$Bch\_base = \sum_j Bch\_base_j$$

La consommation annuelle de chauffage Cch1 liée à la base (kWh PCI) est :

$$Cch1 = Bch\_base * INT1 * Ich1$$

La consommation annuelle de chauffage Cch2 liée à l'appoint (kWh PCI) est :

$$Cch2 = (Bch - Bch\_base) * INT2 * Ich2$$

L'appoint est supposé être dimensionné pour assurer 50% du besoin.

La base constitué d'un ou plusieurs générateurs collectifs associés à un ou plusieurs émetteurs peut correspondre à l'une des installations décrite dans ce paragraphe 9.

L'appoint constitué d'un ou plusieurs générateurs individuels associés à un ou plusieurs émetteurs peut correspondre à l'une des installations décrite dans ce paragraphe 9.

## 9.9 Convecteur bi-jonction



La base et l'appoint sont assurés par un même convecteur disposant d'un circuit collectif alimentant la base et un circuit individuel pour l'appoint.

La consommation annuelle de chauffage Cch1 liée au circuit collectif assurant la base (kWh PCI) est donnée par la formule :

$$Cch1 = 0,6 * Bch * INT1 * Ich1$$

La consommation annuelle de chauffage Cch2 liée au circuit individuel assurant l'appoint (kWh PCI) ) est donnée par la formule :

$$Cch2 = 0,4 * Bch * INT2 * Ich2$$



## 9.10 Chauffage avec plusieurs installations différentes et indépendantes et/ou plusieurs installations différentes et indépendantes couplées

Une installation de chauffage correspond à un générateur avec les émissions, distributions et régulations associées.

Surface chauffée par l'installation 1 : Sh1 (m2)

Surface chauffée par l'installation 2 : Sh2 (m2)

Surface chauffée par l'installation 3 : Sh3 (m2)

Surface chauffée par l'installation 4 : Sh4 (m2)

Surface chauffée par l'installation 5 : Sh5 (m2)

Surface chauffée par l'installation 6 : Sh6 (m2)

Surface chauffée par l'installation i : Shi (m2) (la saisie de 6 installations minimum doit être possible)

Les consommations associées à ces installations sont :

$$Cch = \sum_i \left( \frac{Sh_i}{Sh} * INT_i * Ich_i \right) * Bch$$

Soit dans notre cas :

$$\begin{aligned} Cch1 &= \frac{Sh1}{Sh} * Bch * INT1 * Ich1 & Cch2 &= \frac{Sh2}{Sh} * Bch * INT2 * Ich2 & Cch3 &= \frac{Sh3}{Sh} * Bch * INT3 * Ich3 \\ Cch4 &= \frac{Sh4}{Sh} * Bch * INT4 * Ich4 & Cch5 &= \frac{Sh5}{Sh} * Bch * INT5 * Ich5 & Cch6 &= \frac{Sh6}{Sh} * Bch * INT6 * Ich6 \end{aligned}$$

L'intermittence sera déterminée pour chaque installation i associée à la surface  $Sh_i$ .

Dans le cas particulier où plusieurs équipements différents cohabitent dans une même pièce, avec des caractéristiques différentes (c'est le cas parfois avec des émetteurs à effet joule ou des convecteurs et panneaux rayonnants ainsi que des PAC air/air) on notera :

Pour la pièce j de surface  $Sh_j$  avec N équipements de puissance  $P_i$  (en W) la consommation devient :

$$Cch_j = \sum_{i=1}^N \frac{P_i}{\sum_i P_i} * Ich_i * INT_i * \frac{Sh_j}{Sh} * Bch$$

Dans le cas où les puissances  $P_i$  des équipements partageant la même pièce ne sont pas connues, la consommation devient :

$$Cch_j = \sum_{i=1}^N \frac{1}{N} * Ich_i * INT_i * \frac{Sh_j}{Sh} * Bch$$

Dans cette configuration, tous les émetteurs associés aux différents générateurs sont de base.

## 9.11 Installation de chauffage avec un générateur bi-énergie

Pour les générateurs pouvant fonctionner avec deux énergies différentes (selon le choix de l'occupant), il est considéré que chaque énergie couvre 50% du besoin.

La consommation annuelle de chauffage  $Cch1$  pour l'énergie 1 est donnée par la formule :

$$Cch1 = 0,5 * Bch * INT1 * Ich1$$

La consommation annuelle de chauffage  $Cch2$  pour l'énergie 2 est donnée par la formule :

$$Cch2 = 0,5 * Bch * INT2 * Ich2$$

Dans cette configuration, tous les émetteurs associés au générateur sont de base.

## 10 Calcul de la consommation de froid (Cfr)

Les besoins et consommation en froid sont calculés pour un comportement conventionnel (consigne de refroidissement à 28°C) et pour un comportement dépensier (consigne de refroidissement à 26°C).

Quel que soit le comportement, la méthode de calcul suivante s'applique.

## 10.1 Calcul du besoin annuel de froid

Besoin annuel de refroidissement :

$$Bfr = \sum_j Bfr_j$$

Avec :

- $Bfr$  : Besoin annuel de refroidissement (kWh)
- $Bfr_j$  : Besoin de refroidissement sur le mois  $j$  (kWh)

## 10.2 Calcul du besoin mensuel de froid

Le besoin mensuel de refroidissement dépend du ratio de bilan thermique  $R_{bth\_j}$  sur le mois  $j$  :

$$R_{bth\_j} = \frac{Ai\_fr_j + As\_fr_j}{GV * (Text_{moy\_clim\_j} - Tint) * Nref_j}$$

Avec :

- $Ai\_fr_j$  : Apports internes sur le mois  $j$  sur la période de refroidissement (Wh) - calculés au paragraphe 6.1
- $As\_fr_j$  : Apports solaires sur le mois  $j$  sur la période de refroidissement (Wh) - calculés au paragraphe 6.1
- $GV$  : Transfert thermique à travers l'enveloppe et le renouvellement d'air (W/K). Le  $GV$  prend en compte les échanges de chaleur par le renouvellement d'air. Ces échanges sont calculés sur la période de refroidissement de la même façon que pour la période de chauffage
- $Tint$  : Température de consigne en froid (°C) égale à 28°C ou 26°C selon le comportement traité
- $Text_{moy\_clim\_j}$  : Température extérieure moyenne sur le mois  $j$  pendant les périodes de climatisation (°C)

Besoin mensuel de refroidissement  $Bfr_j$  :

- Si  $\frac{1}{2} > R_{bth}$  alors :

$$Bfr_j = 0$$

- Sinon :

$$Bfr_j = \frac{(Ai\_fr_j + As\_fr_j)}{1000} - fut_j * \frac{GV}{1000} * (Tint - Text_{moy\_clim\_j}) * Nref_j$$

Avec :

- $Nref_j$  : nombre d'heures de refroidissement pour le mois  $j$ , déterminé à partir des tableaux des paragraphes 18.2 et 18.3 :
  - $Nref$  (28°C) pour une consigne de refroidissement à 28°C (comportement conventionnel)
  - $Nref$  (26°C) pour une consigne de refroidissement à 26°C (comportement dépensier)
- $fut_j$  : facteur d'utilisation des apports sur le mois  $j$

- Si  $R_{bthj} > 0$  et  $R_{bthj} \neq 1$  :

$$fut_j = \frac{1 - R_{bthj}^{-a}}{1 - R_{bthj}^{-a-1}}$$

- Si  $R_{bthj} = 1$  :

$$fut_j = \frac{a}{a + 1}$$

Avec :

$$a = 1 + \frac{t}{15}$$

- $t$  : Constante de temps de la zone pour le refroidissement

$$t = \frac{C_{in}}{3600 * GV}$$

- $C_{in}$  : Capacité thermique intérieure efficace de la zone (J/K) :

Inertie	$C_{in}$ (J/K)
Légère	110 000 * Sh
Moyenne	165 000 * Sh
Lourde ou très lourde	260 000 * Sh

## 10.3 Les consommations de refroidissement

Données d'entrée :

Performance de l'installation de refroidissement (SEER ou année d'installation)

Zone climatique

Surface habitable

Surface habitable refroidie

La consommation de refroidissement est :

$$Cfr = 0,9 * \frac{Bfr}{EER}$$

Avec :

- 0,9 : coefficient d'intermittence pour le froid.
- EER : coefficient d'efficacité énergétique. Il représente la performance de l'installation de refroidissement :

$$EER = 0,95 * SEER$$

- SEER : coefficient d'efficacité énergétique saisonnier :

SEER	Avant 2008*	2008-2014	A partir de 2015
Zone H1 et H2	3,6	6,5	6,7
Zone H3	3,25	5,7	7,5

Si le coefficient SEER du système de refroidissement est connu et justifié, le saisir directement.

La consommation de refroidissement est déterminée pour le logement entier. Si seule une partie du logement est refroidie, alors la consommation de refroidissement du logement est obtenue en multipliant la consommation de froid calculée pour le logement entier par le rapport de la surface habitable de la partie refroidie à celle du logement.

## 11 Calcul de la consommation d'ECS (Cecs)

### Données d'entrée :

Température d'eau froide

Type de bâtiment

Surface habitable

Nombre de logements d'un immeuble collectif

### 11.1 Calcul du besoin d'ECS

Les besoins journaliers moyens par personne (adulte équivalent) sur une année sont en moyenne de  $56 \pm 23$  litres à 40°C. Le scénario d'utilisation conventionnel du DPE s'appuie sur un comportement conventionnel, qui correspond à une consommation de 56 l/j.pers d'eau chaude à 40°C, contre 79 l/j.pers pour un comportement dépensier. Cela correspond environ à une variation du besoin de + 40% entre le profil conventionnel de consommation et le profil dépensier.

On considère conventionnellement que le logement est inoccupé 7 jours par an (du 24 au 30 décembre inclus).

Pour les logements individuels et les logements collectifs, le nombre d'adultes équivalent est déterminé selon le coefficient d'occupation maximal ( $N_{max}$ ) de la façon suivante :

#### Logements individuels :

- On définit la surface habitable moyenne d'un logement ( $m^2$ ) comme suit :

$$Sh_{moy} = \frac{Sh}{Nb_{lgt}}$$

Avec :

- $Sh$  : surface habitable totale de la maison individuelle ( $m^2$ )
- $Nb_{lgt}$  : nombre de logements (=1 pour le traitement d'une maison individuelle contenant un seul logement)
- Calcul du coefficient d'occupation maximal  $N_{max}$  :
  - Si  $Sh_{moy} < 30m^2$  :

$$N_{max} = 1$$

- Si  $30m^2 \leq Sh_{moy} < 70m^2$  :

$$N_{max} = 1,75 - 0,01875 * (70 - Sh_{moy})$$

- Si  $Sh_{moy} \geq 70m^2$  :

$$N_{max} = 0,025 * Sh_{moy}$$

- Calcul du nombre d'adultes équivalent  $N_{adeq}$  :

- Si  $N_{max} < 1,75$

$$N_{adeq} = Nb_{lgt} * N_{max}$$

- Si  $N_{max} \geq 1,75$

$$N_{adeq} = Nb_{lgt} * (1,75 + 0,3 * (N_{max} - 1,75))$$

Avec :

$Nb_{lgt}$  : nombre de logements

### **Logements collectifs :**

- On définit la surface habitable moyenne d'un logement ( $m^2$ ) comme suit :

$$Sh_{moy} = \frac{Sh}{Nb_{lgt}}$$

Avec :

- $Sh$  : surface habitable totale de l'immeuble ( $m^2$ )
- $Nb_{lgt}$  : nombre de logements (=1 pour le traitement d'un appartement)

- Cette surface moyenne permet de déterminer le  $N_{max}$  pour un logement moyen :

- Si  $Sh_{moy} < 10m^2$  :

$$N_{max} = 1$$

- Si  $10m^2 \leq Sh_{moy} < 50m^2$  :

$$N_{max} = 1,75 - 0,01875 * (50 - Sh_{moy})$$

- Si  $Sh_{moy} \geq 50m^2$  :

$$N_{max} = 0,035 * Sh_{moy}$$

- Calcul du nombre d'adultes équivalent  $N_{adeq}$  :

- Si  $N_{max} < 1,75$  :

$$N_{adeq} = Nb_{lgt} * N_{max}$$

- Si  $N_{max} \geq 1,75$  :

$$N_{adeq} = Nb_{lgt} * (1,75 + 0,3 * (N_{max} - 1,75))$$

La quantité de chaleur  $Becs_j$  (Wh) nécessaire sur le mois  $j$  pour préparer l'eau chaude sanitaire est obtenue selon la formule suivante :

- Pour un comportement conventionnel

$$Becs_j = 1,163 * N_{adeq} * 56 * (40 - T_{efs_j}) * nj_j$$

- Pour un comportement dépensier

$$Becs_j = 1,163 * N_{adeq} * 79 * (40 - T_{efs_j}) * nj_j$$

Avec :

- $T_{efs_j}$  : température moyenne d'eau froide sanitaire sur le mois j (°C). La température d'eau froide est une donnée climatique mensuelle pour chacune des 8 zones climatiques (voir parties 18.2 et 18.3)
- $nj_j$  : Nombre de jours d'occupation sur le mois j :

Mois	$nj_j$
Janvier	31
Février	28
Mars	31
Avril	30
Mai	31
Juin	30
Juillet	31
Août	31
Septembre	30
Octobre	31
Novembre	30
Décembre*	24

*\*Dans l'approche conventionnelle une absence d'une semaine est comptée en décembre.*

Le besoin annuel d'eau chaude sanitaire Becs est la somme des besoins mensuels d'ECS (Wh) :

$$Becs = \sum_j Becs_j$$

## 11.2 Calcul des consommations d'ECS

Données d'entrée :

Rendement de génération :  $R_g$  (sans dimension)

Rendement de distribution :  $R_d$  (sans dimension)

Rendement de stockage :  $R_s$  (sans dimension)

Type d'installation d'ECS : avec ou sans solaire ; base + appoint...

Puissance nominale des générateurs :  $P_n$  (W)

La consommation annuelle d'eau chaude sanitaire Cecs (kWh PCI) s'exprime de la manière suivante :

$$Cecs = Becs * Iecs$$



Avec :

- Becs : Besoin annuel d'ECS (kWh)
- Iecs : Inverse du rendement de l'installation :

$$Iecs = \frac{1}{Rs * Rd * Rg}$$

- Rs : rendement de stockage
- Rd : rendement de distribution
- Rg : rendement de génération

La consommation d'ECS sur un mois j peut être déduite de la consommation annuelle :

$$Cecs_j = \frac{Becs_j}{Becs} * Cecs$$

### 11.3 Un seul système d'ECS avec solaire



Dans le cas où un seul système de production d'ECS solaire est installé, la consommation d'ECS Cecs (kWh PCI) s'exprime de la manière suivante :

$$Cecs = Becs * (1 - Fecs) * Iecs$$

Avec :

- Becs : besoin en eau chaude sanitaire (kWh)
- Fecs : facteur de couverture solaire, déterminé à partir du tableau du paragraphe 18.4
- Iecs : inverse du produit des rendements

La production d'ECS solaire  $Prod_{ecs\_solaire}$  (kWh PCI) s'écrit alors :

$$Prod_{ecs\_solaire} = Becs * Fecs * Iecs$$

### 11.4 Plusieurs systèmes d'ECS (limité à 2 systèmes différents par logement)



Dans le cas où plusieurs systèmes sont installés, on reprendra le raisonnement avec :

$$Cecs1 = 0,5 * Becs * Iecs1 \quad Cecs2 = 0,5 * Becs * Iecs2$$

### 11.5 Rendement de distribution de l'ECS

Données d'entrée secondaires :

Type d'installation

Localisation de la production

Configuration des logements

Les rendements de distribution sont donnés pour une année complète.

### 11.5.1 Installation individuelle

Rendement de distribution Rd	Production en volume habitable		Production hors volume habitable
	Pièces alimentées contiguës	Pièces alimentées non contiguës	
	0,93	0,87	0,83

Les pièces considérées sont les salles de bain et les cuisines. S'il existe plusieurs salles de bain en plus de la cuisine, il faut vérifier leur contiguïté verticale ou horizontale.

Les pièces alimentées sont considérées contiguës lorsqu'elles ont une paroi mitoyenne (mur, plafond, plancher).

### 11.5.2 Installation collective

Rendement de distribution Rd	Majorité des logements	
	Pièces alimentées contiguës	Pièces alimentées non contiguës
Réseau collectif non isolé	0,28	0,26
Réseau collectif isolé sans traçage	0,55	0,52
Réseau collectif isolé avec traçage	0,83	

## 11.6 Rendement de stockage de l'ECS

### Données d'entrée secondaires :

Volume des ballons

Type de ballon

Catégorie des ballons

Type d'alimentation du ballon

L'ensemble de ce paragraphe ne s'applique pas aux chauffe-eau thermodynamiques, traités en partie 14.2.

Le rendement de stockage est calculé annuellement.

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

### 11.6.1 Pertes de stockage des ballons d'accumulation

La présence d'un ballon de préparation de l'ECS est responsable de pertes de stockage  $Q_{g,w}$  (Wh) :

$$Q_{g,w} = 67662 * V_S^{0,55}$$

Avec :

- $V_S$  : volume du ballon de stockage (litres)

## 11.6.2 Pertes des ballons électriques

Les pertes de stockage des ballons électriques (Wh) sont données par la relation suivante :

$$Q_{g,w} = 8592 * \frac{45}{24} * V_s * Cr$$

Avec :

- $V_s$  : volume du ballon de stockage (litres)
- $Cr$  : coefficient de perte du ballon de stockage (Wh/l.°C.jour) :

Coefficient de perte (Cr)		Volume du ballon (litre)			
		≤ 100	100 < ≤ 200	200 < ≤ 300	> 300
Chauffe-eau horizontal		0,39	0,33	0,3	0,3
Chauffe-eau vertical	Autres ou inconnue	0,32	0,23	0,22	0,22
	Catégorie B ou 2 étoiles	0,27	0,22	0,2	0,18
	Catégorie C ou 3 étoiles	0,25	0,2	0,18	0,16

## 11.6.3 Rendement de stockage

- Pour les ballons électriques verticaux de catégorie C ou 3\*,

$$Rs = \frac{1,08}{1 + \frac{Q_{g,w} * Rd}{Becs}}$$

- Pour les autres ballons électriques :

$$Rs = \frac{1}{1 + \frac{Q_{g,w} * Rd}{Becs}}$$

Avec :

- $Q_{g,w}$  : pertes de stockage (Wh)
- $Rd$  : rendement de distribution
- $Becs$  : besoin annuel d'ECS (Wh)

# 12 Rendements des installations

Les rendements des installations sont calculés annuellement.

## 12.1 Rendement d'émission

Type d'émetteurs	Re
Convecteur électrique NFC, NF** et NF***	0,95
Panneau rayonnant ou radiateur électrique NFC, NF** et NF***	0,97
Autres émetteurs à effet joule	0,95
Soufflage d'air chaud	0,95

Plancher chauffant	1
Plafond chauffant	0,98
Autres équipements	0,95

## 12.2 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

Les réseaux de distribution par fluide frigorigène sont considérés sans pertes ( $R_d=1$ ).

## 12.3 Rendement de régulation

Type d'équipements	Rr
Convecteur électrique NFC, NF** et NF***	0,99
Panneau rayonnant ou radiateur électrique NFC, NF** et NF***	0,99
Autres émetteurs à effet joule	0,96
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
Plancher ou plafond chauffant à eau en individuel	0,95
Plancher ou plafond chauffant à eau en collectif	0,9
Radiateur gaz à ventouse ou sur conduit de fumée	0,96
Poêle charbon / bois / fioul / GPL ou insert	0,8
Radiateur eau chaude sans robinet thermostatique	0,9
Radiateur eau chaude avec robinet thermostatique	0,95
Convecteur bi-jonction	0,9
Air soufflé	0,96

Pour tous les cas non listés :  $R_r = 0,9$

## 12.4 Rendement de génération des générateurs autres qu'à combustion

### 12.4.1 Générateurs à effet joule et réseaux de chaleur

Type de générateur	Rg
Générateur à effet joule direct	1
Chaudières électriques	0,97
Réseau de chaleur	0,97

Un chauffe-eau électrique instantané est assimilé à un ballon électrique au niveau du modèle mais sans les pertes de stockage.

La modélisation pour les chaudières électriques mixtes (chauffage et ECS) est identique à celle d'une chaudière électrique et d'un ballon électrique selon qu'il y ait stockage ou pas.

## 12.4.2 Pompe à Chaleur

Les performances des PAC sont définies par leur SCOP qui dépend de leur type et de la zone climatique.

Le SCOP réel de la PAC peut être saisi directement quand il est connu et justifié. A défaut de disposer des performances réelles des PAC, les valeurs par défaut tabulées ci-dessous sont utilisables.

Type de PAC	Zone H1 et H2				
	Type d'émetteur	Avant 2008*	2008-2014	2015-2016	A partir de 2017
PAC Air/Eau	Autres	2,2	2,4	2,6	2,8
	Planchers / Plafonds	2,4	2,6	2,9	3,2
PAC Eau/Eau	Autres	2,2	2,4	2,7	3
	Planchers / Plafonds	2,4	2,6	3	3,3
PAC Eau glycolée/Eau	Autres	2,2	2,4	2,7	3
	Planchers / Plafonds	2,4	2,6	3	3,3
PAC Géothermie	Autres	2,2	2,4	2,7	3
	Planchers / Plafonds	2,4	2,6	3	3,3

Type de PAC	Zone H3				
	Type d'émetteur	Avant 2008*	2008-2014	2015-2016	A partir de 2017
PAC Air/Eau	Autres	2,5	2,8	3	3,2
	Planchers / Plafonds	2,9	3,1	3,5	3,8
PAC Eau/Eau	Autres	2,5	2,8	3,1	3,5
	Planchers / Plafonds	2,9	3,1	3,6	4
PAC Eau glycolée/Eau	Autres	2,5	2,8	3,1	3,5
	Planchers / Plafonds	2,9	3,1	3,6	4
PAC Géothermie	Autres	2,5	2,8	3,1	3,5
	Planchers / Plafonds	2,9	3,1	3,6	4

Zone H1 et H2			
Type de PAC	Avant 2008*	2008-2014	A partir de 2015
PAC Air/Air	2,2	2,3	3

Zone H3			
Type de PAC	Avant 2008*	2008-2014	A partir de 2015
PAC Air/Air	2,4	2,6	3,3

\*COP

L'inverse du rendement de l'installation s'exprimera alors comme :

$$Ich = \left( \frac{1}{SCOP * Re * Rd * Rr} \right)$$

Dans le cas où plusieurs émetteurs sont reliés à la PAC, le COP le plus défavorable sera pris pour le calcul d'Ich.

## 13 Rendement de génération des générateurs à combustion

### 13.1 Inserts et poêles

Données d'entrée :

Type de générateur

Type de cascade

Présence d'une régulation

Type d'émetteur

Type de combustible bois

Type de générateur	Rg
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé avant 1990	0,5
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé entre 1990 et 2004	0,60
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé à partir de 2005 sans label flamme verte	0,65
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé de 2005 à 2006 avec label flamme verte	0,65
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé de 2007 à 2017 avec label flamme verte	0,70
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé à partir de 2018 avec label flamme verte	0,75
Poêle à granulés installée avant 2012 ou sans label flamme verte	0,8
Poêle à granulés flamme verte installé entre 2012 et 2019	0,85
Poêle à granulés flamme verte installé à partir de 2020	0,87
Poêle fioul GPL ou charbon	0,72

Les poêles à bois bouilleur installées à partir de 2012 sont traitées comme des chaudières bois installées entre 2004 et 2012.

Les poêles à bois bouilleur installées avant 2012 sont traitées comme des chaudières bois installées entre 1978 et 1994.

### 13.2 Chaudières et autres générateurs à combustion

Données d'entrée :

Type de générateur

Nombre de générateurs

Département

Type de cascade

Puissance nominale générateur (W)

Présence d'une régulation

Type d'émetteur

Année d'installation des émetteurs

Type de combustible bois

Rendement à pleine charge

Rendement à charge intermédiaire

Type de brûleur

Pour les générateurs à combustion, le calcul du rendement conventionnel annuel moyen pour un générateur donné est basé sur la prise en compte de valeurs conventionnelles de profils de charge.

