

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DU LOGEMENT

Arrêté du 17 octobre 2012 modifiant la méthode de calcul 3CL-DPE introduite par l'arrêté du 9 novembre 2006 portant approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine

NOR : ETLL1234842A

***Publics concernés :** diagnostiqueurs immobiliers, organismes de certification de personnes, éditeurs de logiciels pour la réalisation des DPE, organismes de formation.*

***Objet :** modification de la méthode de calcul 3CL-DPE pour la réalisation des DPE.*

***Entrée en vigueur :** le 1^{er} janvier 2013.*

***Notice :** le présent arrêté affine le modèle de calcul des consommations conventionnelles des logements utilisés pour la réalisation des DPE. Les principales évolutions de la méthode sont les suivantes :*

- détermination du coefficient de réduction des déperditions en fonction des caractéristiques précises des locaux non chauffés pris en compte ;*
- amélioration de la prise en compte des masques et apports solaires ;*
- ajout de matériaux et d'équipements à la bibliothèque de données d'entrée ;*
- remplacement des coefficients de déperditions par renouvellement d'air par une méthode de calcul précise faisant intervenir des données d'entrée exigées par ailleurs ;*
- variation du coefficient d'intermittence en fonction du type de bien diagnostiqué et de l'équipement principal de chauffage ;*
- mise en place d'un module de calcul automatique des puissances nominales pour les chaudières individuelles et pour les pompes à chaleur ;*
- amélioration du calcul des rendements des systèmes à partir de leurs puissances ;*
- traitement de configurations particulières ;*
- calcul automatique des abonnements d'électricité à partir de la puissance électrique de chauffage ; ainsi que*
- de nombreuses explications sur les scénarii conventionnels et des méthodes à suivre dans le cas de situations moins courantes.*

***Références :** les textes créés par le présent arrêté peuvent être consultés sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>). Le présent arrêté modifie la méthode de calcul 3CL-DPE introduite à l'annexe 1 de l'arrêté du 9 novembre 2006 portant approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine.*

La ministre de l'égalité des territoires et du logement et la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie,

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment ses articles R. 134-1 à R. 134-5 ;

Vu l'arrêté du 9 novembre 2006 portant approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine,

Arrêtent :

Art. 1^{er}. – La méthode de calcul de l'annexe du présent arrêté remplace la méthode de calcul 3CL-DPE de l'annexe 1 de l'arrêté du 9 novembre 2006 portant approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine.

Art. 2. – Le présent arrêté entre en vigueur le 1^{er} janvier 2013.

Art. 3. – Le directeur de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages et le directeur général de l'énergie et du climat sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 17 octobre 2012.

*La ministre de l'égalité des territoires
et du logement,*

Pour la ministre et par délégation :

*Le directeur de l'habitat,
de l'urbanisme et des paysages,*

E. CRÉPON

*La ministre de l'écologie,
du développement durable et de l'énergie,*

Pour la ministre et par délégation :