### 13.2.1 Profil de charge des générateurs

Le profil de charge conventionnel donne pour chaque intervalle de taux de charge le coefficient de pondération correspondant.

#### 13.2.1.1 Profil de charge conventionnel

Pour les bâtiments d'habitation, un profil de charge long est considéré (correspond au type d'horaire d'occupation longue).

Le tableau suivant donne le coefficient de pondération pour un profil de charge correspondant à une occupation longue (ex. : logement).

Taux de charge $Tch_x$	De 0% à 10%	De 10% à 20%	De 20% à 30%	De 30% à 40%	De 40% à 50%	De 50% à 60%	De 60% à 70%	De 70% à 80%	De 80% à 90%	De 90% à 100%
Coefficient de pondération $coeff\_pond_x$	0,1	0,25	0,2	0,15	0,1	0,1	0,05	0,025	0,025	0

Ce profil de charge est donné sur une période de chauffe et non mensuellement. Le calcul du rendement de génération se fera donc sur toute la saison de chauffe et non mensuellement.

Pour les calculs les taux de charge sont pris en milieu de classe (5% ; 15% ; 25% ; ... ; 85% ; 95%),

Le coefficient de pondération  $Coeff\_pond_x$  est associé au taux de charge  $Tch_x$  qui correspond à l'intervalle  $[Tch_x - 5\%; Tch_x + 5\%[$

### 13.2.1.2 Présence d'un ou plusieurs générateurs à combustion indépendants

Nous considérerons la présence dans la zone au maximum de N générateurs à combustion indépendants.

Les taux de charge doivent être pondérés par un coefficient  $C_{dimref}$  qui permet de prendre en compte les charges partielles.

- Pour un seul générateur à combustion de puissance installée  $Pn_{gen}$  :

$$C_{dimref} = \frac{1000 * Pn_{gen}}{GV * (Tcons - Tbase)}$$

- Pour N générateurs à combustion :

$$C_{dimref} = \frac{1000 * (Pn_{gen_1} + Pn_{gen_2} + \dots + Pn_{gen_N})}{GV * (Tcons - Tbase)}$$

Avec :

- $Pn_{gen_i}$  : puissance installée du générateur à combustion i (kW)
- GV : déperditions totales du bâtiment (W/K)
- Tbase : température extérieure de base (°C)
- Tcons : température de consigne (19°C en comportement conventionnel et 21°C en comportement dépensier)

Les profils de charge conventionnels sont modifiés pour prendre en compte les charges partielles  $C_{dimref}$ , le coefficient  $Coeff_{pond_{x_{dim}}}$  est alors affecté au taux de charge  $Tch_{x_{dim}}$ , on aura :

$$Coeff_{pond_{x_{dim}}} = Coeff_{pond_x}$$

$$Tch_{x_{dim}} = Min\left(\frac{Tch_x}{C_{dimref}} ; 1\right)$$

Si  $\frac{Tch_x}{C_{dimref}} > 1$ , alors sous-dimensionnement de l'installation

Sauf pour le taux de charge  $Tch_{95}$  (correspondant à une charge entre 90% et 100%), on notera :

$$Tch_{95_{dim}} = Tch_{95}$$

En présence d'un ou de N générateurs indépendants :

- le taux de charge final x de chaque générateur est :  $Tch_{x_{final}} = Tch_{x_{dim}}$
- Le coefficient de pondération final est :  $Coeff_{pond_{x_{final}}} = Coeff_{pond_{x_{dim}}}$

### 13.2.1.3 Cascade de deux générateurs à combustion

Ne seront traités que les configurations de cascade à deux générateurs. En présence d'une cascade avec plus de deux générateurs, seuls les deux premiers de la cascade seront pris en compte. Aux deux générateurs seront affectés la puissance totale de l'installation. La répartition des puissances des générateurs non retenus sur les 2 générateurs modélisés dans la cascade se fera de façon à maintenir le même ratio de puissance entre les deux.

- Une donnée d'entrée est la puissance relative du générateur i :  $Prel(gen_i)$



- $Pn(gen\_i)$  : puissance nominale du générateur i (W)

Dans notre cas avec 2 générateurs :

$$Prel(gen\_1) = \frac{Pn(gen\_1)}{Pn(gen\_1) + Pn(gen\_2)}$$

$$Prel(gen\_2) = \frac{Pn(gen\_2)}{Pn(gen\_1) + Pn(gen\_2)}$$

On détermine pour chaque point de fonctionnement x et pour chaque générateur i sa contribution  $CTch_{x\_dim}(gen\_i)$  au taux de charge du système  $Tch_{x\_dim}$ .

#### 13.2.1.3.1 Cascade avec priorité

Dans notre cas avec 2 générateurs en cascade, le générateur 1 sera le plus performant ou à défaut le plus puissant, il sera considéré comme prioritaire si aucune information complémentaire n'est disponible :

La contribution  $CTch_{x\_dim}$  de chaque générateur au taux de charge  $Tch_{x\_dim}$  est :

$$CTch_{x\_dim}(gen\_1) = \min(Prel(gen\_1) ; Tch_{x\_dim})$$

$$CTch_{x\_dim}(gen\_2) = \min(Prel(gen\_2) ; Tch_{x\_dim} - CTch_{x\_dim}(gen\_1))$$

Avec le taux de charge final suivant :

$$Tch_{x\_final}(gen\_1) = \min\left(1 ; \frac{CTch_{x\_dim}(gen\_1)}{Prel(gen\_1)}\right)$$

$$Tch_{x\_final}(gen\_2) = \min\left(1 ; \frac{CTch_{x\_dim}(gen\_2)}{Prel(gen\_2)}\right)$$

$$Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_1) = Coeff_{pond_x}(gen\_1)$$

$$Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_2) = Coeff_{pond_x}(gen\_2)$$

#### 13.2.1.3.2 Cascade sans priorité (même contribution au taux de charge)

Dans ce cas les générateurs contribuent de manière au taux de charge proportionnellement à leur puissance, on écrira :

$$CTch_{x\_dim}(gen\_1) = Prel(gen\_1) * Tch_{x\_dim}$$

$$CTch_{x\_dim}(gen\_2) = Prel(gen\_2) * Tch_{x\_dim}$$

Avec le taux de charge final suivant :

$$Tch_{x\_final}(gen\_1) = \min\left(1 ; \frac{CTch_{x\_dim}(gen\_1)}{Prel(gen\_1)}\right)$$

$$Tch_{x\_final}(gen\_2) = \min \left( 1 ; \frac{CTch_{x\_dim}(gen\_2)}{Prel(gen\_2)} \right)$$

$$Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_1) = Coeff_{pond_x}(gen\_1)$$

$$Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_2) = Coeff_{pond_x}(gen\_2)$$

Le coefficient de pondération final est :

$$Coeff_{pond_{x\_final}}(gen\_1) = \frac{\frac{CTch_{x\_dim}(gen\_1)}{Tch_{x\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_1)}{\frac{CTch_{5\_dim}(gen\_1)}{Tch_{5\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{5\_dim}}(gen\_1) + \dots + \frac{CTch_{95\_dim}(gen\_1)}{Tch_{95\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{95\_dim}}(gen\_1)}$$

$$Coeff_{pond_{x\_final}}(gen\_2) = \frac{\frac{CTch_{x\_dim}(gen\_2)}{Tch_{x\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_2)}{\frac{CTch_{5\_dim}(gen\_2)}{Tch_{5\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{5\_dim}}(gen\_2) + \dots + \frac{CTch_{95\_dim}(gen\_2)}{Tch_{95\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{95\_dim}}(gen\_2)}$$

#### 13.2.1.4 Pertes au point de fonctionnement

- $QP_x$  (kW) : pertes au point de fonctionnement x (taux de charge  $x = Tch_{x\_final}$ )
- $QP_0$  : pertes à l'arrêt (kW)
- $R_{Pn}$  et  $R_{Pint}$  : respectivement les rendements à pleine charge et à charge intermédiaire
- $P_n$  : puissance nominale du générateur (kW)

Dans les paragraphes suivants, les rendements à pleine charge  $R_{pn}$  et à charge intermédiaire  $R_{pint}$  sont donnés dans les tableaux en PCI. Cependant, les calculs des rendements de génération sont effectués en PCS (pour éviter d'avoir des rendements > 100%). Dans les équations pour le calcul du rendement de génération, ils sont donc convertis en PCS (en les divisant par  $k_{PCS/PCI}$ ). Le DPE exprimant les consommations en kWh PCI, les rendements de génération calculés en PCS sont ensuite convertis en PCI pour leur calcul.

De même, les pertes à l'arrêt  $Q_{P0}$  et les puissances des veilleuses  $P_{veil}$  sont données pour du PCI. Pour les avoir pour du PCS avant de les utiliser dans les calculs, elles doivent être multipliées par le coefficient de conversion  $k_{PCS/PCI}$ .

Selon les énergies, le coefficient de conversion en PCI/PCS est donné dans le tableau suivant :

Coefficient de conversion $k_{PCS/PCI}$	
Electricité	1
Gaz naturel	1,11
GPL	1,09
Fioul	1,07
Bois	1,08
RCU	1
Charbon	1,04

### 13.2.1.5 Chaudières basse température et condensation :

Pour les chaudières basse température et condensation, le point de fonctionnement w correspond à un fonctionnement à 15% de charge.

Entre 0 et 15% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{15} - 0,15 \cdot QP_0] * x}{0,15} + 0,15 * QP_0$$

Entre 15 et 30% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{30} - QP_{15}] * x}{0,15} + QP_{15} - \frac{[QP_{30} - QP_{15}] * 0,15}{0,15}$$

Entre 30 et 100% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{100} - QP_{30}] * x}{0,7} + QP_{30} - \frac{[QP_{100} - QP_{30}] * 0,3}{0,7}$$

$$QP_{15} = \frac{QP_{30}}{2}$$

- Pour les chaudières basse températures :

- S'il y a une régulation :

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{pint} + 0,1 * (40 - T_{fonc\_30}))}{R_{pint} + 0,1 * (40 - T_{fonc\_30})}$$

- En l'absence de régulation :

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{pint} + 0,1 * (40 - T_{fonc\_100}))}{R_{pint} + 0,1 * (40 - T_{fonc\_100})}$$

$$QP_{100} = Pn * \frac{100 - (R_{pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc\_100}))}{R_{pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc\_100})}$$

- Pour les chaudières à condensation :

- S'il y a une régulation :

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{pint} + 0,2 * (33 - T_{fonc\_30}))}{R_{pint} + 0,2 * (33 - T_{fonc\_30})}$$

- En l'absence de régulation :

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{pint} + 0,2 * (33 - T_{fonc\_100}))}{R_{pint} + 0,2 * (33 - T_{fonc\_100})}$$

$$QP_{100} = P_n * \frac{100 - (R_{Pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc_{100}}))}{R_{Pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc_{100}})}$$

T<sub>fonc</sub><sub>100</sub> (°C) est la température de fonctionnement de la chaudière à 100% de charge. Elle est donnée dans le tableau suivant en fonction des types d'émetteur et des différentes périodes de leur installation :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	60	35	35
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	80	70	60
Haute / Autres émetteurs	80	70	70

T<sub>fonc</sub><sub>30</sub> (°C) est la température de fonctionnement de la chaudière à 30% de charge. Elle est donnée dans les tableaux suivants selon le type d'installation.

Pour les chaudières à condensation :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	32	24,5	24,5
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	38	35	32
Haute / Autres émetteurs	38	35	35

Pour les chaudières basse température :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	42,5	35	35
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	48,5	45,5	42,5
Haute / Autres émetteurs	48,5	45,5	45,5

Si un système de génération alimente des réseaux de distribution de températures différentes, la température de fonctionnement est prise égale à la température maximale.

Pour les installations récentes ou recommandées, les caractéristiques réelles des chaudières présentées sur les bases de données professionnelles peuvent être utilisées.

Si l'année d'installation des émetteurs est inconnue, prendre l'année de construction du bâtiment.

### 13.2.1.6 Chaudières standard

Pour les chaudières standards, le point de fonctionnement w correspond à un fonctionnement à 30% de charge,

Entre 0 et 30% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{30} - 0,15 * QP_0] * x}{0,3} + 0,15 * QP_0$$

Entre 30 et 100% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{100} - QP_{30}] * x}{0,7} + QP_{30} - \frac{[QP_{100} - QP_{30}] * 0,3}{0,7}$$

- S'il y a une régulation

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{Pint} + 0,1 * (50 - T_{fonc\_30}))}{R_{Pint} + 0,1 * (50 - T_{fonc\_30})}$$

- En l'absence de régulation

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{Pint} + 0,1 * (50 - T_{fonc\_100}))}{R_{Pint} + 0,1 * (50 - T_{fonc\_100})}$$

$$QP_{100} = Pn * \frac{100 - (R_{Pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc\_100}))}{R_{Pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc\_100})}$$

Avec :

- $T_{fonc\_100}$  (°C) : température de fonctionnement de la chaudière à 100% de charge. Elle est donnée dans le paragraphe précédent pour les chaudières basse température et condensation
- $T_{fonc\_30}$  (°C) : température de fonctionnement de la chaudière à 30% de charge. Elle est donnée selon le type d'installation dans les tableaux suivants

Pour une chaudière standard, jusqu'en 1990 :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	53	50	50
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	59	56	53
Haute / Autres émetteurs	59	56	56

Pour une chaudière standard, depuis 1991 :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	49,5	45	45
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	55,5	52,5	49,5

Haute / Autres émetteurs	55,5	52,5	52,5
--------------------------	------	------	------

Si un système de génération alimente des réseaux de distribution de températures différentes, la température de fonctionnement est prise égale à la température maximale.

Pour les installations récentes ou recommandées, les caractéristiques réelles des chaudières présentées sur les bases de données professionnelles peuvent être utilisées.

Si l'année d'installation des émetteurs est inconnue, prendre l'année de construction du bâtiment.

### 13.2.2 Valeurs par défaut des caractéristiques des chaudières gaz et fioul

Le tableau suivant donne les valeurs par défaut des chaudières gaz et fioul :

CHAUDIERES GAZ (Valeurs par défaut Rpn, Rpint et Qp0)						
Type	Ancienneté	Puissance nominale Pn (kW)	Rendements (PCI) Rpn (%)	Rendements (PCI) Rpint (%)	Qp0 en % puissance nominale Pn	Puissance veilleuse en W (si veilleuse)
Classique	Avant 1980	Pn	$84 + 2 \log Pn$	$80 + 3 \log Pn$	4%	240
	1981 - 1985				2%	150
	1986 - 1990				1,5%	150
Standard	1991 - 2000	Pn	$84 + 2 \log Pn$	$80 + 3 \log Pn$	1,2%	120
	2001 - 2015				1%	
	A partir de 2016				$Pn * (E + F * \log Pn) / 100$	
Basse Température	1991 - 2000	Pn	$87,5 + 1,5 \log Pn$	$87,5 + 1,5 \log Pn$	1,2%	120
	2001 - 2015				1%	
	A partir de 2016				$Pn * (E + F * \log Pn) / 100$	
Condensation	1981 - 1985	Pn	$91 + \log Pn$	$97 + \log Pn$	1%	150
	1986 - 2000					120
	2001 - 2015					
	A partir de 2016	$Pn \leq 70 \text{ kW}$	$91 + 3 \log Pn$	$103 + 2,5 \log Pn$	0,5%	
		$70 \text{ kW} < Pn \leq 400 \text{ kW}$	$94 + \log Pn$	$105 + 0,5 \log Pn$	0,3%	
		$Pn > 400 \text{ kW}$	96,6	106,3		

CHAUDIERES FIOUL (Valeurs par défaut Rpn, Rpint et Qp0)					
Type	Ancienneté	Puissance nominale Pn (kW)	Rendements (PCI) Rpn (%)	Rendements (PCI) Rpint (%)	Qp0 en % puissance nominale Pn
Classique	Avant 1970	Pn	$84 + 2 \log Pn$	$80 + 3 \log Pn$	4%
	1970 - 1975				3%
	1976 - 1980				2%
	1981 - 1990				1%
Standard	1991 - 2015	Pn	$84 + 2 \log Pn$	$80 + 3 \log Pn$	1%
	A partir de 2016				$Pn * (E + F * \log Pn) / 100$
	1991 - 2015	Pn	$87,5 + 1,5 \log Pn$	$87,5 + 1,5 \log Pn$	1%

Basse Température	A partir de 2016				$P_n * (E + F * \log P_n) / 100$
Condensation	1996 - 2015	$P_n$	$91 + \log P_n$	$97 + \log P_n$	1%
	A partir de 2016	$P_n \leq 70 \text{ kW}$	$91 + 3 \log P_n$	$98 + 3 \log P_n$	0,5%
		$70 \text{ kW} < P_n \leq 400 \text{ kW}$	$94 + \log P_n$	$100 + \log P_n$	0,6%
		$P_n > 400 \text{ kW}$	96,6	102,6	0,3%

Avec :

	E	F
Chaudières à combustible liquide ou gazeux		
Absence de ventilateur ou autre dispositif de circulation d'air ou de produit de combustion dans le circuit de combustion	2,5	-0,8
Présence de ventilateur ou autre dispositif de circulation d'air ou de produit de combustion dans le circuit de combustion	1,75	-0,55

### 13.2.2.1 Générateurs d'air chaud

Pour les générateurs d'air chaud standard, le point de fonctionnement w correspond à un fonctionnement à 50% de charge.

Entre 0 et 50% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{50} - 0,15 * QP_0] * x}{0,5} + 0,15 * QP_0$$

Entre 50 et 100% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{100} - QP_{50}] * x}{0,5} + 2 * QP_{50} - QP_{100}$$

$$QP_{50} = 0,5 * P_n * \frac{100 - R_{pint}}{R_{pint}}$$

$$QP_{100} = P_n * \frac{100 - R_{pn}}{R_{pn}}$$

$$QP_0 = \frac{P_n * (1,75 - 0,55 * \log P_n)}{100}$$

L'expression de  $QP_0$  est valable pour une puissance nominale inférieure ou égale à 300 kW. On conservera les valeurs pour  $P_n = 300 \text{ kW}$  si  $P_n > 300 \text{ kW}$ .

- Si les équipements sont anciens (avant 2006)

$$R_{pn} = 77\%$$

$$R_{pint} = 74\%$$

- Si les équipements sont neufs (à partir de 2006)

- Pour un générateur standard :

$$R_{pn} = 84\%$$

$$R_{pint} = 77\%$$

- Pour un générateur à condensation :

$$R_{pn} = 90\%$$

$$R_{pint} = 83\%$$

Pour les installations récentes ou recommandées, les caractéristiques réelles des générateurs à air chaud sur les bases de données professionnelles peuvent être utilisées.

### 13.2.2.2 Radiateurs à gaz

$$QP_x = 1,04 * \frac{100 - R_{pn}}{R_{pn}} * Pn * x$$

- Pour les radiateurs à gaz neufs (à partir de 2006) :

$$\text{Si } Pn < 5kW : R_{pn} = 80\%$$

$$\text{Si } Pn \geq 5kW : R_{pn} = 82\%$$

- Pour les radiateurs à gaz anciens (avant 2006) :

$$\text{Si } Pn < 5kW : R_{pn} = 70\%$$

$$\text{Si } Pn \geq 5kW : R_{pn} = 73\%$$

### 13.2.2.3 Chaudières bois

Les chaudières au charbon sont traitées comme des chaudières bois bûche.

Le point de fonctionnement w des chaudières bois correspond à 50% de charge.

Entre 0 et 50% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{50} - 0,15 * QP_0] * x}{0,5} + 0,15 * QP_0$$

Entre 50 et 100% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{100} - QP_{50}] * x}{0,5} + 2 * QP_{50} - QP_{100}$$

$$QP_{50} = 0,5 * Pn * \frac{100 - R_{pint}}{R_{pint}}$$

$$QP_{100} = Pn * \frac{100 - R_{pn}}{R_{pn}}$$



Le tableau suivant donne les caractéristiques Rpn, Rpint et Qp0 en fonction des années de fabrication du générateur.

Générateurs Chauffage à combustion	Critère Pn (kW)	Pn (kW)	Rendements (PCI) Rpn (%)	Rendements (PCI) Rpint (%)	Qp0 (kW)
Chaudière bois bûche ou plaquette <1978	Pn≤70	Pn	$47 + 6\log P_n$	$48 + 6\log P_n$	$0,08 * P_n * (P_n)^{-0,27}$
	70<Pn≤400	70	58	59	1,8
	Pn>400				1,1
Chaudière bois bûche ou plaquette 1978-1994	Pn≤70	Pn	$47 + 6\log P_n$	$48 + 6\log P_n$	$0,07 * P_n * (P_n)^{-0,3}$
	70<Pn≤400	70	58	59	1,4
	Pn>400	70			0,8
Chaudière bois bûche ou plaquette 1995-2003	Pn≤70		$47 + 6\log P_n$	$48 + 6\log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70<Pn≤400	70	58	59	1,1
	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois bûche ou plaquette 2004-2012	Pn≤70		$57 + 6\log P_n$	$58 + 6\log P_n$	$0,085 * P_n *$
	70<Pn≤400	70	68	69	1,1
	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois bûche ou plaquette 2013-2017	Pn≤70		$67 + 6\log P_n$	$68 + 6\log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70<Pn≤400	70	78	79	1,1
	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois bûche ou plaquette 2018-2019	Pn≤70		$80 + 2\log P_n$	$77 + 3\log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70<Pn≤400	70	84	83	1,1
	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois bûche ou plaquette >2019	Pn≤20		$89 + 2\log P_n$	$84 + 2\log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	20<Pn≤70		$90 + 2\log P_n$	$85 + 2\log P_n$	
	70<Pn≤400	70	94	89	1,1
	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois granulés <1978	Pn≤70		$47 + 6\log P_n$	$48 + 6\log P_n$	$0,08 * P_n * (P_n)^{-0,27}$
	70<Pn≤400	70	58	59	1,8
	Pn>400	70			1,1
Chaudière bois granulés 1978-1994	Pn≤70		$47 + 6\log P_n$	$48 + 6\log P_n$	$0,07 * P_n * (P_n)^{-0,3}$
	70<Pn≤400	70	58	59	1,4
	Pn>400	70			0,8
Chaudière bois granulés 1995-2003	Pn≤70		$57 + 6\log P_n$	$58 + 6\log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70<Pn≤400	70	68	69	1,1
	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois granulés 2004-2012	Pn≤70		$67 + 6\log P_n$	$68 + 6\log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70<Pn≤400	70	78	79	1,1

	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois granulés 2013-2019	Pn≤70		$80 + 2\log P_n$	$77 + 3\log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70<Pn≤400	70	84	83	1,1
	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois granulés >2019	Pn≤20		$91 + 2\log P_n$	$88 + 2\log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	20<Pn≤70		$92 + 2\log P_n$	$89 + 2\log P_n$	
	70<Pn≤400	70	96	93	1,1
	Pn>400	70			0,5

Si l'année d'installation de la chaudière bois n'est pas connue, elle sera considérée par défaut correspondre à l'année de construction du bâtiment.

Les valeurs des bases de données professionnelles peuvent aussi être utilisées pour les chaudières récentes ou recommandées.

#### 13.2.2.4 Calcul des puissances nominales

Lorsque les puissances des générateurs à combustion individuels ne sont pas connues et pour les recommandations, il est possible d'en faire une estimation selon la méthode suivante :

$$P_{ch} = \frac{1,2 * GV * (19 - T_{base})}{1000 * 0,95^3}$$

Avec :

- P<sub>ch</sub> : puissance nominale du générateur pour le chauffage (kW)
- T<sub>base</sub> : température extérieure de base selon la zone climatique et l'altitude (°C) (voir paragraphe 18.1)
- GV : déperditions à travers l'enveloppe et par renouvellement d'air (W/K)

Dans le cas de la réalisation d'un DPE à l'échelle de l'appartement, et lorsque celui-ci est alimenté par une installation collective, le calcul de la puissance nominale du générateur collectif P<sub>ch<sub>immeuble</sub></sub> (kW) est :

$$P_{ch_{immeuble}} = \frac{1,2 * GV_{immeuble} * (19 - T_{base})}{1000 * 0,95^3}$$

Avec :

- GV<sub>immeuble</sub> : déperditions à travers l'enveloppe et par renouvellement d'air pour l'immeuble (W/K) :

$$GV_{immeuble} = GV_{appartement} * \frac{Sh_{immeuble}}{Sh_{appartement}}$$

- T<sub>base</sub> : température extérieure de base selon la zone climatique et l'altitude (°C) (voir paragraphe 18.1)

Dans le cas de la réalisation d'un DPE à l'échelle de l'appartement à partir des données de l'immeuble (voir §17.2.2), et lorsque le chauffage est individuel et géré de manière homogène, le calcul de la puissance nominale du générateur de chaque appartement P<sub>ch</sub> (kW) est :

$$P_{ch} = \frac{1,2 * \frac{GV}{N} * (19 - T_{base})}{1000 * 0,95^3}$$

Avec :

- Pch : puissance nominale du générateur pour le chauffage (kW)
- Tbase : température extérieure de base selon la zone climatique et l'altitude (°C) (voir paragraphe 18.1)
- GV : déperditions à travers l'enveloppe et par renouvellement d'air (W/K)
- N : nombre de logements dans l'immeuble

Si le générateur n'alimente qu'une partie du logement, il est nécessaire de proratiser cette puissance Pch.

Dans le cas de 2 générateurs alimentant pour le premier une surface Sh1 et pour le second une surface Sh2 (Sh1 + Sh2 = Sh avec Sh la surface du logement) :

$$Pch1 = \frac{Sh1}{Shtot} * \frac{1,2 * GV * (19 - Tbase)}{1000 * 0,95^3}$$

$$Pch2 = \frac{Sh2}{Shtot} * \frac{1,2 * GV * (19 - Tbase)}{1000 * 0,95^3}$$

Avec :

- Pch1 la puissance nominale du générateur pour le chauffage (kW) pour la surface Sh1
- Pch2 la puissance nominale du générateur pour le chauffage (kW) pour la surface Sh2

La puissance nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire (Pecs) dépend du type de production et donc du volume de stockage :

Type de production d'ECS	Volume de stockage (L)	Puissance de dimensionnement (kW)
Instantanée	$V_s = 0$	$P_{ecs} = 21$
Semi-instantanée	$0 < V_s \leq 20$	$P_{ecs} = 21 - 0,8 * V_s$
Semi-accumulation	$20 < V_s \leq 150$	$P_{ecs} = 5 - 1,751 * \frac{V_s - 20}{65}$
Accumulation	$150 < V_s$	$P_{ecs} = \frac{7,14 * V_s + 428}{1000}$

La puissance de dimensionnement du générateur est :

$$Pdim = \max(Pch ; Pecs)$$

La puissance nominale Pn (kW) des chaudières est déterminée à partir de Pdim :

	CHAUDIERES MURALES INSTALLEES avant 2005 ou chaudières sur sol	CHAUDIERES MURALES INSTALLEES à partir de 2006
Pdim (kW)	Pn (kW)	Pn (kW)
$\leq 5$	18	5
$5 < \leq 10$	18	10
$10 < \leq 13$	18	13
$13 < \leq 18$	18	18
$18 < \leq 24$	24	24
$24 < \leq 28$	28	28
$28 < \leq 32$	32	32
$32 < \leq 40$	40	40
$40 <$	$\left( \text{Partie entière} \left( \frac{Pdim}{5} \right) + 1 \right) * 5$	

Dans le cas d'un logement chauffé avec n radiateurs gaz, la puissance de chaque radiateur gaz est Pn (kW) tel que :

$$P_n = \frac{P_{ch}}{n}$$

### 13.2.3 Puissances moyennes fournies et consommées

On calcule les puissances fournies et consommées P<sub>fou<sub>x-fonc</sub></sub> et P<sub>cons<sub>x-fonc</sub></sub> (en kW) par un générateur au point de fonctionnement x de la façon suivante :

$$P_{fou_{x-fonc}} = P_x * coeff\_pond_{x\_final}$$

$$P_{cons_{x-fonc}} = P_{fou_{x-fonc}} * \frac{P_x + QP_x}{P_x}$$

$$P_x = P_n * Tch_{x\_final}$$

Les puissances moyennes fournies et consommées par un générateur s'exprime de la façon suivante :

$$P_{mfou} = \sum_{x=0\%}^{x=100\%} P_{fou_{x-fonc}}$$

$$P_{mfou} = P_5 * Coeff\_pond_{5\_final} + P_{15} * Coeff\_pond_{15\_final} + \dots + P_{95} * Coeff\_pond_{95\_final}$$

$$P_{mcons} = \sum_{x=0\%}^{x=100\%} P_{cons_{x-fonc}}$$

$$P_{mcons} = P_5 * Coeff\_pond_{5\_final} * \frac{P_5 + QP_5}{P_5} + P_{15} * Coeff\_pond_{15\_final} * \frac{P_{15} + QP_{15}}{P_{15}} + \dots + P_{85} * Coeff\_pond_{85\_final} * \frac{P_{85} + QP_{85}}{P_{85}} + P_{95} * Coeff\_pond_{95\_final} * \frac{P_{95} + QP_{95}}{P_{95}}$$

### 13.2.4 Rendement conventionnel annuel moyen de génération de chauffage

Une chaudière standard avec un condenseur sur ses fumées est traitée comme une chaudière condensation de même ancienneté :



$$Rg_{ch\_PCS} = \frac{P_{mfou}}{P_{mcons} + 0,45 * QP_0 + P_{veil}}$$

Avec :

- P<sub>veil</sub> : puissance de la veilleuse (kW)
- QP<sub>0</sub> : Pertes à l'arrêt (kW)

Pour le calcul des consommations, la conversion en PCI du rendement donne :

$$Rg_{ch\_PCI} = k_{PCS/PCI} * Rg_{ch\_PCS}$$

Avec :

- k<sub>PCS/PCI</sub> : coefficient de conversion en PCI / PCS (défini au §13.2.1.4)

## 14 Rendement des générateurs d'ECS

Données d'entrée :

Type de production

Puissance nominale

Rendement à pleine charge et à charge intermédiaire

Pertes à l'arrêt

Volume de stockage

Isolation de la distribution

Type de distribution

Température de distribution,

Type d'alimentation

### 14.1 Générateurs à combustion

La scénarisation conventionnelle de la production d'eau chaude sanitaire suppose une absence de consommation pendant 1 semaine au mois de décembre.

Il est donc considéré dans la suite de façon conventionnelle :

- Nombre annuel d'heures de fonctionnement de l'ECS = 1790h
- Nombre d'heures de vacances = 168h
- Durée de fonctionnement de l'ECS ramenée à la période de vacances = 105h

Les générateurs de production d'ECS ne sont pas maintenus en température.

#### 14.1.1 Production d'ECS seule instantanée par chauffe-eau gaz

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

$$R_g = \frac{1}{\frac{1}{R_{pn}} + \left(1790 * \frac{QP_0}{Becs}\right) + \left(6970 * \frac{P_{veil}}{Becs}\right)}$$

Avec :

- Becs : énergie annuelle à fournir par le générateur pour l'ECS en Wh
- P<sub>veil</sub> : puissance de la veilleuse (W)
- QP<sub>0</sub> : pertes à l'arrêt du générateur (W)
- R<sub>pn</sub> : rendement à pleine charge du générateur

Pour un chauffe-eau gaz, les valeurs de  $P_{veil}$ ,  $Q_{P0}$ ,  $R_{pn}$  sont données dans le tableau suivant :

Ancienneté	$P_n \leq 10 \text{ kW}$		$P_n > 10 \text{ kW}$		Puissance veilleuse en W (si veilleuse)
	Rendement (PCI) $R_{pn}$ (%)	$Q_{P0}$ en % puissance nominale $P_n$	Rendement (PCI) $R_{pn}$ (%)	$Q_{P0}$ en % puissance nominale $P_n$	
Avant 1981	70.0 %	4.0 %	70.0 %	4.0 %	150
1981-1989	75.0 %	2.0 %	75.0 %	2.0 %	120
1990-2000	81.0 %	1.2 %	82.0 %	1.2 %	120
2001-2015	82.0 %	1.0 %	84.0 %	1.0 %	100
Après 2015	82.0 %	1.0 %	84.0 %	0.6 %	

Les valeurs des bases de données professionnelles peuvent aussi être utilisées pour les équipements récents ou recommandés.

Pour les caractéristiques des autres générateurs, voir le paragraphe sur le rendement des générateurs à combustion.

#### 14.1.2 Production mixte par chaudière gaz, fioul, bois

$$R_g * R_s = \frac{1}{\frac{1}{R_{pn}} + \left( \frac{1790 * Q_{P0} + Q_{g,w}}{Becs} \right) + \left( 6970 * \frac{0,5 * P_{veil}}{Becs} \right)}$$

Avec :

- $Q_{P0}$  : pertes à l'arrêt de la chaudière (W)
- $Becs$  : énergie annuelle à fournir par le générateur pour l'ECS en Wh
- $R_{pn}$  : rendement à 100% de charge
- $Q_{g,w}$  : pertes de stockage (Wh)

#### 14.1.3 Accumulateur gaz

$$R_g * R_s = \frac{1}{\frac{1}{R_{pn}} + \frac{(8592 * Q_{P0} + Q_{g,w})}{Becs} + \left( 6970 * \frac{P_{veil}}{Becs} \right)}$$

Avec :

- $R_{pn}$  : rendement à 100% de charge
- $Becs$  : besoin annuel à fournir par le générateur pour l'ECS (Wh)
- $Q_{g,w}$  : pertes de stockage (Wh)
- $P_{veil}$  : puissance de la veilleuse (W)

- $Q_{P0}$  : pertes à l'arrêt de la chaudière (W) :

$$Q_{P0} = 1,5 * \frac{P_n}{100}$$

Les caractéristiques par défaut peuvent être retrouvées dans le tableau suivant :

Ancienneté	Type	R <sub>pn</sub> (rendement PCI à 100% de charge) %	Pveil (Puissance de la veilleuse) W
Avant 1990	Classique	81 %	200
1990-2000		84 %	150
Après 2000		84 %	150
1996-2000	A condensation	98 %	NA
Après 2000			

## 14.2 Chauffe-eau thermodynamique à accumulation

Les performances des chauffe-eau thermodynamiques sont définies par des COP qui dépendent du type d'installation et de la zone climatique. Le tableau suivant donne les caractéristiques par défaut des chauffe-eau thermodynamiques si les caractéristiques exactes des équipements ne peuvent pas être saisies. Les valeurs tabulées sont des données annuelles.

COP	Zone H1 et H2		
	Avant 2010	2010-2014	A partir de 2015
CET sur air extérieur ou ambiant (sur local non chauffé)	2	2,2	2,5
CET sur air extrait	2,3	2,5	2,8
PAC double service	2	2,1	2,3

COP	Zone H3		
	Avant 2010	2010-2014	A partir de 2015
CET sur air extérieur ou ambiant (sur local non chauffé)	2,3	2,5	2,8
CET sur air extrait	2,3	2,5	2,9
PAC double service	2,3	2,4	2,6

Pour le chauffe-eau thermodynamique, la performance des ballons est prise en compte dans le COP.

Ainsi :

$$I_{ecs} = \frac{1}{R_d * COP}$$

## 14.3 Réseau de chaleur

Les rendements de stockage et de génération sont remplacés par le rendement d'échange de la sous-station :

– si l'installation est isolée :  $R_s * R_g = 0,9$

– sinon :  $R_s * R_g = 0,75$

## 15 Calcul des consommations d'auxiliaires des installations de chauffage (Caux\_ch) et d'ECS (Caux\_ecs)

Les consommations des auxiliaires des installations de chauffage, de refroidissement et d'ECS sont la somme des consommations des auxiliaires de génération et de distribution.

Consommation des auxiliaires des installations de chauffage :

$$Caux_{ch} = Caux_{gen_{ch}} + Caux_{dist_{ch}}$$

Avec :

- Caux\_gen\_ch : consommation annuelle des auxiliaires de génération de l'installation de chauffage (Wh) :

$$Caux_{gen_{ch}} = Q_{aux_{g_{ch}}}$$

- Q<sub>aux\_g\_ch</sub> : consommation annuelle des auxiliaires de génération de l'installation de chauffage (Wh)

- Caux\_dist\_ch : consommation annuelle des auxiliaires de distribution de l'installation de chauffage (Wh)

Consommation des auxiliaires des installations d'ECS :

$$Caux_{ecs} = Caux_{gen_{ecs}} + Caux_{dist_{ecs}}$$

Avec :

- Caux\_gen\_ecs : consommation annuelle des auxiliaires de génération de l'installation d'ECS (Wh)

$$Caux_{gen_{ecs}} = Q_{aux_{g_{ecs}}}$$

- Q<sub>aux\_g\_ecs</sub> : consommation annuelle des auxiliaires de génération de l'installation d'ECS (Wh)

- Caux\_dist\_ecs : consommation annuelle des auxiliaires de distribution de l'installation d'ECS (Wh) :

$$Caux_{dist_{ecs}} = Q_{cir_{b}} + Q_{trac}$$

- Q<sub>cir\_b</sub> : consommation annuelle du circulateur de bouclage (Wh)
  - Q<sub>trac</sub> : consommation annuelle du traceur (Wh)

Les consommations des auxiliaires de distribution de chauffage et d'ECS sont prises nulles pour les installations individuelles en l'absence d'un circulateur externe au générateur.

Pour les installations de refroidissement, les consommations des auxiliaires de génération sont prises en compte dans le SEER (EER). Seules les consommations des auxiliaires de distribution sont donc à comptabiliser :

$$Caux_{fr} = Caux_{dist_{fr}}$$

Avec :

- Caux\_dist\_fr : consommation annuelle des auxiliaires de distribution de l'installation de refroidissement (Wh)



## 15.1 Consommation des auxiliaires de génération

Les consommations des auxiliaires des générateurs de chauffage et d'ECS sont calculées annuellement.

Détermination des puissances par défaut des auxiliaires :

$$P_{aux\_g} = G + H * P_n \quad (W)$$

Dans cette équation :

- pour les chaudières gaz ou fioul : si  $P_n > 400$  kW alors  $P_n = 400$  kW
- pour les générateurs d'air chaud : si  $P_n > 300$  kW alors  $P_n = 300$  kW
- pour les chaudières bois : si  $P_n > 70$  kW alors  $P_n = 70$  kW

Avec pour G et H les valeurs tabulées suivantes selon le type d'équipements :

	G (W)	H (W/kW)
Chaudière au gaz ou au fioul	20	1,6
Chaudière bois atmosphérique	0	0
Chaudière bois assistée par ventilateur	73,3	10,5
Générateurs d'air chaud	0	4
Radiateurs gaz	40	0
Chauffe-eau gaz	0	0
Accumulateur gaz	0	0

Les consommations des auxiliaires de génération sont nulles dans les cas suivants ( $Q_{aux\_g} = 0$ ) :

- Pour les installations avec une production de chaleur (chauffage et/ou ECS) par PAC, les consommations des auxiliaires de génération sont prises en compte dans le SCOP (COP). Elles seront donc ignorées.
- Pour les installations avec une production de chaleur (chauffage et/ou ECS) par un réseau de chaleur urbain, les consommations des auxiliaires de génération sont prises conventionnellement nulles.

### 15.1.1 Consommation des auxiliaires de génération de chauffage

La consommation annuelle des auxiliaires de génération  $Q_{aux\_g\_ch}$  (Wh) est :

$$Q_{aux\_g\_ch} = \frac{P_{aux\_g\_ch} * Bch\_g}{P_{n\_ch}}$$

Avec :

- $P_{n\_ch}$  : puissance nominale du générateur de l'installation de chauffage (W)
- $P_{aux\_g\_ch}$  : puissance des auxiliaires de génération de l'installation de chauffage (W)
- $Bch\_g$  : besoin annuel d'énergie assuré par le générateur pour le chauffage (Wh)

Par exemple dans les cas où le générateur n'assure pas 100% du besoin, seule la part du besoin qu'il couvre est prise en compte.

## 15.1.2 Consommation des auxiliaires de génération d'ECS

La consommation annuelle  $Q_{aux\_g\_ecs}$  (Wh) des auxiliaires de génération est :

$$Q_{aux\_g\_ecs} = \frac{P_{aux\_g\_ecs} * B_{ecs\_g}}{P_{n\_ecs}}$$

Avec :

- $P_{n\_ecs}$  : puissance nominale du générateur de l'installation d'ECS (W)
- $P_{aux\_g\_ecs}$  : puissance des auxiliaires de génération de l'installation d'ECS (W)
- $B_{ecs\_g}$  : besoin d'énergie annuel assuré par le générateur pour la production d'ECS (Wh)

Par exemple dans les cas où le générateur n'assure pas 100% du besoin, seule la part du besoin qu'il couvre est prise en compte.

## 15.2 Consommation des auxiliaires de distribution

### 15.2.1 Puissance des circulateurs de chauffage

- Pertes de charge du réseau (kPa) :

$$\Delta P_{emnom} = 0,15 * L_{em} + \Delta P_{em}$$

Avec :

- 0,15 kPa/m de pertes de charge linéaires
- $L_{em}$  : la longueur du réseau le plus défavorisé (m)
- $\Delta P_{em}$  : la perte de charge de l'émetteur (kPa) :

Type d'émetteur	$\Delta P_{em}$ (en kPa) en chaud
Radiateurs	30 si boucle monotube 10 sinon
Plancher/plafond chauffant	15
Autres cas	35

- Calcul de la longueur du réseau le plus défavorisé :

$$L_{em} = 5 * F_{cot} * \left[ Niv\_inst\_ch + \left( \frac{Sh}{Niv\_inst\_ch} \right)^{0,5} \right]$$

Avec :

- $Niv\_inst\_ch$  : le nombre de niveaux desservis par l'installation de chauffage
- $Sh$  : surface habitable du bâtiment (m²)

	$F_{cot}$
Emetteur	Chauffage
Plancher	0,156
Autre	0,802

En présence de plusieurs types d'émetteurs, le coefficient  $F_{cot}$  le plus défavorable sera pris, c'est-à-dire pour l'émetteur « Autre ».

- Calcul de la puissance du circulateur (W)

$$P_{circem} = \max \left( 30 ; 6,44 * \left( \Delta P_{emnom} * \frac{qv_{emnom}}{\max \left( 1 ; \frac{Sh}{400} \right)} \right)^{0,676} * \max \left( 1 ; \frac{Sh}{400} \right) \right)$$

Avec :

- Le débit nominal du circulateur  $qv_{emnom}$  (m³/h) en mode chaud étant donné par les formules ci-dessous :

$$qv_{emnom}(chaud) = \frac{P_{nc} * rat}{1,163 * \delta\theta_{dim}}$$

- $\delta\theta_{dim}$  : chute nominale de température de dimensionnement :

Température de distribution de chauffage	$\delta\theta_{dim}$
Moyenne / Basse	7,5°C
Haute	15°C

- $rat$  : ratio du besoin couvert par l'équipement

- $P_{nc}$  : puissance nominale en chaud (kW) :

$$P_{nc} = 10^{-3} * (GV) * (20 - T_{base})$$

- $T_{base}$  : température de base (°C)
- $GV$  correspond aux déperditions par l'enveloppe définies au paragraphe 3

### 15.2.2 Consommation des auxiliaires de distribution de chauffage

$$Caux_{dist\_ch} = P_{circem\_ch} * Nref$$

Avec :

- $Caux_{dist\_ch}$  : consommation annuelle des auxiliaires de distribution de chauffage (Wh)
- $P_{circem\_ch}$  : puissance du circulateur de l'installation de chauffage (W)
- $Nref$  : nombre d'heures annuel de chauffage (voir paragraphes 18.2 et 18.3)

### 15.2.3 Consommation des auxiliaires de distribution d'ECS

Les consommations des auxiliaires de distribution pour une installation d'ECS individuelle sont nulles.

Les pertes de distribution (kWh) sont données par :

$$Q_{d,w_{ind},vc,j} = \frac{0,5 * Lvc}{Sh} * Becs_j$$

$$Q_{d,w_{col},vc,j} = 0,112 * Becs_j$$

$$Q_{d,w_{col},hvc,j} = 0,028 * Becs_j$$

Avec :

- $Q_{d,w_{ind},vc,j}$  : pertes de distribution individuelle en volume chauffé pour le mois j (Wh)
- $Q_{d,w_{col},vc,j}$  : pertes de distribution collective en volume chauffé pour le mois j (Wh)
- $Q_{d,w_{col},hvc,j}$  : pertes de distribution collective hors volume chauffé pour le mois j (Wh)
- $Becs_j$  : besoin annuel d'eau chaude sanitaire pour le mois j (Wh)
- $Lvc$  : longueur du réseau d'ECS en volume chauffé :

$$Lvc = 0,2 * Sh * Rat_{ecs}$$

- $Rat_{ecs}$  : part du besoin d'eau chaude assurée par le générateur :
  - Si 2 systèmes de production d'ECS sont considérés (voir paragraphe 11.4) :  $Rat_{ecs} = 0,5$
  - Sinon :  $Rat_{ecs} = 1$

Pour une installation d'ECS collective, aux consommations d'auxiliaires du générateur, il faut ajouter celles éventuelles du bouclage ou du traçage de l'ECS :

- La prise en compte du bouclage pour l'ECS se fait toujours à l'échelle de l'immeuble pour une installation collective; Dans le cas d'un appartement alimenté par une installation collective d'ECS, les pertes de distribution de l'immeuble nécessaires au calcul des consommations de bouclage sont obtenues en multipliant les pertes de distribution de l'appartement par le rapport de la SHAB de l'immeuble à la SHAB de l'appartement.

Débit au départ de la boucle (m<sup>3</sup>/h) pour une chute de température de 5°C pour le mois j :

$$q_{d,w,j} = \frac{Q_{d,w,j}}{5,815 * Nh_{puisage,j}}$$

Avec :

- $Nh_{puisage,j}$  : nombre d'heures de puisage pour le mois j (h)

$$Nh_{puisage,j} = nj_j * 5$$

On a en effet puisage d'eau chaude sanitaire entre 7h et 9h ; 18h et 19h ; 20h et 22h, soit 5h par jour.

- $nj_j$  : Nombre de jours d'occupation sur le mois j (voir paragraphe 11.1)
- $Q_{d,w,j}$  : pertes de distribution pour le mois j (Wh) :

$$Q_{d,w,j} = Q_{d,w_{ind},vc,j} + Q_{d,w_{col},vc,j} + Q_{d,w_{col},hvc,j}$$

La longueur par défaut du bouclage d'ECS  $L_b$  (en m) est donnée par :

$$L_b = 4 * \sqrt{\frac{Sh}{Niv_{inst\_ecs}}} + 6 * (Niv_{inst\_ecs} - 0,5)$$

Avec :

- $Niv\_inst\_ecs$  : nombre de niveaux entre la génération et l'appartement le plus haut desservi
- $Sh$  : surface habitable des logements desservis par l'installation d'ECS

La perte de charge dans le bouclage (kPa) est alors :

$$\Delta p_b = 0,2 * L_b + 10$$

La puissance hydraulique du bouclage pour le mois j (W) est :

$$P_{hyd,j} = \frac{q_{d,w,j} * \Delta p_b}{3,6}$$

L'efficacité du circulateur pour le mois j est :

$$Eff_{cir_b,j} = \frac{P_{hyd,j}^{0,324}}{15,3}$$

La puissance électrique du circulateur pour le mois j (W) est :

$$P_{cir_b,j} = \max\left(20; \frac{P_{hyd,j}}{Eff_{cir_b,j}}\right)$$

La consommation électrique des circulateurs sur une heure (Wh/h) pour le mois j est :

$$Q_{cir_b,j} = P_{cir_b,j}$$

La consommation mensuelle du circulateur de bouclage (Wh) est donnée par :

$$Q_{cir_b,j} = Nh_{puisage,j} * P_{cir_b,j} + (Nh_{mois,j} - Nh_{puisage,j}) * 20$$

Avec :

- $Nh_{mois,j}$  : nombre d'heure dans le mois j (h)
- 20 W la puissance appelée lorsqu'il n'y a pas puisage d'eau chaude sanitaire

$$Nh_{mois,j} = nj_j * 24$$

La consommation annuelle circulateur de bouclage (Wh) est donnée par :

$$Q_{cir_b} = \sum_j Q_{cir_b,j}$$

Dans le cas d'un DPE appartement, la consommation annuelle du circulateur de bouclage pour l'appartement est obtenue en multipliant la consommation annuelle du circulateur de bouclage de l'immeuble par le rapport de la SHAB de l'appartement à la SHAB de l'immeuble.