*Le directeur de l'habitat,
de l'urbanisme
et des paysages,*
E. CRÉPON

*Le directeur général de l'énergie
et du climat,*
P.-F. CHEVET

ANNEXE 1

MÉTHODE 3CL-DPE v1.3

SOMMAIRE

1. *La méthode conventionnelle*
2. *Expression du besoin de chauffage*
3. *Calcul des déperditions de l'enveloppe GV*
 - 3.1. **Détermination du coefficient de réduction des déperditions b**
 - 3.2. **Calcul des U des parois opaques**
 - 3.2.1. *Calcul des Umur*
 - 3.2.1.1. Schéma du calcul de Umur
 - 3.2.1.2. Calcul des Umur0
 - 3.2.2. *Calcul des Uplancher bas (Upb)*
 - 3.2.2.1. Schéma du calcul de Upb
 - 3.2.2.2. Calcul des Upb0
 - 3.2.3. *Calcul des Uplancher haut (Uph)*
 - 3.2.3.1. Schéma du calcul de Uph
 - 3.2.3.2. Calcul des Uph0
 - 3.3. **Calcul des U des parois vitrées et des portes**
 - 3.3.1. *Caractérisation des baies et des portes*
 - 3.3.1.1. Détermination de la performance du vitrage U_g
 - 3.3.1.2. Coefficients U_w des fenêtres/portes-fenêtres
 - 3.3.1.3. Coefficients U_{jn} des fenêtres/portes-fenêtres
 - 3.3.1.4. Coefficients U des portes
 - 3.4. **Calcul des déperditions par les ponts thermiques**
 - 3.4.1. *Plancher bas/mur*
 - 3.4.2. *Plancher intermédiaire lourd/mur*
 - 3.4.3. *Plancher haut lourd/mur*
 - 3.4.4. *Refend/mur*
 - 3.4.5. *Menuiserie/mur*
 - 3.5. **Calcul des déperditions par renouvellement d'air**
4. *Détermination des sollicitations environnementales*
 - 4.1. **Calcul de F**
 - 4.2. **Détermination de la surface Sud équivalente**
 - 4.2.1. *Détermination du coefficient d'orientation et du facteur solaire*
 - 4.2.2. *Détermination du facteur d'enseulement*
 - 4.2.2.1. Masques proches
 - 4.2.2.1.1. Baie en fond de balcon ou fond et flanc de loggias
 - 4.2.2.1.2. Baie sous un balcon ou auvent
 - 4.2.2.1.3. Baie masquée par une paroi latérale au Sud
 - 4.2.2.2. Masques lointains
 - 4.2.2.2.1. Obstacle d'environnement homogène

4.2.2.2.2. Obstacle d'environnement non homogène

5. Détermination de l'inertie

5.1. Plancher haut lourd

5.2. Plancher bas lourd

5.3. Paroi verticale lourde

6. Calcul du facteur d'intermittence INT

7. Calcul de la consommation de chauffage (Cch)

7.1. Installation de chauffage

7.2. Installation de chauffage avec chauffage solaire

7.3. Installation de chauffage avec insert ou poêle bois en appoint

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

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

7.6. Installation de chauffage avec chaudière gaz ou fioul en relève d'une chaudière bois

7.7. Installation de chauffage avec chauffage solaire et insert ou poêle bois en appoint

7.8. Installation de chauffage avec chaudière en relève de PAC

7.9. Installation de chauffage avec chaudière en relève de PAC avec insert ou poêle bois en appoint

7.10. Installation de chauffage collectif avec base + appoint

7.10.1. Cas général

7.10.2. Convecteurs bi-jonction

7.11. Chauffage avec plusieurs installations différentes et indépendantes et/ou plusieurs installations différentes et indépendantes couplées