- Prise en compte du traçage pour l'ECS :

$$Q_{trac} = \sum_j Q_{d,w_{col},vc,j} + Q_{d,w_{col},hvc,j}$$

La consommation annuelle du traceur (Wh) est :

$$Q_{trac} = 0,14 * Becs$$

Avec :

- Becs : besoin annuel d'eau chaude sanitaire (Wh)

Les auxiliaires des installations d'ECS solaire ne sont pas pris en compte.

## 16 Calcul de la consommation d'éclairage et de la production d'électricité

### 16.1 Consommation d'éclairage (Cecl)

La consommation d'éclairage est forfaitaire dans les bâtiments d'habitation. La puissance d'éclairage conventionnelle est prise égale à 1,4 W/m<sup>2</sup>.

Consommation d'éclairage conventionnelle (kWh/m<sup>2</sup>) :

$$Cecl = \sum_j Cecl_j$$

$$Cecl_j = \frac{C * Pecl * Nh_j}{1000}$$

Avec :

- C : coefficient correspondant au taux d'utilisation de l'éclairage en l'absence d'éclairage naturel. Il prend la valeur de 0,9 pour une commande de l'éclairage par interrupteur (considéré dans les logements).
- Pecl : puissance d'éclairage conventionnelle, égale à 1,4 W/m<sup>2</sup>
- Nh<sub>j</sub> : nombre d'heures de fonctionnement de l'éclairage sur le mois j (h)

Pour chaque zone climatique, les heures de lever et de coucher du soleil sont croisées avec les heures d'occupation où l'éclairage peut être nécessaire. Il en ressort pour chaque zone climatique et pour chaque mois le nombre moyen d'heure d'éclairage journalier :

	Nbr moyen d'heures d'éclairage par jour							
Mois	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	7	6	6	7	7	6	6	6
Février	6	6	6	6	6	6	6	6
Mars	5	5	5	5	5	5	5	5
Avril	3	3	3	3	3	4	4	4
Mai	2	2	2	2	2	2	2	2
Juin	1	1	1	1	1	2	2	2
Juillet	1	1	2	1	2	2	2	2
Aout	3	3	3	3	3	3	3	3
Septembre	4	4	4	4	4	5	5	4
Octobre	6	6	6	6	6	6	6	6
Novembre	6	6	6	6	6	6	6	5

Décembre	7	6	6	7	7	6	6	6
----------	---	---	---	---	---	---	---	---

Ainsi, le nombre d'heures de fonctionnement de l'éclairage sur le mois j est :

	Nbr moyen d'heures d'éclairage par mois : Nh <sub>j</sub>							
Mois	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	217	186	186	217	217	186	186	186
Février	168	168	168	168	168	168	168	168
Mars	155	155	155	155	155	155	155	155
Avril	90	90	90	90	90	120	120	120
Mai	62	62	62	62	62	62	62	62
Juin	30	30	30	30	30	60	60	60
Juillet	31	31	62	31	62	62	62	62
Aout	93	93	93	93	93	93	93	93
Septembre	120	120	120	120	120	150	150	120
Octobre	186	186	186	186	186	186	186	186
Novembre	180	180	180	180	180	180	180	150
Décembre	168	144	144	168	168	144	144	144
Total	1500	1445	1476	1500	1531	1566	1566	1506

## 16.2 Production d'électricité

Seule la production d'électricité renouvelable par des capteurs photovoltaïques est prise en compte. Cependant, la présence de production d'électricité éolienne ou par cogénération devra être mentionnée.

La production d'électricité par des capteurs photovoltaïques Ppv (en kWh/m²) s'exprime de la manière suivante :

$$Ppv = \sum_j Ppv_j$$

$$Ppv_j = \sum_i \frac{k_i * Scapteurs_i * r * Epv_j * C}{Sh}$$

Avec :

- Scapteurs<sub>i</sub> : surface des panneaux photovoltaïques i orientés et inclinés de la même manière (m²)  
Si la surface des panneaux n'est pas connue et ne peut être mesurée : Scapteurs<sub>i</sub> = 1,6 \* Nm  
Avec :
  - 1,6 : surface par défaut d'un module photovoltaïque (m²)
  - Nm : nombre de modules.
- r : rendement moyen des modules = 17%
- Epv<sub>j</sub> : ensoleillement en kWh/m² pour le mois j (voir partie 18.2)
- C : coefficient de perte = 0,86
- k<sub>i</sub> : coefficient de pondération prenant en compte l'altération par rapport à l'orientation optimale (30° au Sud) des panneaux photovoltaïques i :

$k_i$	Inclinaison des panneaux photovoltaïques par rapport à l'horizontale			
	$\leq 15^\circ$	$15^\circ < \leq 45^\circ$	$45^\circ < \leq 75^\circ$	$> 75^\circ$
Est	1	0,96	0,83	0,59
Sud-Est	1	1,03	0,94	0,71
Sud	1	1,07	0,97	0,73
Sud-Ouest	1	1,03	0,94	0,71
Ouest	1	0,96	0,83	0,59

Dans le cas d'un appartement dans un immeuble équipé d'une installation collective de PV, la surface de capteurs à associer à l'appartement est proratisée par rapport à la surface habitable de l'immeuble.

De façon forfaitaire, une part de la production de photovoltaïque est considérée autoconsommée. Cette production d'électricité autoconsommée est déduite de la consommation d'énergie finale électrique utilisée pour le calcul des étiquettes énergie et gaz à effet de serre.

La part d'énergie photovoltaïque autoconsommée annuellement est déterminée de la façon suivante :

$$Celec_{ac} = Celec_{tot} * Tap$$

Avec :

- $Celec_{ac}$  : électricité photovoltaïque autoconsommée (kWhcf/(m<sup>2</sup>.an))
- $Celec_{tot}$  : consommation totale annuelle d'électricité pour les 5 usages réglementaires et les usages mobiliers (kWhcf/(m<sup>2</sup>.an)) (voir ci-dessous)
- $Tap$  : taux d'autoproduction, correspondant au rapport entre la production d'électricité autoconsommée et la consommation d'énergie (tous usages) du bâtiment (%) :

$$Tap = \frac{1}{\frac{1}{Tcv} + \frac{1}{Tapl}}$$

$$Tcv = \frac{Ppv}{Celec_{tot}}$$

- $Tcv$  : taux de couverture, correspondant au ratio entre la production totale du site et la consommation annuelle tous usages (%)
- $Ppv$  : production totale d'électricité photovoltaïque (kWhcf/(m<sup>2</sup>.an))
- $Tapl$  : coefficient de calage représentant le taux d'auto-production maximum pouvant être atteint lorsque la production d'électricité renouvelable augmente :

$$Tapl = \frac{\sum_i Tapl_i * Celec_{tot\_i}}{Celec_{tot}}$$

Avec :

$$Celec_{tot} = \sum_i Celec_{tot\_i}$$

□ Chauffage :



Celec\_tot\_ch : consommation annuelle d'électricité pour le chauffage, y compris les auxiliaires de génération (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an)) :

$$Celec\_tot\_ch = Celec\_ch + Caux\_gen\_ch$$

- Celec\_ch : consommation annuelle d'électricité pour le chauffage, hors la consommation des auxiliaires de génération (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))
- Caux\_gen\_ch : consommation annuelle d'électricité pour les auxiliaires de génération de l'installation de chauffage (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))

□ Refroidissement :

Celec\_tot\_ref : consommation annuelle d'électricité pour le refroidissement (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))

□ ECS :

Celec\_tot\_ecs : consommation annuelle d'électricité pour l'ECS (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))

- Caux\_gen\_ecs : consommation annuelle d'électricité pour les auxiliaires de génération de l'installation d'ECS (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))
- Celec\_ecs : consommation annuelle d'électricité pour l'ECS, hors la consommation des auxiliaires de génération (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))

□ Eclairage :

Celec\_tot\_ecl : Consommation annuelle d'électricité pour l'éclairage (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))

□ Auxiliaires de ventilation :

Celec\_tot\_aux\_vent : consommation annuelle d'électricité pour les auxiliaires de ventilation (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))

□ Auxiliaires de distribution :

Celec\_tot\_aux\_dist : consommation annuelle d'électricité pour les auxiliaires de distribution (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an)) :

$$Celec\_tot\_aux\_dist = Caux\_dist\_ch + Caux\_dist\_fr + Caux\_dist\_ecs$$

- Caux\_dist\_ch : consommation annuelle d'électricité pour les auxiliaires de distribution de l'installation de chauffage (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))
- Caux\_dist\_fr : consommation annuelle d'électricité pour les auxiliaires de distribution de l'installation de refroidissement (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))
- Caux\_dist\_ecs : consommation annuelle d'électricité pour les auxiliaires de distribution de l'installation d'ECS (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an))

□ Autres usages :

Celec\_tot\_au : consommation annuelle d'électricité pour les autres usages (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an)) :

$$Celec\_tot\_au = Ccom\_ecl + Cum$$

- Ccom\_ecl : consommation annuelle d'éclairage des parties communes en logement collectif (kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an)) :
  - En maison individuelle : Ccom\_ecl = 0

- En immeuble collectif :  $C_{com\_ecl} = 1,1 \text{ kWhef}/(\text{m}^2.\text{an})$
- Cum : consommation annuelle d'électricité des usages mobiliers ( $\text{kWhef}/(\text{m}^2.\text{an})$ )

	Cum ( $\text{kWhef}/(\text{m}^2.\text{an})$ )
Maison individuelle	29
Immeuble collectif	27

- Taplp\_i : valeur d'autoproduction partielle pour l'usage de l'électricité i :

Usage de l'électricité i	Taplp_i
Chauffage	0,02
Refroidissement	0,25
ECS	0,05
Eclairage	0,05
Auxiliaires de ventilation	0,50
Auxiliaires de distribution	0,10
Autres usages	0,45

Si un usage n'est pas électrique :  $\text{Taplp}_i = 0$

L'électricité « autoconsommée »  $\text{Celec}_{ac}$  est répartie conventionnellement par usage de l'électricité i au prorata des valeurs  $\text{Taplp}_i$  et  $\text{Celec}_{tot\_i}$  :

$$\text{Celec}_{ac\_i} = \text{Celec}_{ac} * \frac{\text{Taplp}_i * \text{Celec}_{tot\_i}}{\text{Tapl} * \text{Celec}_{tot}}$$

$\text{Celec}_{ac\_i}$  : électricité autoconsommée pour l'usage de l'électricité i ( $\text{kWhef}/(\text{m}^2.\text{an})$ )

## 17 DPE dans le collectif

### 17.1 Génération d'un DPE à l'immeuble collectif d'habitation

#### 17.1.1 Collecte des données d'entrée

##### 17.1.1.1 Règles d'échantillonnage

La réalisation d'un DPE sur un immeuble collectif d'habitation nécessite la visite de l'ensemble des logements du bâtiment pour la détermination des caractéristiques des installations dans chaque logement.

A défaut de pouvoir visiter l'ensemble des appartements, le diagnostiqueur établit le DPE de l'immeuble sur la base de la visite d'un échantillon de logements. La description de l'enveloppe et des équipements au niveau de l'immeuble sera obtenue par extrapolation à partir des données relevées dans l'échantillon.

Il est obligatoire que soient visités a minima :

- Un logement de chaque typologie (T1, T2, T3...) ;
- Un logement sur chaque type de plancher (sous-sol, vide sanitaire, terre-plein...) ;
- Un logement en étage intermédiaire ;

- Un logement sous chaque type de toiture (combles perdus, toiture terrasse, combles aménagés...).

La visite de ces logements permet de déterminer les dimensions de chaque format de menuiseries. Si sur certains formats de menuiseries les caractéristiques sont différentes, alors le ratio de chaque type de menuiseries de ce format sera extrapolé à l'ensemble des menuiseries de l'immeuble ayant le même format.

En plus de l'application des règles ci-dessus, pour un immeuble de plus de 30 logements, le nombre d'appartement visités doit être :

- Pour un immeuble de 31 à 100 logements : au minimum un nombre de logements supérieur ou égal à 10% du nombre total d'appartements de l'immeuble ;
- Pour un immeuble de plus de 100 logements : au minimum 10 logements et un nombre de logements supérieur ou égal à 5% du nombre total d'appartements de l'immeuble.

A des fins de traçabilité, les logements visités seront précisés dans la fiche technique du DPE. Ils constituent un échantillon considéré représentatif du bâtiment.

Le diagnostiqueur vérifiera sur cet échantillon la cohérence des informations communiquées par le propriétaire ou le syndic de copropriété. Si le descriptif communiqué par le syndic de copropriété ou le propriétaire est validé par les relevés faits sur l'échantillon de logements, alors le diagnostiqueur pourra l'utiliser pour la réalisation du DPE sur l'immeuble. En cas d'inexactitudes sur certaines données dans un logement, le diagnostiqueur devra visiter deux autres logements de même type. L'objectif étant de s'assurer de la représentativité de l'échantillon.

Le recours à l'échantillonnage est nécessaire en l'absence de visite de tous les appartements pour déterminer les équipements des logements et éventuellement les caractéristiques des menuiseries.

#### 17.1.1.2 Cas particulier : immeuble détenu par un propriétaire unique certifiant que tous les appartements font l'objet d'une gestion homogène

On entend par immeuble géré de manière homogène :

- Un immeuble appartenant à un propriétaire unique attestant de la présence de systèmes (installations de chauffage, de refroidissement, de production d'ECS et de ventilation) et menuiseries similaires dans l'ensemble des logements ;
- La puissance des équipements ne fait pas partie du critère d'homogénéité.

Dans le cas d'un immeuble géré de manière homogène :

- Les données d'entrée déclarées par le propriétaire peuvent être directement utilisées pour le calcul ;
- Le diagnostiqueur doit toutefois vérifier l'exactitude des données déclarées par le propriétaire par les relevés effectués sur l'échantillon de logements visités.

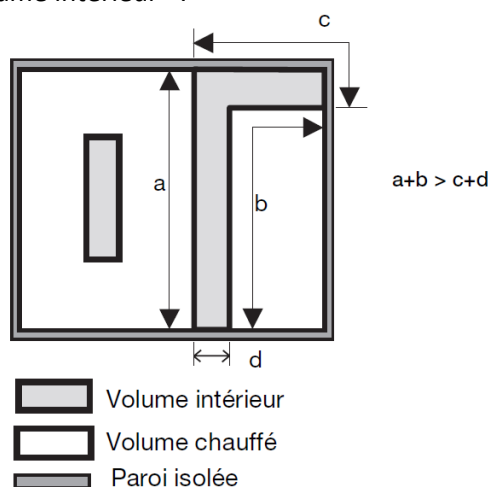
En cas de non-conformité constatée par le diagnostiqueur, le descriptif fourni par le propriétaire devra être corrigé et l'échantillon d'appartements visités sera élargi (visite d'au moins 2 appartements supplémentaires de même typologie que l'appartement sur laquelle a été relevée l'anomalie).

#### 17.1.1.3 Caractérisation des espaces communs en volume chauffé ou non chauffé

Pour caractériser les espaces communs (couloirs, escaliers, ... en gris sur le schéma ci-après) en volume chauffé ou en volume non chauffé, les règles suivantes doivent être appliquées :

Tout d'abord, un « volume intérieur » est un local horizontal ou vertical, dépourvu de parois donnant sur l'extérieur à l'exception de celles ayant le même niveau d'isolation que les parois de même type du bâtiment<sup>1</sup> et dont le linéaire donnant sur l'extérieur ou sur des locaux non chauffés (c+d) est inférieure à celui donnant sur des locaux chauffés (a+b).

Dans le cas où (c+d) n'est pas isolé, ou dans le cas où les planchers bas ou hauts des espaces communs donnent sur l'extérieur seront considérés hors « volume intérieur ».



*Schéma vue de dessus permettant de caractériser la notion de volume intérieur*

- Sont considérés comme chauffés, les « volumes intérieurs » qui ne possèdent pas d'ouvertures permanentes sur l'extérieur (trappe, gaine de désenfumage) et dont les accès vers l'extérieur et vers des locaux non chauffés ou à occupation discontinue sont respectivement munis de sas et de dispositifs de fermeture automatique, ainsi que les espaces équipés d'émetteurs ;
- Sont considérés comme non chauffés, les « volumes intérieurs » ne répondant pas au moins à une des conditions ci-dessus.

Si l'isolation n'est pas connue, et que le bâtiment a été construit avant 1974, il faut considérer que (c+d) n'est pas isolé, et donc que les espaces communs ne sont pas intégrés au « volume intérieur ».

### 17.1.2 Définition d'un appartement « moyen »

L'exploitation des données issues de l'échantillonnage passe par la définition d'un appartement moyen de l'immeuble de surface  $Sh_{moy}$  :

$$Sh_{moy} = \frac{Sh}{Nb_{lgt}}$$

Avec :

- $Sh$  : surface habitable totale de l'immeuble (m<sup>2</sup>)
- $Nb_{lgt}$  : nombre de logements de l'immeuble

La surface de cet appartement ne dépend pas de la taille des appartements visités. Cet appartement « moyen » sera par la suite utilisé dans le cas où le chauffage, le refroidissement ou l'ECS est produit individuellement.

La réalisation de l'échantillonnage permet après extrapolation de connaître le nombre d'appartements « moyens » équipés d'un type d'installation : par exemple, dans un immeuble de 101 logements dans lequel 10 logements sont

<sup>1</sup> les baies vitrées ne respectant pas cette exigence ne doivent pas dépasser 8 % de la surface totale des parois du « volume intérieur » donnant sur l'extérieur

visités (4 installations de chauffage de type A, 6 installations de chauffage de type B), on aura  $\frac{4}{10} * 101$  logements « moyens » équipés de l'installation de type A et  $\frac{6}{10} * 101$  logements « moyens » équipés de l'installation B au niveau de l'immeuble.

Ces appartements « moyens » équipés d'un même type d'installation sont appelés sous ensemble de l'immeuble. Un appartement peut donc appartenir à plusieurs sous ensemble selon l'installation considérée.

A chaque appartement « moyen », on associe les caractéristiques du type de système observé, ainsi que le nombre d'appartements de l'échantillon équipé de ce type de système. Les caractéristiques des équipements ( $P_n$ ,  $Q_{P0}$ ,  $R_{Pn}$ ,  $R_{Pint}$ ,  $P_{veil}$ ,  $P_{aux}$ , ...) feront l'objet d'une moyenne pondérée qui sera ensuite multipliée au rapport de la surface de l'appartement « moyen » sur la surface moyenne des appartements de l'échantillon équipés de ce type de système pour déterminer le système équipant l'appartement « moyen » :

$$Pn_{pond\_systeme\_i} = \frac{\sum_j Pn_{systeme\_i,appartement\_j} * Sh_{systeme\_i,appartement\_j}}{\sum_j Sh_{systeme\_i,appartement\_j}}$$

$$Pn_{moy\_systeme\_i} = Pn_{pond\_systeme\_i} * \frac{Sh_{moy}}{Sh_{moy\_systeme\_i}}$$

Avec :

- $Pn_{moy\_systeme\_i}$  : Puissance nominale de l'appartement moyen équipé du système i
- $Pn_{pond\_systeme\_i}$  : Puissance nominale pondérée pour les système i de l'échantillon
- $Pn_{systeme\_i,appartement\_j}$  : Puissance du système i installé dans l'appartement j
- $Sh_{systeme\_i,appartement\_j}$  : Surface habitable de l'appartement j équipé du système i
- $Sh_{moy\_systeme\_i}$  : Surface habitable moyenne des appartements de l'échantillon équipés d'un système i :

$$Sh_{moy\_systeme\_i} = \frac{\sum_j Sh_{systeme\_i,appartement\_j}}{Nb_{lgt\_systeme\_i}}$$

- $Nb_{lgt\_systeme\_i}$  : Nombre de logements de l'échantillon visité équipés du système i

Les appartement j sont des appartements de l'échantillon visité.

### 17.1.3 Calcul des consommations d'ECS

#### 17.1.3.1 Calcul du besoin d'ECS de l'immeuble

Le calcul du besoin d'ECS s'effectue à l'échelle de l'immeuble, à partir de la surface habitable totale et du nombre d'appartements de l'immeuble (voir paragraphe 11.1).

#### 17.1.3.2 Calcul des consommations d'ECS

Le calcul des consommations d'ECS dépend du type d'installation (individuelle ou collective).

Si le système de production d'ECS est collectif :

La consommation d'ECS totale de l'immeuble est calculée à partir du besoin d'ECS de l'immeuble et des caractéristiques de l'installation collective (voir paragraphe 11.2).

Si le système de production d'ECS est individuel :

Le calcul des consommations d'ECS est effectué sur la base d'un appartement « moyen », défini au paragraphe 17.1.2.

Les consommations d'ECS sont calculées à partir du besoin d'ECS de l'appartement « moyen » (obtenu en multipliant le besoin d'ECS de l'immeuble par le rapport de la surface habitable de l'appartement « moyen » à celle de l'immeuble, ce qui revient à diviser le besoin d'ECS de l'immeuble par le nombre de logements de l'immeuble  $N_{b_{igt}}$ ) et des caractéristiques de l'installation individuelle considérée.

Les consommations obtenues pour chaque appartement « moyen » sont ensuite multipliées par le nombre d'appartements équipés du type de système considéré dans l'immeuble, puis additionnées afin d'obtenir la consommation totale d'ECS de l'immeuble.

## 17.1.4 Calcul des consommations de chauffage

### 17.1.4.1 Calcul du besoin de chauffage de l'immeuble (hors pertes récupérées)

Le calcul du besoin de chauffage BV (hors pertes récupérées) s'effectue à l'échelle de l'immeuble :

- L'enveloppe globale de l'immeuble est considérée pour le calcul, en tenant compte ou non des espaces communs dans le volume chauffé, selon les cas (voir paragraphe 17.1.1.3) ;
- Les caractéristiques des menuiseries observées sur l'échantillon des appartements visités sont extrapolées à l'immeuble :
  - Pour un motif donné (dimensions) de menuiserie, le ratio des caractéristiques différentes observées sur l'échantillon est extrapolé à l'ensemble des fenêtres de même motif de l'immeuble ;
- Le calcul des apports solaires s'effectue à l'échelle de l'immeuble.

### 17.1.4.2 Calcul des pertes récupérées pour le chauffage et de la consommation de chauffage

La connaissance des GV et des pertes récupérées permettent de calculer le besoin de chauffage et de refroidissement à l'échelle de l'immeuble.

Le calcul des pertes récupérées pour le chauffage dépend du type de chauffage et de production d'ECS.

#### Si le chauffage est collectif et la production d'ECS est collective :

Les pertes de génération de chauffage et les pertes de stockage d'ECS ne sont pas récupérées pour le chauffage.

Le calcul des pertes de distribution d'ECS récupérées pour le chauffage est réalisé pour l'immeuble selon les modalités détaillées dans la méthode de calcul. Il permet d'obtenir le besoin de chauffage  $B_{ch}$  de l'immeuble (incluant les pertes récupérées).

La consommation de chauffage totale de l'immeuble est calculée à partir du besoin de chauffage de l'immeuble et des caractéristiques de l'installation collective.

#### Si le chauffage est collectif et la production d'ECS est individuelle :

Les pertes de génération de chauffage ne sont pas récupérées pour le chauffage.

Le calcul des pertes de stockage d'ECS et de distribution d'ECS récupérées pour le chauffage est réalisé à l'immeuble. Il permet d'obtenir le besoin de de chauffage  $B_{ch}$  de l'immeuble.

La consommation de chauffage totale de l'immeuble est calculée à partir du besoin de chauffage de l'immeuble et des caractéristiques de l'installation collective.

#### Si le chauffage est individuel et la production d'ECS est collective :

Les pertes de stockage d'ECS ne sont pas récupérées pour le chauffage.

Le calcul des pertes de distribution d'ECS récupérées pour le chauffage est effectué à l'échelle de l'immeuble.

Le calcul des pertes de génération de chauffage récupérées pour le chauffage est réalisé à l'échelle d'un appartement « moyen ». Les pertes de génération de chauffage de chaque système considéré sont ensuite multipliées par le nombre d'appartements équipés du type de système. L'ensemble des résultats obtenus grâce à ce calcul est ensuite sommé pour obtenir les pertes de génération de chauffage récupérées pour le chauffage de l'immeuble.

$$Q_{gen\_rec\_j\_immeuble} = \sum_{syst\_i} Q_{gen\_rec\_j\_syst\_i} * Nb_{lgt\_syst\_i\_immeuble}$$

Avec :

- $Q_{gen\_rec\_j\_immeuble}$  : pertes de génération de chauffage de l'immeuble
- $Q_{gen\_rec\_j\_syst\_i}$  : pertes de génération de chauffage liées au système i pour un appartement « moyen »
- $Nb_{lgt\_syst\_i\_immeuble}$  : nombre d'appartements « moyens » équipés du système i dans l'immeuble (voir paragraphe 17.1.2)

Le calcul des pertes récupérées pour le chauffage étant réalisé pour l'immeuble, il est possible d'obtenir le besoin de chauffage Bch de l'immeuble (incluant les pertes récupérées).

Le calcul des consommations de chauffage est effectué sur la base d'un appartement « moyen », à partir du besoin de chauffage de l'appartement « moyen » (obtenu en multipliant le besoin de chauffage de l'immeuble Bch par le rapport de la surface habitable de l'appartement « moyen » à celle de l'immeuble, ce qui revient à diviser le besoin de chauffage Bch de l'immeuble par le nombre de logements de l'immeuble  $Nb_{lgt}$ ) et des caractéristiques de l'installation individuelle considérée.

Les consommations obtenues pour chaque appartement « moyen » sont ensuite multipliées par le nombre d'appartements équipés du type de système considéré dans l'immeuble, puis additionnées afin d'obtenir la consommation totale de chauffage de l'immeuble.

#### Si le chauffage est individuel et la production d'ECS est individuelle :

Le calcul des pertes de stockage d'ECS et les pertes de distribution d'ECS récupérées pour le chauffage est effectué à l'échelle de l'immeuble.

Le calcul des pertes de génération de chauffage récupérées pour le chauffage est réalisé à l'échelle d'un appartement « moyen », de la même manière que dans le cas précédent (« si le chauffage est individuel et la production d'ECS est collective »).

Une fois les calculs des pertes récupérées effectués, il est possible d'obtenir le besoin de chauffage Bch de l'immeuble (incluant les pertes récupérées).

Le calcul des consommations de chauffage est effectué sur la base d'un appartement « moyen », à partir du besoin de chauffage de l'appartement « moyen » (obtenu en multipliant le besoin de chauffage de l'immeuble Bch par le rapport de la surface habitable de l'appartement « moyen » à celle de l'immeuble, ce qui revient à diviser le besoin de chauffage Bch de l'immeuble par le nombre de logements de l'immeuble  $Nb_{lgt}$ ) et des caractéristiques de l'installation individuelle considérée.

Les consommations obtenues pour chaque appartement « moyen » sont ensuite multipliées par le nombre d'appartements équipés du type de système considéré dans l'immeuble, puis additionnées afin d'obtenir la consommation totale de chauffage de l'immeuble.

### 17.1.5 Calcul des consommations de refroidissement

Les modalités de calcul des consommations de refroidissement sont identiques aux modalités de calcul des consommations de chauffage.

### 17.1.6 Calcul des consommations d'éclairage

La consommation d'éclairage totale de l'immeuble est calculée en fonction de la zone climatique et de la surface habitable de l'immeuble.

### 17.1.7 Calcul des consommations d'auxiliaires

#### 17.1.7.1 Auxiliaires de chauffage, de refroidissement ou d'ECS

Le calcul des consommations d'auxiliaires dépend du type d'installation (individuelle ou collective).

##### Pour un système collectif :

La consommation d'auxiliaires d'un système collectif est calculée directement à l'échelle de l'immeuble.

##### Pour un système individuel :

Le calcul des consommations d'auxiliaires des systèmes individuels est effectué sur la base d'un appartement « moyen », défini au paragraphe 17.1.2.

Les consommations d'auxiliaires obtenues pour chaque appartement « moyen » sont ensuite multipliées par le nombre d'appartements équipés du type de système considéré dans l'immeuble, puis additionnées afin d'obtenir les consommations d'auxiliaires totales de l'immeuble.

#### 17.1.7.2 Autres auxiliaires

Le calcul des auxiliaires autres que ceux de chauffage et d'ECS sont effectués à l'échelle de l'immeuble.

## 17.2 Génération d'un DPE à l'appartement

Deux possibilités sont offertes, selon les cas :

- Réalisation d'un DPE à l'appartement (exemple type : copropriétaire souhaitant mettre son appartement en vente ou en location) ;
- Lors de la réalisation d'un DPE à l'immeuble, génération des DPE des appartements à partir des données de l'immeuble (exemple type : bailleur social souhaitant renouveler l'ensemble des DPE de son parc de logements).

### 17.2.1 Génération d'un DPE à l'appartement

#### 17.2.1.1 Calcul des consommations de chauffage, de refroidissement, d'ECS et d'auxiliaires

Le calcul des besoins de chauffage, de refroidissement et d'ECS s'effectue toujours à l'échelle de l'appartement.

Le calcul du besoin de chauffage s'appuie sur l'enveloppe de l'appartement, en considérant ou non les espaces communs comme des espaces chauffés.



### Traitement des usages individuels :

En cas de système individuel de chauffage, de refroidissement et/ou d'ECS, le calcul des consommations est réalisé à partir du besoin de l'appartement et des caractéristiques du système individuel, selon la méthode développée dans les chapitres précédents.

Le calcul du besoin de chauffage s'appuie sur l'enveloppe de l'appartement.

### Traitement des usages collectifs :

En cas de système collectif de chauffage, de refroidissement et/ou d'ECS, les deux cas suivants sont à distinguer :

- Dans le cas des générateurs autres qu'à combustion, les consommations de l'appartement sont calculées à partir des caractéristiques du générateur de l'immeuble (effet joule, PAC, réseau de chaleur) ;
- Dans le cas des générateurs à combustion, les consommations de l'appartement sont calculées en considérant un générateur individuel virtuel, appelé « générateur équivalent », identique au générateur collectif mais avec des caractéristiques pondérées par le rapport de la surface habitable de l'appartement à celle de l'immeuble :  $ratio\ a = \frac{Sh_{appartement}}{Sh}$ . C'est ce générateur équivalent qui est utilisé dans le DPE à l'appartement selon le même principe que pour un appartement avec des usages individuels.

Le tableau ci-dessous récapitule la valeur à retenir pour chacune des caractéristiques de l'installation individuelle équivalente :

Caractéristiques de l'installation individuelle équivalente	Valeur
Puissance nominale $P_e$	= $a \times P_n$ du générateur collectif
Rendement à pleine charge $R_{pn}$	= $R_{pn}$ du générateur collectif
Rendement à charge intermédiaire $R_{pint}$	= $R_{pint}$ du générateur collectif
Puissance de la veilleuse $P_{veil}$	= $a \times P_{veil}$ du générateur collectif
Pertes à l'arrêt $Q_{P0}$	Calcul à partir de la puissance nominale $P_e$ du générateur équivalent
Pertes de stockage du ballon d'ECS $Q_{g,w}$	= $a \times Q_{g,w}$ du ballon d'ECS collectif
Pertes de génération de chauffage $Q_{gen\_rec\_j}$	= 0 (les installations collectives étant positionnées dans des espaces non chauffés, les pertes de stockage d'ECS et de génération de chauffage ne sont pas récupérées)
Pertes de stockage d'ECS $Q_{g,w\_rec\_j}$	
Pertes de distribution d'ECS $Q_{rec\_chauff\_j}$	A calculer (récupérées)
Rendement de génération $R_g$	Calcul à partir des caractéristiques de l'installation individuelle équivalente
Rendement d'émission $R_e$	
Rendement de régulation $R_r$	
Rendement de distribution $R_d$	= $R_d$ de l'installation collective
Intermittence $INT$	= $INT$ de l'installation collective
Consommation des auxiliaires de génération de chauffage (resp. d'ECS)	Calcul à partir des puissances nominales $P_n$ et des puissances des auxiliaires de génération de l'installation collective, et du besoin de chauffage (resp. d'ECS) de l'appartement

Consommation des auxiliaires de distribution de chauffage	= a x consommation des auxiliaires de distribution de chauffage calculée à l'échelle de l'immeuble
Consommation des auxiliaires de distribution d'ECS	Calcul à l'immeuble avec le besoin d'ECS de l'appartement
Consommation des auxiliaires de ventilation	= a x consommation des auxiliaires de ventilation calculée à l'échelle de l'immeuble

En présence d'une installation de production collective de chauffage et d'ECS, si aucune information n'est communiquée sur les équipements collectifs, un calcul par défaut se fera avec une chaudière atmosphérique mixte standard datant de la construction du bâtiment. L'énergie utilisée par le système sera du fioul. Le réseau de distribution sera non isolé pour le chauffage et l'ECS. Le réseau de distribution d'ECS sera bouclé. Pour les bâtiments construits avant 2003 les chaudières auront une veilleuse. Un ballon de stockage de 50l par logement sera pris.

Dans le cas où certaines de ces informations sont connues sur l'installation collective, elles pourront être utilisées et complétées par les valeurs par défaut données précédemment.

#### 17.2.1.2 Calcul des consommations de ventilation

Les installations de ventilation sont le plus souvent collectives dans les appartements. En présence d'une installation mécanique collective pour la ventilation d'un appartement, le calcul des consommations d'auxiliaires se fait à partir des données sur cette installation collective. La puissance des auxiliaires est proratisée sur les surfaces habitables (la puissance d'auxiliaires de ventilation attribuée à l'appartement est celle de l'immeuble multipliée par le rapport de la surface de l'appartement à celle de l'immeuble).

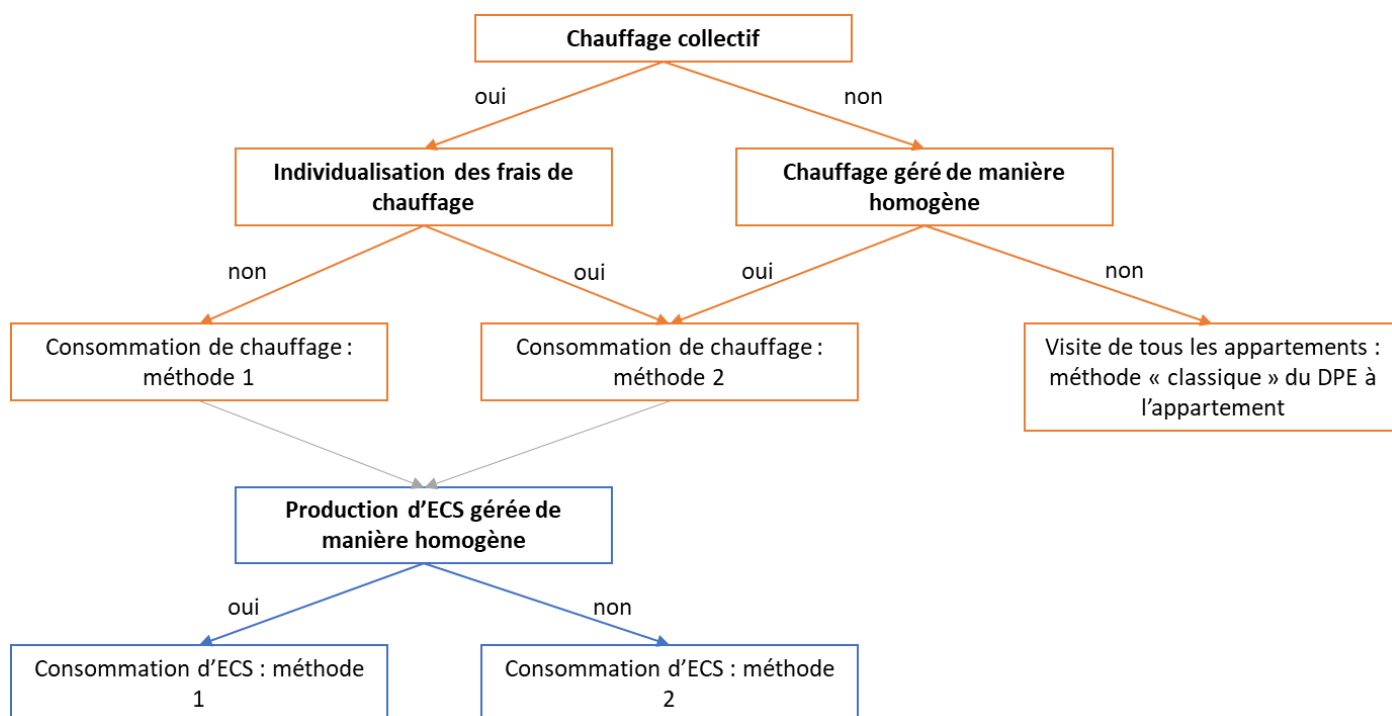
En présence d'une installation mécanique individuelle dans un appartement, l'approche est identique à celle réalisée en maison individuelle.

### 17.2.2 Génération des DPE des appartements à partir des données de l'immeuble (lors de la réalisation d'un DPE à l'immeuble)

Lors de la réalisation du DPE d'un immeuble d'habitation collectif, le diagnostiqueur a la possibilité d'établir les DPE individuels de l'ensemble des appartements le constituant. Ces DPE individuels sont établis à partir des informations collectées ou calculées pour la réalisation du DPE de l'immeuble, éventuellement complétées d'informations accessibles depuis l'extérieur des appartements, dans le cas où, a minima, les menuiseries, les systèmes de ventilation ainsi que les systèmes de chauffage sont similaires.

#### 17.2.2.1 Détermination de la méthode applicable

Les modalités de calcul des consommations de chauffage et des consommations d'ECS des appartements sont déterminées selon l'arbre de décision suivant :



Avec :

#### Pour la consommation de chauffage :

- Méthode 1 :  
Répartition des consommations de chauffage de l'immeuble au prorata de la surface habitable.
- Méthode 2 :  
Répartition des consommations de l'immeuble en fonction du besoin de chauffage et de la part d'individualisation des frais de chauffage.

#### Pour la consommation d'ECS :

- Méthode 1 :  
Répartition des consommations d'ECS de l'immeuble au prorata du besoin d'ECS.
- Méthode 2 :  
Calcul des consommations de chaque appartement avec attribution d'un système « par défaut » pour les appartements non visités qui sera le système le moins performant de ceux observés dans l'échantillon.

#### 17.2.2.2 Calcul des consommations de chauffage et d'auxiliaires de chauffage

Les modalités de calcul des consommations de chauffage des appartements sont déterminées selon l'arbre de décision ci-dessus.

##### 17.2.2.2.1 Chauffage collectif sans individualisation des frais de chauffage (méthode 1)

Dans le cas d'un immeuble avec chauffage collectif et en l'absence d'individualisation des frais de chauffage, les consommations de chauffage des appartements sont calculées à partir de la consommation de chauffage du DPE de l'immeuble (consommation totale de l'immeuble), au prorata de la surface habitable.

De la même manière, les consommations d'auxiliaires de chauffage de l'immeuble sont réparties entre les appartements au prorata de la surface habitable.

#### 17.2.2.2.2 Chauffage collectif avec individualisation des frais de chauffage OU chauffage individuel et gestion « homogène » du chauffage de l'immeuble (méthode 2)

Dans le cas d'un immeuble avec chauffage collectif et individualisation des frais de chauffage, ou dans le cas d'un immeuble avec chauffage individuel détenu par un propriétaire unique attestant que tous les lots sont gérés de manière homogène (voir paragraphe 17.1.1.2), les consommations de chauffage de l'immeuble sont réparties entre les appartements en fonction :

- d'une clé de répartition (Clé\_ap\_i) égale au rapport du besoin de chauffage de l'appartement (déterminé selon une méthode de calcul simplifiée) sur le besoin de l'immeuble
- du coefficient de répartition des frais de chauffage (coef\_IFC)

Le calcul des consommations de chauffage et des auxiliaires de chauffage s'effectue selon les formules suivantes :

$$Cch\_ap\_i = (1 - coef\_IFC) * \frac{Sh_{ap\_i}}{Sh} * Cch + coef\_IFC * Clé\_ap\_i * Cch$$

$$Caux\_ch\_ap\_i = (1 - coef\_IFC) * \frac{Sh_{ap\_i}}{Sh} * Caux\_ch + coef\_IFC * Clé\_ap\_i * Caux\_ch$$

Avec :

- Shap\_i : surface habitable de l'appartement i
- Sh : surface habitable totale de l'immeuble
- Cch : consommation annuelle de chauffage totale de l'immeuble
- Caux\_ch : consommation annuelle des auxiliaires de chauffage totale de l'immeuble (somme des consommations annuelles des auxiliaires de génération et de distribution de chauffage)
- Coefficient d'individualisation des frais de chauffage (coef\_IFC) :

Le coefficient d'individualisation des frais de chauffage est récupéré auprès du propriétaire de l'immeuble ou du syndic de copropriété.

- En cas de chauffage individuel : coef\_IFC = 1.
- Dans le cas où le coefficient d'individualisation des frais de chauffage n'est pas disponible, on retiendra la valeur par défaut : coef\_IFC = 0,7.

- Clé de répartition basée sur le besoin de chauffage (Clé\_ap\_i) :  
La clé de répartition Clé\_ap\_i est égale au rapport du besoin de chauffage de l'appartement à celui de l'immeuble :

$$Clé\_ap\_i = \frac{Bch\_ap\_i}{\sum_i Bch\_ap\_i}$$

Le besoin de chauffage de chaque appartement est estimé selon une méthode de calcul simplifiée s'appuyant uniquement sur la surface habitable de l'appartement et sa position dans l'immeuble puisque le DPE réalisé à l'immeuble permet de connaître les surfaces des différentes parois de l'immeuble :

- $Smur1_{ic}, Smur2_{ic} \dots Smuri_{ic} \dots$  (surface totale respective des murs de type 1, de type 2 et de type i de l'immeuble) ;
- $Spb1_{ic}, Spb2_{ic} \dots Spbi_{ic}$  (surface totale respective des planchers bas de type 1, de type 2 et de type i de l'immeuble) ;
- $Sph1_{ic}, Sph2_{ic} \dots Sphi_{ic}$  (surface totale respective des planchers haut de type 1, de type 2 et de type i de l'immeuble) ;
- $Smen\_Nord1_{ic}, Smen\_Nord2_{ic}, \dots Smen\_Nordi_{ic}, Smen\_Sud1_{ic}, Smen\_Sud2_{ic} \dots Smen\_Sudi_{ic}, Smen\_Est1_{ic}, Smen\_Est2_{ic} \dots Smen\_Esti_{ic}$  (surface totale par orientation des menuiseries de type 1, de type 2 et de type i).

A chacun de ces différents types de parois est associée la surface habitable totale des appartements concernés (appartements donnant sur ces parois).

Les surfaces de chaque type de parois par  $m^2$  de surface habitable des appartements concernés sont calculées en divisant la surface de chaque type de parois par la surface habitable totale des appartements concernés.

Il est alors possible d'avoir pour chaque appartement à partir de leur surface habitable, la surface des parois déperditives opaques et celle des baies avec leur orientation.

Le calcul du besoin de chauffage de chaque appartement est alors calculé à partir des surfaces déperditives estimées, en négligeant les masques solaires et les pertes récupérées.

#### *17.2.2.2.3 Chauffage individuel et gestion « hétérogène » du chauffage de l'immeuble (méthode « classique » du DPE à l'appartement)*

Dans le cas d'un immeuble équipé de systèmes de chauffage individuels, non géré de manière homogène (ex. : copropriété), le calcul des consommations de chauffage et des auxiliaires de chauffage des appartements doit être effectué pour chacun des appartements, selon la méthode de calcul utilisée pour la réalisation d'un DPE à l'appartement (voir paragraphe 17.2.1).

Le diagnostiqueur doit donc visiter l'ensemble des appartements. Si certains logements ne sont pas accessibles, le diagnostiqueur ne pourra pas établir les DPE de ces appartements (il aura en revanche la possibilité d'établir les DPE de l'ensemble des appartements visités et pour lesquels les relevés nécessaires au calcul auront été effectués).

#### *17.2.2.3 Calcul des consommations d'ECS*

Les modalités de calcul des consommations d'ECS des appartements sont déterminées selon l'arbre de décision présenté au paragraphe 17.2.2.1.

##### *17.2.2.3.1 Production homogène d'ECS : système collectif de production d'ECS OU système individuel de production d'ECS et gestion « homogène » de l'ECS de l'immeuble (méthode 1)*

Dans le cas d'un immeuble équipé d'un système collectif de production d'ECS, ou dans le cas d'un immeuble équipé de systèmes individuels de production d'ECS détenu par un propriétaire unique attestant que tous les lots sont gérés de manière homogène, les consommations d'ECS de l'immeuble (Cecs) sont réparties entre les appartements au prorata du besoin d'ECS :

$$Cecs_{ap\_i} = Cecs * \frac{Becs_{ap\_i}}{Becs}$$

Remarque : Le calcul du besoin d'ECS d'un appartement dépendant uniquement de sa surface habitable, aucune donnée d'entrée complémentaire n'est nécessaire.

#### 17.2.2.3.2 Production hétérogène de l'ECS : systèmes individuels de production d'ECS et gestion « hétérogène » de l'immeuble (méthode 2)

Dans le cas d'un immeuble équipé de systèmes individuels de production d'ECS, non géré de manière homogène (ex. : copropriété), le calcul des consommations d'ECS des appartements doit être effectué pour chacun des appartements, selon la méthode de calcul utilisée pour la réalisation d'un DPE à l'appartement.

Si le chauffage est collectif, il n'est pas imposé de visiter l'ensemble des appartements ; le diagnostiqueur ne dispose donc pas des caractéristiques des installations individuelles de production d'ECS de l'ensemble des logements. Pour les appartements non visités, un calcul par défaut est effectué avec les caractéristiques du système le moins performant observé dans l'échantillon de logements visités (les caractéristiques seront pondérées par la surface habitable). Sur les DPE ainsi générés, il est précisé que cette donnée par défaut est issue de l'échantillonnage et peut ainsi être différente du système réellement installé.

#### 17.2.2.4 Calcul des consommations de refroidissement

Les modalités de calcul des consommations de refroidissement des appartements s'appuient sur les modalités de calcul des consommations de chauffage (voir paragraphe 17.2.2.1), sans tenir compte du critère relatif à l'individualisation des frais de chauffage.

Dans le cas d'un immeuble avec refroidissement collectif ou dans le cas d'un immeuble avec refroidissement individuel détenu par un propriétaire unique attestant que tous les lots sont gérés de manière homogène, les consommations de refroidissement et d'auxiliaires de refroidissement de l'appartement  $i$  sont données par :

$$C_{ref\_ap\_i} = Clé\_ap\_i * C_{ref}$$

$$C_{aux\_ref\_ap\_i} = Clé\_ap\_i * C_{aux\_ref}$$

$$Clé\_ap\_i = \frac{B_{ref\_ap\_i}}{\sum_i B_{ref\_ap\_i}}$$

Avec :

- $C_{ref}$  : Consommation de refroidissement de l'immeuble (kWh)
- $C_{aux\_ref}$  : Consommation des auxiliaires de refroidissement de l'immeuble (kWh)
- $Clé\_ap\_i$  : Clé de répartition du besoin de refroidissement sur l'appartement  $i$
- $B_{ref\_ap\_i}$  : Besoin de refroidissement de l'appartement  $i$  (kWh/an)

#### 17.2.2.5 Calcul des consommations d'auxiliaires (hors auxiliaires de chauffage)

##### 17.2.2.5.1 Auxiliaires d'ECS

Les consommations d'auxiliaires d'ECS des appartements sont déterminées en multipliant les consommations d'auxiliaires d'ECS de l'immeuble par le rapport du besoin d'ECS de l'appartement à celui de l'immeuble.

#### *17.2.2.5.2 Auxiliaires de ventilation*

Les consommations d'auxiliaires de ventilation des appartements sont déterminées en multipliant les consommations d'auxiliaires de ventilation de l'immeuble par le rapport de la surface habitable de l'appartement à celle de l'immeuble.

#### 17.2.2.6 Calcul des consommations d'éclairage

Le calcul des consommations d'éclairage s'effectue à partir de la surface habitable de l'appartement concerné.

### **17.3 Chauffage collectif alimentant plusieurs immeubles**

Pour un groupe d'immeubles alimenté par une installation collective unique, l'installation de chauffage est traitée comme un réseau de chaleur local. Les émissions de gaz à effet de serre seront calculées à partir des énergies consommées réellement par les générateurs.

### **17.4 Immeuble collectif mixte**

Dans le cas où des locaux tertiaires sont présents au sein de l'immeuble à usage principal d'habitation, et que ces locaux sont chauffés par l'installation collective de chauffage de l'immeuble, le calcul du besoin de chauffage de l'immeuble sera fait pour l'ensemble de la surface des logements et des locaux tertiaires, et ce afin que les caractéristiques de l'installation collective de chauffage soient les bons.

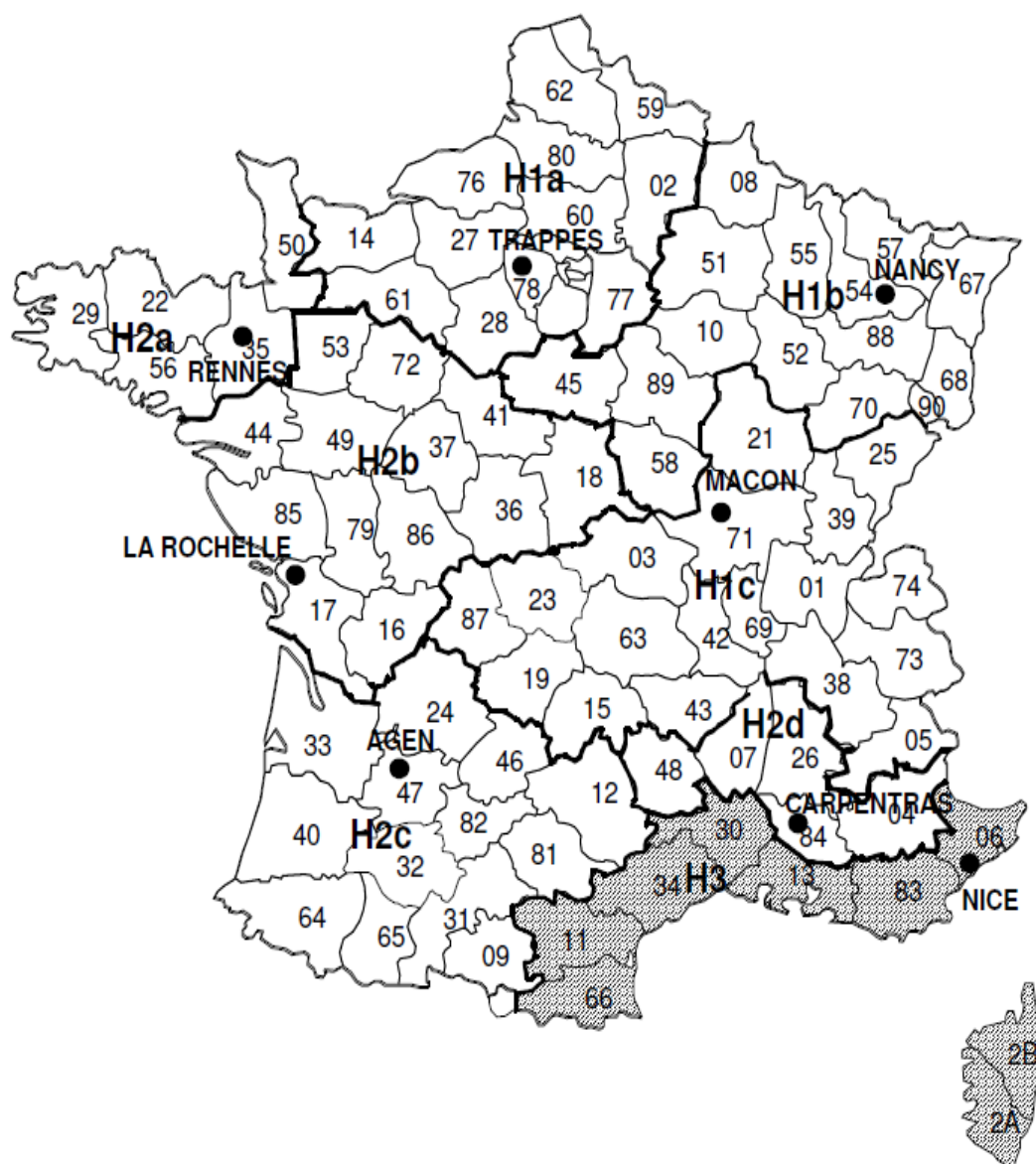
Le besoin de chauffage des locaux tertiaires sera ici calculé de la même manière que pour les logements.

Une fois les caractéristiques de l'installation calculées, le besoin de chauffage de l'immeuble sera ramené aux seuls logements.

## 18 Annexe

### 18.1 Zones climatiques

Les sollicitations climatiques sont représentées par huit zones climatiques H1a, H1b, H1c, H2a, H2b, H2c, H2d, H3 :



Département			Zone	Département			Zone	Département			Zone
01	Ain		H1c	32	Gers		H2c	64	Pyrénées-Atlantiques		H2c
02	Aisne		H1a	33	Gironde		H2c	65	Hautes-Pyrénées		H2c
03	Allier		H1c	34	Hérault		H3	66	Pyrénées-Orientales		H3
04	Alpes-de-Haute-Provence		H2d	35	Ille-et-Vilaine		H2a	67	Bas-Rhin		H1b
05	Hautes-Alpes		H1c	36	Indre		H2b	68	Haut-Rhin		H1b
06	Alpes-Maritimes		H3	37	Indre-et-Loire		H2b	69	Rhône		H1c
07	Ardèche		H2d	38	Isère		H1c	70	Haute-Saône		H1b
08	Ardennes		H1b	39	Jura		H1c	71	Saône-et-Loire		H1c
09	Ariège		H2c	40	Landes		H2c	72	Sarthe		H2b
10	Aube		H1b	41	Loir-et-Cher		H2b	73	Savoie		H1c
11	Aude		H3	42	Loire		H1c	74	Haute-Savoie		H1c



12	Aveyron	H2c	43	Haute-Loire	H1c	75	Paris	H1a
13	Bouches-du-Rhône	H3	44	Loire-Atlantique	H2b	76	Seine-Maritime	H1a
14	Calvados	H1a	45	Loiret	H1b	77	Seine-et-Marne	H1a
15	Cantal	H1c	46	Lot	H2c	78	Yvelines	H1a
16	Charente	H2b	47	Lot-et-Garonne	H2c	79	Deux-Sèvres	H2b
17	Charente-Maritime	H2b	48	Lozère	H2d	80	Somme	H1a
18	Cher	H2b	49	Maine-et-Loire	H2b	81	Tarn	H2c
19	Corrèze	H1c	50	Manche	H2a	82	Tarn-et-Garonne	H2c
2A	Corse-du-Sud	H3	51	Marne	H1b	83	Var	H3
2B	Haute-Corse	H3	52	Haute-Marne	H1b	84	Vaucluse	H2d
21	Côte-d'Or	H1c	53	Mayenne	H2b	85	Vandée	H2b
22	Côtes d'Armor	H2a	54	Meurthe-et-Moselle	H1b	86	Vienne	H2b
23	Creuse	H1c	55	Meuse	H1b	87	Haute-Vienne	H1c
24	Dordogne	H2c	56	Morbihan	H2a	88	Vosges	H1b
25	Doubs	H1c	57	Moselle	H1b	89	Yonne	H1b
26	Drôme	H2d	58	Nièvre	H1b	90	Territoire de Belfort	H1b
27	Eure	H1a	59	Nord	H1a	91	Essonne	H1a
28	Eure-et-Loir	H1a	60	Oise	H1a	92	Hauts-de-Seine	H1a
29	Finistère	H2a	61	Orne	H1a	93	Seine-St-Denis	H1a
30	Gard	H3	62	Pas-de-Calais	H1a	94	Val-de-Marne	H1a
31	Haute-Garonne	H2c	63	Puy-de-Dôme	H1c	95	Val-D'Oise	H1a

Température extérieure de base - Tbase (°C)	Altitude		
Zone climatique	< 400m	400 ≤ < 800m	≥ 800m
H1a, H1b, H1c	-9,5	-11,5	-13,5
H2a, H2b, H2c, H2d	-6,5	-8,5	-10,5
H3	-3,5	-5,5	-7,5

## 18.2 Sollicitations extérieures

E-pv (kWh/m²)								
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	50,1	41,5	61,5	52,6	44,6	55,5	123,7	116,1
Février	54,7	66,8	81,3	86,2	84,3	91,4	141,8	129,4
Mars	123,4	99,0	149,7	150,4	121,1	177,4	191,7	181,5
Avril	169,3	152,7	178,3	159,3	180,9	172,0	205,3	244,1
Mai	208,2	182,7	185,0	184,3	194,2	229,3	238,6	260,7
Juin	217,8	215,6	228,2	214,3	210,5	226,3	291,8	296,5
Juillet	221,9	227,4	236,7	210,3	227,4	251,2	313,6	314,5
Aout	173,3	188,8	211,5	186,8	213,7	231,4	284,5	281,0
Septembre	163,6	148,7	166,7	165,7	159,3	183,0	218,4	225,8
Octobre	88,9	101,5	100,3	92,3	126,5	107,8	138,0	151,2
Novembre	59,1	46,5	62,7	83,3	56,9	84,5	113,8	113,2
Décembre	43,2	47,9	43,5	52,1	37,0	51,3	105,3	94,8

### 18.2.1 Données à moins de 400m d'altitude

Text (°C)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	2,6	4,7	3,8	5,8	6,1	5,1	4,9	5,9

Février	3,5	5,2	3,9	4,4	4,2	6,6	5,1	9,4
Mars	7,7	7,3	8,5	8,6	8,7	9,7	9,3	10,2
Avril	10,3	10,3	11,6	10,2	10,7	11,8	13,4	13,8
Mai	13,2	14,4	16,6	13,8	14,5	13,8	12,5	-
Juin	-	13,6	14,7	15,4	15,9	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	13,6	14,5	-	14,0	-	15,2	-	-
Octobre	13,8	12,3	12,0	12,6	12,3	15,7	13,5	10,9
Novembre	8,8	6,6	7,6	9,4	8,1	9,1	8,9	10,0
Décembre	5,0	3,8	3,2	6,2	5,6	5,0	5,0	7,6

E (kWh/m²)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	38,36	31,13	47,86	39,47	32,40	40,40	98,24	92,47
Février	37,47	45,92	55,90	61,19	59,81	63,77	100,73	91,37
Mars	77,61	61,88	91,20	95,11	73,50	110,02	116,26	109,83
Avril	86,79	79,71	86,83	84,18	89,72	86,61	104,57	111,07
Mai	53,63	86,58	81,59	87,48	87,98	3,53	15,87	-
Juin	-	1,39	11,40	29,28	25,33	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	54,18	3,04	-	44,42	-	53,63	-	-
Octobre	61,45	61,93	39,01	61,93	67,13	72,63	43,29	4,98
Novembre	43,04	33,95	45,76	63,38	42,57	63,30	87,35	85,22
Décembre	34,26	37,72	33,59	41,26	27,50	38,16	85,07	75,00

Nref (19°C)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	744	744	741	744	744	744	738	744
Février	672	672	672	672	672	670	672	664
Mars	738	737	730	727	737	699	699	715
Avril	695	664	640	698	677	652	560	586
Mai	438	558	499	636	597	15	133	-
Juin	-	24	71	179	180	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	402	47	-	269	-	228	-	-
Octobre	644	568	396	693	556	542	270	120
Novembre	715	720	717	720	716	693	683	690
Décembre	744	744	744	744	744	744	744	739

DH19 (°Ch)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	11712,4	10180,7	10855,3	9307,3	9119,8	9812,8	10042,0	9264,6
Février	9966,8	8874,7	9690,3	9402,9	9503,7	7883,1	8913,2	6041,6
Mars	7922,7	8207,7	7369,8	7252,2	7178,0	6489,1	6834,6	6118,4
Avril	5877,4	5914,4	5072,2	5896,3	5583,5	4888,0	4193,0	3445,8
Mai	2762,0	3555,9	2340,3	3619,8	3506,8	121,4	877,2	-
Juin	-	104,7	410,0	880,2	824,0	-	-	-

Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	2264,1	215,8	-	1608,5	-	1388,2	-	-
Octobre	3645,4	4109,7	3330,7	4334,8	3722,0	2804,7	1788,4	911,8
Novembre	6861,0	8473,8	7720,0	6404,0	7387,1	6725,2	6851,3	6044,6
Décembre	9573,3	10452,5	10884,4	8679,6	9081,0	9535,9	15639,4	7659,1

DH14 (°Ch)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	8488,0	6952,7	7640,7	6080,0	5893,2	6588,7	6887,9	6041,1
Février	7038,8	5962,7	6768,8	6474,9	6575,7	4997,8	5991,6	3185,4
Mars	4733,2	5001,6	4277,2	4167,5	4004,4	3607,4	3901,6	3114,8
Avril	2950,5	3126,6	2436,0	2967,3	2758,8	2158,0	1915,2	1201,8
Mai	1036,8	1349,8	613,4	1233,0	1194,4	58,6	354,7	-
Juin	-	27,2	119,0	217,4	162,4	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	730,2	46,4	-	597,5	-	510,5	-	-
Octobre	1056,0	1704,6	1762,7	1613,7	1529,2	880,2	748,3	402,1
Novembre	3795,0	5382,8	4669,4	3341,2	4286,9	3747,6	3992,8	3185,6
Décembre	6705,3	7584,5	8016,4	5818,4	6214,7	6667,9	6669,3	4827,6

Tefs (°C)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	7,8	6,9	6,1	8,9	9,0	9,8	8,6	8,4
Février	5,5	6,1	4,4	7,2	6,8	9,5	8,5	11,7
Mars	6,9	6,4	8,5	8,2	8,7	10,2	9,4	11,4
Avril	9,1	7,6	9,0	9,6	9,6	11,3	12,9	12,0
Mai	11,4	11,3	14,1	11,1	12,9	14,9	16,7	17,2
Juin	15,1	14,9	15,7	16,3	15,3	17,5	18,0	20,7
Juillet	16,1	16,9	18,2	18,7	17,8	19,8	23,6	21,4
Aout	17,8	17,3	18,8	17,1	18,0	19,8	20,9	25,4
Septembre	15,9	16,8	18,0	18,2	18,1	19,7	22,9	20,0
Octobre	14,7	14,6	15,8	15,9	15,5	17,7	18,4	19,8
Novembre	12,5	10,5	11,3	13,3	12,4	14,0	14,1	14,7
Décembre	9,2	7,9	7,3	10,5	9,2	9,8	9,4	12,1

Nref (21°C)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	744	744	744	744	744	744	742	744
Février	672	672	672	672	672	672	672	670
Mars	741	744	743	741	741	726	721	730
Avril	710	700	680	712	704	685	607	650
Mai	486	631	582	706	651	20	138	-
Juin	-	24	86	210	205	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	434	48	-	304	-	272	-	-
Octobre	683	603	428	736	592	617	305	120
Novembre	720	720	718	720	719	709	704	704

Décembre	744	744	744	744	744	744	744	744
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DH21 (°Ch)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	13200,4	11668,7	12341,2	10795,3	10607,8	11300,8	11520,5	10752,6
Février	11310,8	10218,7	11034,3	10746,9	10847,7	9225,0	10257,2	7375,6
Mars	9402,4	9689,8	8843,1	8719,6	8657,9	7919,8	8257,8	7568,3
Avril	7283,3	7285,0	6396,5	7309,9	6967,5	6225,4	5355,9	4671,7
Mai	3694,7	4759,3	3424,8	4964,6	4762,8	153,8	1149,5	-
Juin	-	152,7	567,2	1271,2	1210,4	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	3101,3	311,6	-	2190,7	-	1887,2	-	-
Octobre	4977,9	5278,8	4156,7	5770,5	4872,7	3962,5	2367,4	1151,8
Novembre	8298,6	9913,8	9154,2	7844,0	8822,0	8128,7	8239,6	7441,6
Décembre	11061,3	11940,5	12372,4	10167,6	10569,0	11023,9	11021,0	9142,7

Textmoy_clim (°C) Tcons= 26°C	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	26,8	27,3	27,7	-	27,5	27,5	27,4	27,7
Juin	28,2	28,3	28,9	28,6	28,7	28,6	30,2	28,7
Juillet	28,3	28,9	28,8	28,6	28,4	29,2	30,5	29,2
Aout	28,4	28,9	29,0	28,5	28,6	30,0	29,4	28,6
Septembre	28,2	27,3	27,4	28,2	28,7	29,2	28,3	28,1
Octobre	-	-	-	-	27,6	28,4	-	26,1
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Textmoy_clim (°C) Tcons= 28°C	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	28,5	30,5	-	29,2	29,9	0,0	29,1
Juin	29,2	29,8	30,0	29,6	30,4	30,2	31,3	30,2
Juillet	29,7	29,8	30,2	29,8	30,5	30,5	31,7	30,2
Aout	29,8	30,0	30,2	29,8	29,9	31,8	30,8	29,7
Septembre	29,3	28,2	28,9	29,6	30,9	32,1	29,5	29,1
Octobre	-	-	-	-	28,4	29,8	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

E_fr (kWh/m²) Tcons=26°C	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	3,17	5,62	14,82	-	8,67	10,36	16,67	17,22
Juin	10,56	23,12	19,42	9,47	12,71	24,31	55,56	52,06
Juillet	19,84	43,62	40,66	23,60	18,98	38,21	84,28	81,88
Aout	20,93	22,20	47,08	14,60	29,97	32,22	77,59	95,22
Septembre	6,33	3,25	13,60	9,78	13,61	15,39	49,79	25,89
Octobre	-	-	-	-	9,80	10,02	-	1,14
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

E_fr (kWh/m²) Tcons=28°C	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	1,77	3,08	-	2,20	2,03	2,56	8,16
Juin	5,98	12,04	11,80	5,25	6,92	12,01	43,81	30,95
Juillet	9,54	30,73	25,12	13,71	9,01	25,47	67,50	64,81
Aout	11,27	14,90	32,34	9,53	16,91	21,61	53,69	65,44
Septembre	3,18	0,46	3,05	3,81	5,76	7,19	25,08	15,66
Octobre	-	-	-	-	4,48	5,75	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Nref (26°C)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	2	-
Mai	8	20	73	-	41	48	70	96
Juin	74	189	211	86	122	222	904	484
Juillet	153	389	438	197	157	465	1447	969
Aout	167	200	436	101	220	400	801	742
Septembre	29	11	52	51	94	133	251	114
Octobre	-	-	-	-	29	52	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Nref (28°C)	Altitude ≤400m							
-------------	----------------	--	--	--	--	--	--	--

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	5	8	-	6	6	9	20
Juin	19	39	46	19	24	43	160	97
Juillet	33	90	88	42	27	92	238	206
Aout	35	44	91	23	46	62	150	167
Septembre	6	1	9	10	16	19	56	30
Octobre	-	-	-	-	18	22	-	2
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

DH26 (°Ch)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	1,6	-
Mai	8,1	20,1	73,0	-	41,3	48,4	69,6	95,5
Juin	74,2	188,5	211,0	85,5	122,3	222,4	904,4	483,7
Juillet	152,8	388,8	438,1	197,5	157,4	464,9	1447,0	968,9
Aout	166,8	199,8	436,1	101,0	219,8	399,8	801,2	741,5
Septembre	28,8	10,8	51,8	50,5	93,8	133,0	250,7	114,4
Octobre	-	-	-	-	29,3	52,2	-	0,2
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

DH28 (°Ch)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	2,6	20,1	0,0	7,3	11,1	9,1	22,6
Juin	22,5	72,0	89,8	29,6	57,8	92,7	526,1	213,4
Juillet	57,1	163,6	191,5	74,4	68,2	225,3	868,2	463,2
Aout	64,2	88,0	202,8	42,0	85,4	233,2	418,4	283,7
Septembre	7,6	0,2	8,3	16,1	45,7	77,9	84,4	32,3
Octobre	-	-	-	-	3,4	19,6	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

### 18.2.2 Données entre 400m et 800m d'altitude

Text (°C)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	0,6	2,7	1,8	3,8	4,1	3,1	2,9	3,9

Février	1,5	3,2	1,9	2,4	2,2	4,6	3,1	7,4
Mars	5,7	5,3	6,5	6,6	6,7	7,7	7,3	8,2
Avril	8,3	8,3	9,6	8,2	8,7	9,8	11,4	11,8
Mai	13,0	12,4	14,6	11,8	12,2	13,2	12,1	-
Juin	15,6	11,6	14,2	13,4	13,8	-	-	-
Juillet	15,9	-	-	-	-	-	-	-
Aout	14,8	13,5	-	-	-	-	-	-
Septembre	13,2	13,9	15,0	12,4	13,0	13,2	-	-
Octobre	11,8	10,3	11,5	10,6	11,4	13,7	12,9	11,4
Novembre	6,8	4,6	5,6	7,4	6,1	7,1	6,9	8,0
Décembre	3,0	1,8	1,2	4,2	3,6	3,0	3,0	5,6

E (kWh/m²)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	38,36	31,13	47,86	39,47	32,40	40,40	98,24	92,47
Février	37,47	45,92	55,90	61,19	59,81	63,77	100,73	91,37
Mars	77,61	61,88	91,20	95,11	73,50	110,02	116,26	109,83
Avril	86,79	79,71	86,83	84,18	89,72	86,61	104,57	115,14
Mai	87,83	86,58	81,59	87,48	84,09	38,61	34,00	-
Juin	84,66	1,39	68,95	32,35	27,62	-	-	-
Juillet	37,58	-	-	-	-	-	-	-
Aout	33,14	14,78	-	-	-	-	-	-
Septembre	94,30	96,37	41,47	48,52	46,26	53,63	-	-
Octobre	61,45	61,93	66,87	61,93	87,26	72,63	85,05	33,73
Novembre	43,04	33,95	45,76	63,38	42,57	63,30	87,35	85,22
Décembre	34,26	37,72	33,59	41,26	27,50	38,16	85,07	75,00

Nref (19°C)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	744	744	744	744	744	744	742	744
Février	672	672	672	672	672	672	672	670
Mars	741	744	743	741	741	726	721	730
Avril	710	700	680	712	704	685	607	670
Mai	635	631	582	706	644	259	277	-
Juin	514	24	375	231	227	-	-	-
Juillet	216	-	-	-	-	-	-	-
Aout	233	95	-	-	-	-	-	-
Septembre	621	658	250	346	311	272	-	-
Octobre	683	603	652	736	693	617	597	240
Novembre	720	720	718	720	719	709	704	704
Décembre	744	744	744	744	744	744	744	744

DH19 (°Ch)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	13200,4	11668,7	12341,2	10795,3	10607,8	11300,8	11520,5	10752,6
Février	11310,8	10218,7	11034,3	10746,9	10847,7	9225,0	10257,2	7375,6
Mars	9402,4	9689,8	8843,1	8719,6	8657,9	7919,8	8257,8	7568,3
Avril	7283,3	7285,0	6396,5	7309,9	6967,5	6225,4	5355,9	4804,5
Mai	4359,2	4759,3	3424,8	4964,6	4732,4	1748,7	2038,1	--
Juin	2644,0	152,7	2088,6	1396,7	1309,3	--	--	--

Juillet	1025,7	--	--	--	--	--	--	--
Aout	1095,6	588,9	--	--	--	--	--	--
Septembre	4046,6	4119,6	1398,1	2390,1	2056,2	1887,2	--	--
Octobre	4977,9	5278,8	5280,4	5770,5	5365,9	3962,5	4000,2	1871,3
Novembre	8298,6	9913,8	9154,2	7844,0	8822,0	8128,7	8239,6	7441,6
Décembre	11061,3	11940,5	12372,4	10167,6	10569,0	11023,9	18255,9	9142,7

DH14 (°Ch)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	9972,4	8440,7	9115,3	7567,3	7379,8	8072,8	8308,1	7524,6
Février	8382,8	7290,9	8106,3	7818,9	7919,7	6306,6	7329,2	4463,9
Mars	6180,0	6457,6	5638,5	5541,4	5432,4	4849,4	5169,6	4426,6
Avril	4240,7	4332,8	3536,6	4258,1	3989,0	3326,0	2849,1	2094,9
Mai	1879,7	2215,1	1223,4	2148,4	2086,9	718,8	888,2	-
Juin	785,5	59,2	622,2	507,3	426,9	-	-	-
Juillet	244,8	-	-	-	-	-	-	-
Aout	264,3	239,6	-	-	-	-	-	-
Septembre	1602,9	1546,5	412,9	1009,2	855,8	847,5	-	-
Octobre	2067,4	2696,5	2720,9	2703,4	2519,2	1600,9	1691,6	873,0
Novembre	5187,5	6795,1	6054,9	4724,0	5707,6	5072,9	5245,4	4430,9
Décembre	8193,3	9072,5	9504,4	7299,6	7701,0	8155,9	8153,0	6280,4

Tefs (°C)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	5,8	4,9	4,1	6,9	7,0	7,8	6,6	6,4
Février	3,5	4,1	2,4	5,2	4,8	7,5	6,5	9,7
Mars	4,9	4,4	6,5	6,2	6,7	8,2	7,4	9,4
Avril	7,1	5,6	7,0	7,6	7,6	9,3	10,9	10,0
Mai	9,4	9,3	12,1	9,1	10,9	12,9	14,7	15,2
Juin	13,1	12,9	13,7	14,3	13,3	15,5	16,0	18,7
Juillet	14,1	14,9	16,2	16,7	15,8	17,8	21,6	19,4
Aout	15,8	15,3	16,8	15,1	16,0	17,8	18,9	23,4
Septembre	13,9	14,8	16,0	16,2	16,1	17,7	20,9	18,0
Octobre	12,7	12,6	13,8	13,9	13,5	15,7	16,4	17,8
Novembre	10,5	8,5	9,3	11,3	10,4	12,0	12,1	12,7
Décembre	7,2	5,9	5,3	8,5	7,2	7,8	7,4	10,1

Nref (21°C)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	744	744	744	744	744	744	744	744
Février	672	672	672	672	672	672	672	672
Mars	742	744	744	744	742	738	732	743
Avril	719	718	711	720	718	712	650	709
Mai	663	682	632	730	669	285	298	-
Juin	594	24	413	250	240	-	-	-
Juillet	266	-	-	-	-	-	-	-
Aout	272	113	-	-	-	-	-	-
Septembre	672	733	285	373	336	304	-	-
Octobre	722	624	697	744	711	657	645	257
Novembre	720	720	720	720	720	720	714	719



Décembre	744	744	744	744	744	744	744	744
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DH21 (°Ch)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	14688,4	13156,7	13829,2	12283,3	12095,8	12788,8	13007,7	12240,6
Février	12654,8	11562,7	12378,3	12090,9	12191,7	10569,0	11601,2	8719,2
Mars	10884,9	11177,8	10330,9	10206,4	10140,7	9385,1	9710,8	9039,1
Avril	8709,4	8706,2	7787,0	8742,9	8393,9	7623,4	6609,3	6188,0
Mai	5655,9	6074,9	4637,2	6404,0	6049,8	2289,7	2615,7	-
Juin	3752,7	200,7	2878,9	1878,6	1780,9	-	-	-
Juillet	1514,0	-	-	-	-	-	-	-
Aout	1607,2	800,8	-	-	-	-	-	-
Septembre	5340,9	5508,4	1928,1	3112,4	2705,6	2462,9	-	-
Octobre	6393,3	6509,3	6634,5	7251,6	6772,0	5232,2	5239,1	2373,2
Novembre	9738,6	11353,8	10593,5	9284,0	10261,9	9558,0	9658,1	8871,0
Décembre	12549,3	13428,5	13860,4	11655,6	12057,0	12511,9	12509,0	10630,7

Textmoy_clim (°C) Tcons= 26°C	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	29,3	-	-	28,5	-	28,4
Juin	28,4	29,8	29,5	29,5	29,6	30,4	30,6	29,5
Juillet	28,8	29,0	29,2	29,1	29,3	29,9	30,8	29,5
Aout	28,9	29,4	29,4	29,0	29,6	31,6	30,2	29,0
Septembre	-	-	-	28,7	29,9	31,3	28,7	28,5
Octobre	-	-	-	-	-	28,7	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Textmoy_clim (°C) Tcons= 28°C	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	29,3	-	-	28,5	-	28,4
Juin	28,4	29,8	29,5	29,5	29,6	30,4	30,6	29,5
Juillet	28,8	29,0	29,2	29,1	29,3	29,9	30,8	29,5
Aout	28,9	29,4	29,4	29,0	29,6	31,6	30,2	29,0
Septembre	-	-	-	28,7	29,9	31,3	28,7	28,5
Octobre	-	-	-	-	-	28,7	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

E_fr (kWh/m²) Tcons=26°C	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	1,77	3,08	-	2,20	2,03	2,56	8,16
Juin	5,98	12,04	11,80	5,25	6,92	12,01	43,81	30,95
Juillet	9,54	30,73	25,12	13,71	9,01	25,47	67,50	64,81
Aout	11,27	14,90	32,34	9,53	16,91	21,61	53,69	65,44
Septembre	3,18	0,46	3,05	3,81	5,76	7,19	25,08	15,66
Octobre	-	-	-	-	4,48	5,75	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

E_fr (kWh/m²) Tcons=28°C	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	-	-	-	0,72	-	1,79
Juin	1,14	5,09	4,61	1,80	4,23	4,72	28,55	16,38
Juillet	4,40	13,34	14,28	5,12	5,02	12,37	54,43	38,71
Aout	5,05	7,64	17,37	3,92	6,40	13,50	29,25	28,13
Septembre	-	-	-	2,13	4,33	5,26	6,54	1,27
Octobre	-	-	-	-	-	2,90	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Nref (26°C)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	5,00	8,00	-	6,00	6,00	9,00	20,00
Juin	19,00	39,00	46,00	19,00	24,00	43,00	160,00	97,00
Juillet	33,00	90,00	88,00	42,00	27,00	92,00	238,00	206,00
Aout	35,00	44,00	91,00	23,00	46,00	62,00	150,00	167,00
Septembre	6,00	1,00	9,00	10,00	16,00	19,00	56,00	30,00
Octobre	-	-	-	-	8,00	11,00	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Nref (28°C)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	5,00	-	-	2,00	-	4,00
Juin	4,00	15,00	19,00	6,00	14,00	14,00	101,00	47,00
Juillet	14,00	37,00	46,00	14,00	17,00	46,00	170,00	105,00
Aout	17,00	20,00	46,00	9,00	17,00	37,00	84,00	64,00
Septembre	-	-	-	5,00	11,00	14,00	15,00	2,00
Octobre	-	-	-	-	8,00	11,00	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

DH26 (°Ch)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	1,6	-
Mai	8,1	20,1	73,0	-	41,3	48,4	69,6	95,5
Juin	74,2	188,5	211,0	85,5	122,3	222,4	904,4	483,7
Juillet	152,8	388,8	438,1	197,5	157,4	464,9	1447,0	968,9
Aout	166,8	199,8	436,1	101,0	219,8	399,8	801,2	741,5
Septembre	28,8	10,8	51,8	50,5	93,8	133,0	250,7	114,4
Octobre	-	-	-	-	29,3	52,2	-	0,2
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

DH28 (°Ch)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	2,6	20,1	0,0	7,3	11,1	9,1	22,6
Juin	22,5	72,0	89,8	29,6	57,8	92,7	526,1	213,4
Juillet	57,1	163,6	191,5	74,4	68,2	225,3	868,2	463,2
Aout	64,2	88,0	202,8	42,0	85,4	233,2	418,4	283,7
Septembre	7,6	0,2	8,3	16,1	45,7	77,9	84,4	32,3
Octobre	-	-	-	-	3,4	19,6	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

### 18.2.3 Données à plus de 800m d'altitude

Text (°C)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	0,7	-0,2	-	-	1,1	0,9	1,9
Février	-	1,2	-0,1	-	-	2,6	1,1	5,4
Mars	-	3,3	4,5	-	-	5,7	5,3	6,2
Avril	-	6,3	7,6	-	-	7,8	9,4	9,8
Mai	-	10,4	12,6	-	-	12,4	12,3	15,0
Juin	-	14,1	12,3	-	-	13,9	-	15,2
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	11,4	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	12,2	13,8	-	-	11,4	14,1	-
Octobre	-	8,4	9,5	-	-	11,7	10,8	12,6
Novembre	-	2,6	3,6	-	-	5,1	4,9	6,0
Décembre	-	-0,2	-0,8	-	-	1,0	1,0	3,6

E (kWh/m²)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	31,13	47,86	-	-	40,40	98,24	92,47
Février	-	45,92	55,90	-	-	63,77	100,73	91,37
Mars	-	61,88	91,20	-	-	110,02	116,26	109,83
Avril	-	79,71	86,83	-	-	86,61	104,57	115,14
Mai	-	86,58	81,59	-	-	95,01	92,56	105,38
Juin	-	68,66	53,86	-	-	34,59	-	31,31
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	14,78	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	88,70	91,65	-	-	57,18	41,82	-
Octobre	-	61,93	66,87	-	-	72,63	73,86	100,47
Novembre	-	33,95	45,76	-	-	63,30	87,35	85,22
Décembre	-	37,72	33,59	-	-	38,16	85,07	75,00

Nref (19°C)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	744	744	-	-	744	744	744
Février	-	672	672	-	-	672	672	672
Mars	-	744	744	-	-	744	737	744
Avril	-	718	711	-	-	721	680	721
Mai	-	682	632	-	-	663	635	592
Juin	-	462	429	-	-	274	-	195
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	114	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	633	566	-	-	338	217	-
Octobre	-	628	697	-	-	676	619	702
Novembre	-	720	720	-	-	720	718	720
Décembre	-	744	744	-	-	744	744	744

DH19 (°Ch)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	13156,7	13829,2	-	-	12788,8	13007,7	12240,6
Février	-	11562,7	12378,3	-	-	10569,0	11601,2	8719,2

Mars	-	11177,8	10330,9	-	-	9385,1	9710,8	9039,1
Avril	-	8706,2	7787,0	-	-	7623,4	6609,3	6188,0
Mai	-	6074,9	4637,2	-	-	4719,7	4682,4	3085,5
Juin	-	2889,6	2989,4	-	-	1577,8	-	912,6
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	810,3	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	4600,9	3576,0	-	-	2611,9	1345,3	-
Octobre	-	6562,7	6634,5	-	-	5232,2	4795,3	4431,0
Novembre	-	11353,8	10593,5	-	-	9558,0	9658,1	8871,0
Décembre	-	13428,5	13860,4	-	-	12511,9	20887,4	10630,7

DH14 (°Ch)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	9928,7	10601,2	-	-	9560,8	9780,5	9012,6
Février	-	8634,7	9450,3	-	-	7641,0	8673,2	5792,2
Mars	-	7937,8	7091,2	-	-	6205,7	6554,6	5846,1
Avril	-	5651,1	4784,4	-	-	4599,9	3909,7	3211,5
Mai	-	3258,1	2087,5	-	-	2153,0	2226,3	962,1
Juin	-	1073,6	1228,6	-	-	531,1	-	226,5
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	385,2	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	2065,2	1322,74	-	-	1330,4	504,7	-
Octobre	-	3860,9	3781,7	-	-	2549,1	2359,0	1822,0
Novembre	-	8233,8	7474,7	-	-	6455,8	6590,0	5779,2
Décembre	-	10560,5	10992,4	-	-	9643,9	9641,0	7762,7

Tefs (°C)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	2,9	2,1	-	-	5,8	4,6	4,4
Février	-	2,1	0,4	-	-	5,5	4,5	7,7
Mars	-	2,4	4,5	-	-	6,2	5,4	7,4
Avril	-	3,6	5,0	-	-	7,3	8,9	8,0
Mai	-	7,3	10,1	-	-	10,9	12,7	13,2
Juin	-	10,9	11,7	-	-	13,5	14,0	16,7
Juillet	-	12,9	14,2	-	-	15,8	19,6	17,4
Aout	-	13,3	14,8	-	-	15,8	16,9	21,4
Septembre	-	12,8	14,0	-	-	15,7	18,9	16,0
Octobre	-	10,6	11,8	-	-	13,7	14,4	15,8
Novembre	-	6,5	7,3	-	-	10,0	10,1	10,7
Décembre	-	3,9	3,3	-	-	5,8	5,4	8,1

Nref (21°C)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	744	744	-	-	744	744	744
Février	-	672	672	-	-	672	672	672
Mars	-	744	744	-	-	744	740	744
Avril	-	720	717	-	-	720	693	720
Mai	-	708	671	-	-	684	648	616
Juin	-	497	466	-	-	278	-	207
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-

Aout	-	121	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	683	626	-	-	348	223	-
Octobre	-	638	732	-	-	692	618	713
Novembre	-	720	720	-	-	720	720	720
Décembre	-	744	744	-	-	744	744	744

DH21 (°Ch)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	14644,7	15317,2	-	-	14276,8	14495,7	13728,6
Février	-	12906,7	13722,3	-	-	11913,0	12945,2	10063,2
Mars	-	12665,8	11818,9	-	-	10867,6	11184,6	10526,9
Avril	-	10144,0	9216,3	-	-	9053,8	7954,2	7620,9
Mai	-	7463,5	5941,6	-	-	6040,0	5930,2	4251,3
Juin	-	3848,8	3877,5	-	-	2118,8	-	1305,1
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	1049,4	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	5913,7	4767,0	-	-	3279,2	1774,1	-
Octobre	-	7828,3	8069,3	-	-	6578,0	5999,2	5807,7
Novembre	-	12793,8	12033,5	-	-	10998,0	11094,3	10310,8
Décembre	-	14916,5	15348,4	-	-	13999,9	13997,0	12118,7

Textmoy_clim (°C) Tcons=26°C	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	27,3	-	-	26,5	-	26,4
Juin	-	27,8	27,5	-	-	28,4	28,6	27,5
Juillet	-	27,0	27,2	-	-	27,9	28,8	27,5
Aout	-	27,4	27,4	-	-	29,6	28,2	27,0
Septembre	-	-	-	-	-	29,3	26,7	26,5
Octobre	-	-	-	-	-	26,7	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Textmoy_clim (°C) Tcons=28°C	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	28,4	-	-	-	-	-
Juin	-	29,2	28,7	-	-	29,6	30,2	28,8
Juillet	-	28,2	28,4	-	-	29,2	29,9	28,9
Aout	-	28,6	28,9	-	-	31,2	29,4	28,6
Septembre	-	-	-	-	-	30,1	-	-
Octobre	-	-	-	-	-	-	-	-

Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

E_fr (kWh/m²) Tcons=26°C	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	2,03	-	-	0,72	-	1,79
Juin	-	5,09	4,61	-	-	4,72	28,55	16,38
Juillet	-	13,34	14,28	-	-	12,37	54,43	38,71
Aout	-	7,64	17,37	-	-	13,50	29,25	28,13
Septembre	-	-	-	-	-	5,26	6,54	1,27
Octobre	-	-	-	-	-	2,90	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

E_fr (kWh/m²) Tcons=28°C	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	0,33	-	-	-	-	-
Juin	-	1,96	1,10	-	-	1,95	12,77	6,69
Juillet	-	1,45	1,20	-	-	4,82	36,35	11,07
Aout	-	2,72	5,03	-	-	8,79	14,76	3,31
Septembre	-	-	-	-	-	3,55	-	-
Octobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Nref (26°C)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	5	-	-	2	-	4
Juin	-	15	19	-	-	14	101	47
Juillet	-	37	46	-	-	46	170	105
Aout	-	20	46	-	-	37	84	64
Septembre	-	-	-	-	-	14	15	2
Octobre	-	-	-	-	-	5	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Nref (28°C)	Altitude ≥ 800m							
-------------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	1	-	-	-	-	-
Juin	-	5	4	-	-	7	47	17
Juillet	-	3	5	-	-	20	102	30
Aout	-	6	13	-	-	22	41	8
Septembre	-	-	-	-	-	10	-	-
Octobre	-	-	-	-	-	5	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

DH26 (°Ch)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	6,7	-	-	1,0	-	1,5
Juin	-	26,9	28,0	-	-	33,4	257,9	70,6
Juillet	-	38,7	56,3	-	-	87,3	468,7	154,8
Aout	-	28,9	62,5	-	-	133,8	181,4	66,7
Septembre	-	-	-	-	-	45,9	11,2	1,1
Octobre	-	-	-	-	-	3,5	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

DH28 (°Ch)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	-	-	0,4	-	-	-	-	-
Juin	-	6,0	2,9	-	-	11,4	104,7	13,4
Juillet	-	0,7	2,2	-	-	23,4	191,7	27,3
Aout	-	3,9	11,1	-	-	70,6	59,0	4,8
Septembre	-	-	-	-	-	21,1	-	-
Octobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-	-	-

## 18.3 Cas des bâtiments à inertie lourde, constitués de parois anciennes

Afin d'être considéré comme un bâtiment à inertie lourde, constitués de parois anciennes, le bâtiment doit :

- Etre constitué de murs en matériaux anciens : terre, pierre, brique ancienne, colombage, ... ;
- Avoir une inertie lourde.



Pour ces bâtiments constitués de parois anciennes, l'inertie lourde du bâtiment réduit la période de chauffe, car ces bâtiments en mi-saison stockent la chaleur pendant les journées ensoleillées, pour la restituer pendant les nuits froides. Les sollicitations environnementales à utiliser sont précisées ci-dessous.

En présence de plusieurs types de parois, le bâtiment sera considéré comme constitué de parois anciennes si la surface de parois anciennes est majoritaire.

Les données climatiques pour le refroidissement et l'eau froide sanitaire sont les mêmes qu'au paragraphe précédent.

### 18.3.1 Données à moins de 400m d'altitude

Text (°C)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	2,6	4,7	3,8	5,8	6,1	5,1	4,9	5,9
Février	3,5	5,2	3,9	4,4	4,2	6,6	5,1	9,4
Mars	7,7	7,3	8,5	8,6	8,7	9,7	9,3	10,2
Avril	10,3	10,3	11,6	10,2	10,7	12,2	12,7	13,2
Mai	12,8	14,0	15,5	13,5	13,4	-	-	-
Juin	-	-	-	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	12,3	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	13,8	12,4	5,5	12,4	11,4	15,6	13,6	-
Novembre	8,8	6,6	7,6	9,4	8,1	9,1	8,9	9,5
Décembre	5,0	3,8	3,2	6,2	5,6	5,0	5,0	7,6

E (kWh/m²)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	38,36	31,13	47,86	39,47	32,40	40,40	98,24	92,47
Février	37,47	45,92	55,90	61,19	59,81	63,77	100,73	91,37
Mars	77,61	61,88	91,20	95,11	73,50	110,02	116,26	109,83
Avril	86,79	79,71	86,83	84,18	89,72	61,26	91,41	79,80
Mai	19,19	48,02	41,69	71,22	62,90	-	-	-
Juin	-	-	-	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	16,11	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	61,45	52,89	13,39	59,63	37,37	68,99	9,68	-
Novembre	43,04	33,95	45,76	63,38	42,57	63,30	87,35	71,76
Décembre	34,26	37,72	33,59	41,26	27,50	38,16	85,07	75,00

Nref (19°C)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	744	744	741	744	744	744	738	744
Février	672	672	672	672	672	670	672	664
Mars	738	737	730	727	737	699	699	715
Avril	695	664	640	698	677	412	482	390
Mai	172	310	324	519	502	-	-	-
Juin	-	-	-	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-

Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	119	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	644	434	144	656	272	533	53	-
Novembre	715	720	717	720	716	693	683	601
Décembre	744	744	744	744	744	744	744	739

DH19 (°Ch)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	11712,4	10180,7	10855,3	9307,3	9119,8	9812,8	10042,0	9264,6
Février	9966,8	8874,7	9690,3	9402,9	9503,7	7883,1	8913,2	6041,6
Mars	7922,7	8207,7	7369,8	7252,2	7178,0	6489,1	6834,6	6118,4
Avril	5877,4	5914,4	5072,2	5896,3	5583,5	3120,2	3813,8	2469,9
Mai	1069,9	2174,8	1543,9	3070,0	3027,1	-	-	-
Juin	-	-	-	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	740,6	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	3645,4	3218,1	1865,2	4227,7	2055,7	2791,8	370,0	-
Novembre	6861,0	8473,8	7720,0	6404,0	7387,1	6725,2	6851,3	5536,8
Décembre	9573,3	10452,5	10884,4	8679,6	9081,0	9535,9	15639,4	7659,1

DH14 (°Ch)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	8488,0	6952,7	7640,7	6080,0	5893,2	6588,7	6887,9	6041,1
Février	7038,8	5962,7	6768,8	6474,9	6575,7	4997,8	5991,6	3185,4
Mars	4733,2	5001,6	4277,2	4167,5	4004,4	3607,4	3901,6	3114,8
Avril	2950,5	3126,6	2436,0	2967,3	2758,8	1427,6	1799,9	948,2
Mai	378,9	887,6	391,5	1120,0	1042,7	-	-	-
Juin	-	-	-	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	272,8	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	1056,0	1383,5	1229,2	1609,8	922,7	880,2	153,0	-
Novembre	3795,0	5382,8	4669,4	3341,2	4286,9	3747,6	3992,8	3024,5
Décembre	6705,3	7584,5	8016,4	5818,4	6214,7	6667,9	6669,3	4827,6

Nref (21°C)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	744	744	744	744	744	744	742	744
Février	672	672	672	672	672	672	672	670
Mars	741	744	743	741	741	726	721	730
Avril	710	700	680	712	704	445	518	434
Mai	190	338	373	569	540	-	-	-
Juin	-	-	-	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	120	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	683	463	144	690	285	604	63	-
Novembre	720	720	718	720	719	709	704	609
Décembre	744	744	744	744	744	744	744	744

DH21 (°Ch)	Altitude ≤400m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	13200,4	11668,7	12341,2	10795,3	10607,8	11300,8	11520,5	10752,6
Février	11310,8	10218,7	11034,3	10746,9	10847,7	9225,0	10257,2	7375,6
Mars	9402,4	9689,8	8843,1	8719,6	8657,9	7919,8	8257,8	7568,3
Avril	7283,3	7285,0	6396,5	7309,9	6967,5	3977,6	4811,6	3284,2
Mai	1437,0	2827,6	2243,2	4160,5	4074,8	-	-	-
Juin	-	-	-	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	979,8	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	4977,9	4112,7	2153,2	5578,2	2614,1	3925,9	482,0	-
Novembre	8298,6	9913,8	9154,2	7844,0	8822,0	8128,7	8239,6	6748,2
Décembre	11061,3	11940,5	12372,4	10167,6	10569,0	11023,9	11021,0	9142,7

### 18.3.2 Données entre 400m et 800m d'altitude

Text (°C)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	0,6	2,7	1,8	3,8	4,1	3,1	2,9	3,9
Février	1,5	3,2	1,9	2,4	2,2	4,6	3,1	7,4
Mars	5,7	5,3	6,5	6,6	6,7	7,7	7,3	8,2
Avril	8,3	8,3	9,6	8,2	8,7	9,8	11,4	11,2
Mai	13,0	12,0	14,6	11,6	11,4	13,7	15,6	-
Juin	16,1	-	13,7	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	12,6	13,4	15,0	12,5	-	-	-	-
Octobre	11,8	10,3	11,5	10,6	11,4	13,6	12,5	12,2
Novembre	6,8	4,6	5,6	7,4	6,1	7,1	6,9	8,0
Décembre	3,0	1,8	1,2	4,2	3,6	3,0	3,0	5,6

E (kWh/m²)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	38,36	31,13	47,86	39,47	32,40	40,40	98,24	92,47
Février	37,47	45,92	55,90	61,19	59,81	63,77	100,73	91,37
Mars	77,61	61,88	91,20	95,11	73,50	110,02	116,26	109,83
Avril	86,79	79,71	86,83	84,18	89,72	86,61	104,57	79,80
Mai	87,83	48,02	81,59	76,39	66,18	45,69	1,74	-
Juin	60,45	-	24,21	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	67,85	57,80	43,65	5,81	-	-	-	-
Octobre	61,45	61,93	66,87	61,93	87,26	68,99	50,27	0,82
Novembre	43,04	33,95	45,76	63,38	42,57	63,30	87,35	85,22
Décembre	34,26	37,72	33,59	41,26	27,50	38,16	85,07	75,00

Nref (19°C)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3

Janvier	744	744	744	744	744	744	742	744
Février	672	672	672	672	672	672	672	670
Mars	741	744	743	741	741	726	721	730
Avril	710	700	680	712	704	685	607	434
Mai	635	337	582	617	564	285	18	-
Juin	358	-	121	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	494	430	263	72	-	-	-	-
Octobre	683	603	652	736	693	604	376	24
Novembre	720	720	718	720	719	709	704	704
Décembre	744	744	744	744	744	744	744	744

DH19 (°Ch)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	13200,4	11668,7	12341,2	10795,3	10607,8	11300,8	11520,5	10752,6
Février	11310,8	10218,7	11034,3	10746,9	10847,7	9225,0	10257,2	7375,6
Mars	9402,4	9689,8	8843,1	8719,6	8657,9	7919,8	8257,8	7568,3
Avril	7283,3	7285,0	6396,5	7309,9	6967,5	6225,4	5355,9	3284,2
Mai	4359,2	2826,2	3424,8	4465,0	4254,8	1907,2	69,5	-
Juin	1795,8	-	729,2	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	3385,3	2766,9	1458,0	442,1	-	-	-	-
Octobre	4977,9	5278,8	5280,4	5770,5	5365,9	3925,9	2673,9	151,2
Novembre	8298,6	9913,8	9154,2	7844,0	8822,0	8128,7	8239,6	7441,6
Décembre	11061,3	11940,5	12372,4	10167,6	10569,0	11023,9	18255,9	9142,7

DH14 (°Ch)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	9972,4	8440,7	9115,3	7567,3	7379,8	8072,8	8308,1	7524,6
Février	8382,8	7290,9	8106,3	7818,9	7919,7	6306,6	7329,2	4463,9
Mars	6180,0	6457,6	5638,5	5541,4	5432,4	4849,4	5169,6	4426,6
Avril	4240,7	4332,8	3536,6	4258,1	3989,0	3326,0	2849,1	1544,1
Mai	1879,7	1406,2	1223,4	1990,3	1920,4	777,3	7,7	-
Juin	528,5	-	278,8	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	1401,6	1050,4	425,5	134,7	-	-	-	-
Octobre	2067,4	2696,5	2720,9	2703,4	2519,2	1600,9	1219,3	44,5
Novembre	5187,5	6795,1	6054,9	4724,0	5707,6	5072,9	5245,4	4430,9
Décembre	8193,3	9072,5	9504,4	7299,6	7701,0	8155,9	8153,0	6280,4

Nref (21°C)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	744	744	744	744	744	744	744	744
Février	672	672	672	672	672	672	672	672
Mars	742	744	744	744	742	738	732	743
Avril	719	718	711	720	718	712	650	452
Mai	663	369	632	638	583	316	21	-

Juin	418	-	134	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	522	463	301	72	-	-	-	-
Octobre	722	624	697	744	711	641	405	24
Novembre	720	720	720	720	720	720	714	719
Décembre	744	744	744	744	744	744	744	744

DH21 (°Ch)	Altitude 400m-800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	14688,4	13156,7	13829,2	12283,3	12095,8	12788,8	13007,7	12240,6
Février	12654,8	11562,7	12378,3	12090,9	12191,7	10569,0	11601,2	8719,2
Mars	10884,9	11177,8	10330,9	10206,4	10140,7	9385,1	9710,8	9039,1
Avril	8709,4	8706,2	7787,0	8742,9	8393,9	7623,4	6609,3	4174,9
Mai	5655,9	3533,3	4637,2	5724,0	5403,7	2504,8	108,6	-
Juin	2575,1	-	986,2	-	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	4403,7	3655,5	2018,5	586,1	-	-	-	-
Octobre	6393,3	6509,3	6634,5	7251,6	6772,0	5165,6	3454,7	199,2
Novembre	9738,6	11353,8	10593,5	9284,0	10261,9	9558,0	9658,1	8871,0
Décembre	12549,3	13428,5	13860,4	11655,6	12057,0	12511,9	12509,0	10630,7

### 18.3.3 Données à plus de 800m d'altitude

Text (°C)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	0,7	-0,2	-	-	1,1	0,9	1,9
Février	-	1,2	-0,1	-	-	2,6	1,1	5,4
Mars	-	3,3	4,5	-	-	5,7	5,3	6,2
Avril	-	6,3	7,6	-	-	7,8	9,4	9,8
Mai	-	-	12,6	-	-	12,4	12,2	14,5
Juin	-	-	10,7	-	-	17,0	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	13,2	-	-	13,7	14,2	-
Octobre	-	8,5	9,5	-	-	11,7	10,8	-
Novembre	-	2,6	3,6	-	-	5,1	4,9	5,8
Décembre	-	-0,2	-0,8	-	-	1,0	1,0	3,6

E (kWh/m²)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	31,13	47,86	-	-	40,40	98,24	92,47
Février	-	45,92	55,90	-	-	63,77	100,73	91,37
Mars	-	61,88	91,20	-	-	110,02	116,26	109,83
Avril	-	68,92	86,83	-	-	86,61	104,57	115,14
Mai	-	-	81,59	-	-	95,01	81,37	89,43
Juin	-	-	11,40	-	-	8,85	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	33,16	-	-	10,75	48,93	-

Octobre	-	53,53	66,87	-	-	72,63	73,86	-
Novembre	-	33,95	45,76	-	-	63,30	87,35	80,94
Décembre	-	37,72	33,59	-	-	38,16	85,07	75,00

Nref (19°C)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	744	744	-	-	744	744	744
Février	-	672	672	-	-	672	672	672
Mars	-	744	744	-	-	744	737	744
Avril	-	622	711	-	-	721	680	721
Mai	-	-	632	-	-	663	644	521
Juin	-	-	94	-	-	50	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	244	-	-	72	253	-
Octobre	-	508	697	-	-	676	619	-
Novembre	-	720	720	-	-	720	718	672
Décembre	-	744	744	-	-	744	744	744

DH19 (°Ch)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	13156,7	13829,2	-	-	12788,8	13007,7	12240,6
Février	-	11562,7	12378,3	-	-	10569,0	11601,2	8719,2
Mars	-	11177,8	10330,9	-	-	9385,1	9710,8	9039,1
Avril	-	7551,9	7787,0	-	-	7623,4	6609,3	6188,0
Mai	-	-	4637,2	-	-	4719,7	4291,0	2768,5
Juin	-	-	748,3	-	-	249,0	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	1612,4	-	-	431,0	1585,0	-
Octobre	-	5281,6	6634,5	-	-	5232,2	4795,3	-
Novembre	-	11353,8	10593,5	-	-	9558,0	9658,1	8442,5
Décembre	-	13428,5	13860,4	-	-	12511,9	20887,4	10630,7

DH14 (°Ch)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	9928,7	10601,2	-	-	9560,8	9780,5	9012,6
Février	-	8634,7	9450,3	-	-	7641,0	8673,2	5792,2
Mars	-	7937,8	7091,2	-	-	6205,7	6554,6	5846,1
Avril	-	4928,7	4784,4	-	-	4599,9	3909,7	3211,5
Mai	-	-	2087,5	-	-	2153,0	2025,3	889,7
Juin	-	-	355,8	-	-	48,2	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	623,8	-	-	168,3	605,4	-
Octobre	-	3107,8	3781,7	-	-	2549,1	2359,0	-
Novembre	-	8233,8	7474,7	-	-	6455,8	6590,0	5542,7
Décembre	-	10560,5	10992,4	-	-	9643,9	9641,0	7762,7

Nref (21°C)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	744	744	-	-	744	744	744
Février	-	672	672	-	-	672	672	672
Mars	-	744	744	-	-	744	740	744
Avril	-	624	717	-	-	720	693	720
Mai	-	-	671	-	-	684	590	542
Juin	-	-	96	-	-	52	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	266	-	-	70	258	-
Octobre	-	518	732	-	-	692	618	-
Novembre	-	720	720	-	-	720	720	672
Décembre	-	744	744	-	-	744	744	744

DH21 (°Ch)	Altitude ≥ 800m							
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Janvier	-	14644,7	15317,2	-	-	14276,8	14495,7	13728,6
Février	-	12906,7	13722,3	-	-	11913,0	12945,2	10063,2
Mars	-	12665,8	11818,9	-	-	10867,6	11184,6	10526,9
Avril	-	8797,7	9216,3	-	-	9053,8	7954,2	7620,9
Mai	-	-	5941,6	-	-	6040,0	5432,4	3794,2
Juin	-	-	939,6	-	-	349,7	-	-
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-
Aout	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	2124,5	-	-	569,1	2081,8	-
Octobre	-	6307,2	8069,3	-	-	6578,0	5999,2	-
Novembre	-	12793,8	12033,5	-	-	10998,0	11094,3	9786,3
Décembre	-	14916,5	15348,4	-	-	13999,9	13997,0	12118,7

## 18.4 Facteur de couverture solaire

Zone climatique	Maison				Immeuble collectif	
	Chauffage solaire (seul ou combiné)	ECS solaire seule > 5 ans	ECS solaire seule ≤ 5 ans	Chauffage + ECS solaire	ECS solaire seule > 5ans	ECS solaire seule ≤ 5ans
	Fch	Fecs	Fecs	Fecs	Fecs	Fecs
H1a	0,25	0,49	0,63	0,87	0,26	0,38
H1b	0,22	0,50	0,64	0,88	0,27	0,40
H1c	0,28	0,53	0,68	0,90	0,31	0,45
H2a	0,34	0,51	0,66	0,90	0,28	0,41
H2b	0,33	0,54	0,69	0,91	0,32	0,46
H2c	0,38	0,58	0,74	0,95	0,35	0,50
H2d	0,39	0,61	0,77	0,96	0,38	0,56
H3	0,52	0,64	0,80	0,98	0,40	0,58

Les facteurs de couverture solaire peuvent être saisi directement quand ils sont connus et peuvent être justifiés.

## 18.5 Coefficients d'orientation et d'inclinaison des parois vitrées : C1

### Zone H1a :

Orientation	Sud			Ouest			Nord			Est			Horizontal
Inclinaison	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	
Janvier	1,00	1,67	0,77	0,43	0,92	0,64	0,31	0,66	0,52	0,40	0,85	0,63	0,62
Février	1,00	1,78	0,89	0,47	1,02	0,75	0,32	0,67	0,62	0,51	1,07	0,76	0,74
Mars	1,00	1,99	1,12	0,58	1,28	0,98	0,37	0,79	0,85	0,63	1,38	1,00	0,98
Avril	1,00	2,39	1,57	0,79	1,82	1,45	0,50	1,17	1,34	0,84	1,93	1,47	1,45
Mai	1,00	2,74	1,97	1,05	2,43	1,89	0,65	1,67	1,80	1,01	2,38	1,88	1,88
Juin	1,00	2,98	2,26	1,25	2,88	2,22	0,75	2,06	2,14	1,16	2,71	2,18	2,19
Juillet	1,00	2,87	2,12	1,13	2,62	2,05	0,70	1,87	1,98	1,14	2,64	2,06	2,05
Août	1,00	2,52	1,70	0,86	2,01	1,60	0,53	1,29	1,49	0,86	2,03	1,60	1,59
Septembre	1,00	2,14	1,28	0,76	1,64	1,18	0,41	0,91	1,02	0,66	1,48	1,15	1,15
Octobre	1,00	1,84	0,96	0,58	1,21	0,84	0,32	0,66	0,67	0,47	1,04	0,80	0,81
Novembre	1,00	1,74	0,86	0,42	0,94	0,72	0,36	0,76	0,62	0,51	1,07	0,75	0,73
Décembre	1,00	1,59	0,66	0,38	0,77	0,52	0,25	0,52	0,41	0,35	0,73	0,52	0,51

### Zone H1b :

Orientation	Sud			Ouest			Nord			Est			Horizontal
Inclinaison	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	
Janvier	1,00	1,65	0,72	0,41	0,84	0,60	0,27	0,56	0,47	0,37	0,81	0,58	0,58
Février	1,00	1,80	0,84	0,53	1,13	0,71	0,35	0,72	0,66	0,49	1,06	0,78	0,78
Mars	1,00	2,04	1,07	0,67	1,46	0,94	0,38	0,81	0,91	0,59	1,34	1,04	1,04
Avril	1,00	2,39	1,53	0,91	2,00	1,42	0,49	1,16	1,33	0,76	1,77	1,42	1,44
Mai	1,00	2,80	2,08	1,23	2,70	2,00	0,66	1,72	1,87	0,99	2,36	1,92	1,95
Juin	1,00	2,88	2,21	1,22	2,78	2,17	0,78	2,07	2,07	1,11	2,61	2,10	2,11
Juillet	1,00	2,81	2,37	1,16	2,64	2,29	0,74	1,92	1,96	1,06	2,51	2,01	2,01
Août	1,00	2,53	1,88	0,98	2,19	1,77	0,55	1,35	1,52	0,83	1,99	1,61	1,62
Septembre	1,00	2,13	1,18	0,74	1,60	1,08	0,35	0,77	0,96	0,56	1,33	1,08	1,11
Octobre	1,00	1,89	1,36	0,69	1,43	1,18	0,40	0,84	0,79	0,47	1,09	0,88	0,91
Novembre	1,00	1,76	0,81	0,48	1,03	0,68	0,37	0,80	0,66	0,47	1,04	0,77	0,76
Décembre	1,00	1,66	0,96	0,49	1,00	0,76	0,33	0,71	0,55	0,39	0,84	0,63	0,63

### Zone H1c :

Orientation	Sud			Ouest			Nord			Est			Horizontal
Inclinaison	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	
Janvier	1,00	1,75	0,87	0,46	1,00	0,74	0,35	0,75	0,63	0,49	1,04	0,75	0,74



Février	1,00	1,80	0,90	0,48	1,03	0,76	0,30	0,62	0,62	0,47	1,04	0,76	0,75
Mars	1,00	2,04	1,16	0,64	1,40	1,04	0,35	0,75	0,88	0,58	1,31	1,02	1,02
Avril	1,00	2,45	1,61	0,60	1,51	1,40	0,48	1,16	1,37	1,09	2,37	1,60	1,49
Mai	1,00	2,84	2,08	1,22	2,75	2,06	0,70	1,84	1,94	1,00	2,40	1,98	2,00
Juin	1,00	3,10	2,38	1,26	2,95	2,33	0,77	2,19	2,26	1,20	2,88	2,31	2,31
Juillet	1,00	3,04	2,29	1,26	2,92	2,25	0,71	1,99	2,14	1,10	2,66	2,19	2,21
Août	1,00	2,67	1,85	1,03	2,37	1,79	0,57	1,44	1,66	0,90	2,12	1,74	1,75
Septembre	1,00	2,21	1,38	0,78	1,73	1,29	0,48	1,07	1,15	0,67	1,58	1,26	1,26
Octobre	1,00	1,89	1,03	0,62	1,30	0,92	0,36	0,75	0,76	0,47	1,09	0,87	0,89
Novembre	1,00	1,77	0,90	0,53	1,12	0,78	0,35	0,74	0,64	0,42	0,95	0,75	0,76
Décembre	1,00	1,63	0,71	0,42	0,87	0,58	0,26	0,56	0,45	0,35	0,75	0,56	0,56

#### Zone H2a :

Orientation	Sud			Ouest			Nord			Est			Horizontal
Inclinaison	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	
Janvier	1,00	1,66	0,75	0,42	0,88	0,49	0,28	0,60	0,49	0,39	0,83	0,61	1,14
Février	1,00	1,79	0,91	0,53	1,11	0,64	0,33	0,69	0,64	0,48	1,03	0,76	1,21
Mars	1,00	2,01	1,13	0,56	1,26	0,85	0,35	0,74	0,85	0,66	1,42	1,02	1,29
Avril	1,00	2,40	1,57	0,87	1,96	1,35	0,51	1,20	1,35	0,85	1,90	1,47	1,72
Mai	1,00	2,86	2,08	1,11	2,58	1,92	0,65	1,73	1,92	1,08	2,51	2,00	2,36
Juin	1,00	2,98	2,26	1,14	2,71	2,15	0,77	2,11	2,15	1,27	2,91	2,23	2,72
Juillet	1,00	2,80	2,08	1,08	2,51	1,95	0,74	1,93	1,95	1,14	2,64	2,03	2,83
Août	1,00	2,57	1,76	0,92	2,12	1,56	0,55	1,36	1,56	0,97	2,18	1,67	2,15
Septembre	1,00	2,20	1,32	0,70	1,57	1,04	0,37	0,82	1,04	0,70	1,56	1,19	1,31
Octobre	1,00	1,86	0,98	0,49	1,07	0,69	0,33	0,68	0,69	0,54	1,18	0,85	1,15
Novembre	1,00	1,72	0,83	0,46	0,97	0,57	0,32	0,68	0,57	0,46	0,97	0,69	1,02
Décembre	1,00	1,59	0,66	0,38	0,77	0,40	0,24	0,50	0,40	0,34	0,72	0,51	0,86

#### Zone H2b :

Orientation	Sud			Ouest			Nord			Est			Horizontal
Inclinaison	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	
Janvier	1,00	1,67	0,75	0,41	0,87	0,61	0,26	0,55	0,47	0,39	0,83	0,60	0,59
Février	1,00	1,82	0,93	0,49	1,06	0,79	0,33	0,67	0,65	0,53	1,12	0,80	0,78
Mars	1,00	2,03	1,15	0,60	1,35	1,01	0,34	0,73	0,86	0,60	1,33	1,01	1,00
Avril	1,00	2,49	1,64	0,90	2,02	1,54	0,47	1,13	1,39	0,82	1,90	1,51	1,51
Mai	1,00	2,95	2,16	1,21	2,81	2,11	0,63	1,74	1,98	1,00	2,42	2,03	2,06
Juin	1,00	3,23	2,47	1,21	2,98	2,40	0,71	2,12	2,33	1,19	2,92	2,39	2,39
Juillet	1,00	3,13	2,36	1,21	2,89	2,29	0,68	1,99	2,21	1,18	2,82	2,28	2,28
Août	1,00	2,65	1,82	0,95	2,22	1,72	0,52	1,31	1,60	0,91	2,14	1,71	1,70
Septembre	1,00	2,19	1,29	0,67	1,52	1,16	0,32	0,72	0,99	0,62	1,44	1,14	1,14
Octobre	1,00	1,93	1,08	0,59	1,31	0,96	0,39	0,83	0,82	0,55	1,24	0,95	0,95
Novembre	1,00	1,74	0,86	0,48	1,03	0,73	0,33	0,70	0,60	0,47	1,00	0,72	0,72
Décembre	1,00	1,72	0,84	0,46	0,99	0,72	0,36	0,77	0,61	0,47	1,00	0,72	0,71

### Zone H2c :

Orientation	Sud			Ouest			Nord			Est			Horizontal
Inclinaison	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	
Janvier	1,00	1,71	0,80	0,40	0,89	0,65	0,28	0,57	0,52	0,40	0,87	0,65	0,64
Février	1,00	1,84	0,96	0,49	1,11	0,83	0,33	0,68	0,68	0,51	1,11	0,83	0,82
Mars	1,00	2,13	1,26	0,64	1,46	1,13	0,37	0,80	0,98	0,64	1,46	1,13	1,12
Avril	1,00	2,54	1,70	0,84	1,98	1,59	0,51	1,24	1,48	0,90	2,09	1,61	1,59
Mai	1,00	2,99	2,23	1,21	2,84	2,18	0,69	1,92	2,08	1,06	2,58	2,13	2,14
Juin	1,00	3,24	2,54	1,27	3,07	2,48	0,79	2,37	2,43	1,32	3,15	2,50	2,48
Juillet	1,00	3,17	2,43	1,23	2,96	2,37	0,74	2,16	2,30	1,20	2,92	2,36	2,35
Août	1,00	2,74	1,92	0,99	2,32	1,83	0,57	1,47	1,72	0,96	2,28	1,82	1,81
Septembre	1,00	2,24	1,35	0,63	1,47	1,19	0,36	0,82	1,06	0,75	1,67	1,24	1,21
Octobre	1,00	1,93	1,06	0,60	1,31	0,94	0,33	0,69	0,77	0,48	1,12	0,90	0,91
Novembre	1,00	1,79	0,92	0,54	1,17	0,81	0,35	0,74	0,66	0,42	0,96	0,77	0,78
Décembre	1,00	1,71	0,81	0,42	0,93	0,68	0,31	0,67	0,56	0,42	0,92	0,68	0,67

### Zone H2d :

Orientation	Sud			Ouest			Nord			Est			Horizontal
Inclinaison	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	
Janvier	1,00	1,64	0,70	0,39	0,81	0,55	0,20	0,40	0,39	0,33	0,71	0,53	0,53
Février	1,00	1,77	0,85	0,46	0,99	0,70	0,23	0,45	0,53	0,41	0,90	0,68	0,68
Mars	1,00	2,09	1,18	0,64	1,43	1,05	0,30	0,64	0,87	0,55	1,28	1,02	1,03
Avril	1,00	2,56	1,66	0,91	2,08	1,56	0,40	1,00	1,39	0,73	1,80	1,50	1,53
Mai	1,00	3,08	2,27	1,24	2,90	2,23	0,64	1,82	2,10	1,02	2,56	2,15	2,18
Juin	1,00	3,58	2,84	1,54	3,62	2,81	0,74	2,45	2,70	1,33	3,29	2,74	2,76
Juillet	1,00	3,53	2,73	1,34	3,24	2,64	0,65	2,16	2,55	1,40	3,35	2,66	2,64
Août	1,00	2,90	2,03	1,08	2,50	1,93	0,48	1,33	1,78	0,94	2,29	1,89	1,90
Septembre	1,00	2,29	1,39	0,76	1,70	1,27	0,34	0,78	1,09	0,63	1,51	1,23	1,25
Octobre	1,00	1,91	1,01	0,62	1,31	0,89	0,28	0,58	0,70	0,42	0,99	0,83	0,85
Novembre	1,00	1,66	0,72	0,36	0,77	0,56	0,20	0,40	0,41	0,38	0,80	0,56	0,55
Décembre	1,00	1,59	0,64	0,40	0,79	0,50	0,18	0,36	0,34	0,26	0,59	0,46	0,47

### Zone H3 :

Orientation	Sud			Ouest			Nord			Est			Horizontal
Inclinaison	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	≥75°	75°> ≥25°	<25°	
Janvier	1,00	1,63	0,67	0,42	0,83	0,53	0,17	0,34	0,35	0,28	0,63	0,49	0,50
Février	1,00	1,77	0,83	0,48	1,02	0,69	0,21	0,40	0,51	0,35	0,80	0,65	0,66
Mars	1,00	2,08	1,17	0,71	1,53	1,07	0,29	0,63	0,86	0,49	1,17	0,99	1,02
Avril	1,00	2,60	1,72	0,85	1,98	1,58	0,43	1,10	1,46	0,93	2,13	1,62	1,59
Mai	1,00	3,20	2,38	1,30	3,04	2,34	0,62	1,85	2,19	1,03	2,62	2,24	2,28
Juin	1,00	3,55	2,80	1,54	3,65	2,80	0,74	2,41	2,65	1,17	3,04	2,66	2,72
Juillet	1,00	3,45	2,66	1,40	3,34	2,62	0,66	2,14	2,49	1,17	2,99	2,54	2,57

Août	1,00	2,89	2,01	1,11	2,60	1,96	0,49	1,35	1,77	0,81	2,08	1,84	1,89
Septembre	1,00	2,29	1,41	0,83	1,84	1,32	0,37	0,86	1,13	0,58	1,44	1,24	1,27
Octobre	1,00	1,90	0,99	0,65	1,36	0,89	0,27	0,54	0,68	0,37	0,90	0,79	0,83
Novembre	1,00	1,71	0,78	0,38	0,83	0,62	0,24	0,48	0,48	0,43	0,91	0,64	0,62
Décembre	1,00	1,59	0,63	0,41	0,81	0,50	0,17	0,34	0,33	0,25	0,56	0,45	0,46