8. Rendement de distribution, d'émission et de régulation de chauffage

8.1. Rendement d'émission

8.2. Rendement de distribution

8.3. Rendement de régulation

9. Rendement de génération des générateurs autres qu'à combustion

9.1. Rendement des générateurs à effet joule direct et des réseaux de chaleur

9.2. COP des PAC installées

9.3. COP des PAC neuves recommandées

10. Rendement de génération des générateurs à combustion

10.1. Profil de charge des générateurs

10.1.1. Profil de charge conventionnel

10.1.2. Présence de un ou plusieurs générateurs à combustion indépendants

10.1.3. Cascade de deux générateurs à combustion

10.1.3.1. Cascade avec priorité

10.1.3.2. Cascade sans priorité (même contribution au taux de charge)

10.1.3.3. Pondération et contribution de chaque générateur

10.2. Pertes au point de fonctionnement

10.2.1. Chaudières basse température et à condensation

10.2.2. Chaudières standard ou classiques

10.2.3. Générateurs d'air chaud

10.2.4. Radiateurs à gaz

10.2.5. Chaudières bois

10.3. Valeurs par défaut des caractéristiques des chaudières

10.3.1. Chaudières gaz

10.3.2. Chaudières fioul

10.3.3. Calcul des puissances P_n des générateurs à combustion individuels

10.4. Puissances moyennes fournies et consommées

10.5. Rendement conventionnel annuel moyen de génération de chauffage

11. Expression du besoin d'ECS (Beecs)

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

11.1.1. Maison ou appartement

11.1.2. Immeuble de N appartements

- 11.2. **Surface habitable > 27 m²**
 - 11.2.1. *Maison ou appartement*
 - 11.2.2. *Immeuble de N appartements*
- 12. **Calcul de la consommation d'ECS**
 - 12.1. **Un seul système d'ECS avec solaire**
 - 12.2. **Deux systèmes d'ECS dans une maison ou un appartement**
- 13. **Rendement de distribution de l'ECS**
 - 13.1. **Installation individuelle**
 - 13.2. **Installation collective**
- 14. **Rendement de stockage de l'ECS**
 - 14.1. **Pertes de stockage des ballons d'accumulation**
 - 14.2. **Pertes des ballons électriques**
 - 14.3. **Rendement de stockage**
- 15. **Rendement de génération d'ECS**
 - 15.1. **Générateurs à combustion**
 - 15.1.1. *Production d'ECS seule par chaudière gaz, fioul ou chauffe-eau gaz*
 - 15.1.2. *Production par chaudière gaz, fioul ou bois*
 - 15.1.3. *Accumulateur gaz*
 - 15.1.4. *Chauffe-bain au gaz à production instantanée*
 - 15.2. **Chauffe-eau thermodynamique à accumulation**
 - 15.3. **Réseau de chaleur**
- 16. **Expression des consommations de refroidissement**
 - 16.1. **Cas des maisons**
 - 16.2. **Cas des immeubles**
- 17. **Prise en compte de la production d'énergie**
- 18. **Traitement de configurations particulières**
 - 18.1. **DPE à l'immeuble équipé de plusieurs systèmes de chauffage ou d'ECS**
 - 18.2. **Comptage sur les installations collectives en l'absence de DPE à l'immeuble**
- 19. **Détermination des abonnements d'électricité**
 - 19.1. **Evaluation de la puissance souscrite Ps**
 - 19.2. **Tarif des énergies**
- 20. **Annexes**
 - 20.1. **Fecs pour une maison avec ECS solaire seule**
 - 20.2. **Fecs pour une maison avec chauffage et ECS solaires**
 - 20.3. **Fch pour une maison avec chauffage solaire seul**
 - 20.4. **Fecs pour un immeuble avec ECS solaire seule**

1. *La méthode conventionnelle*

Le DPE a pour principal objectif d'informer sur la performance énergétique des bâtiments. Cette information communiquée doit ensuite permettre de comparer objectivement les différents bâtiments entre eux.

Si nous 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 20 °C ou 22 °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 qui 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 sur la base de degrés heures moyens sur 30 ans par département. 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 18 °C, de la différence entre 18 °C et la température extérieure. Ils prennent en compte une inoccupation d'une semaine par an pendant la période de chauffe ainsi qu'un réduit des températures à 16 °C pendant la nuit de 22 heures à 6 heures ;

- aux 18 °C assurés par l'installation de chauffage, les apports internes (occupation, équipements électriques, éclairage, etc.) sont pris en compte à travers une contribution forfaitaire de 1 °C permettant ainsi d'atteindre la consigne de 19 °C ;
- le besoin d'ECS est forfaitisé selon la surface habitable du bâtiment et le département.

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

$$BV = GV \times (1 - F)$$

BV : besoins annuels de chauffage d'un logement par degré d'écart 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).

F est la fraction des besoins de chauffage couverts par les apports gratuits.

3. Calcul des déperditions de l'enveloppe GV

Données d'entrée :

Coefficient de transmission thermique : U (W/m².K)

Surface des parois i (murs, plafonds, planchers, baies, portes) : Si (m²)

$$GV = DP_{\text{murs}} + DP_{\text{plafonds}} + DP_{\text{planchers}} + DP_{\text{baies}} + DP_{\text{portes}} + PT + DR$$

$$DP_{\text{murs}} = b1 \times S_{\text{mur1}} \times U_{\text{mur1}} + b2 \times S_{\text{mur2}} \times U_{\text{mur2}} + b3 \times S_{\text{mur3}} \times U_{\text{mur3}} + \dots$$

$$DP_{\text{plafonds}} = b1 \times S_{\text{plafond1}} \times U_{\text{plafond1}} + b2 \times S_{\text{plafond2}} \times U_{\text{plafond2}} + b3 \times S_{\text{plafond3}} \times U_{\text{plafond3}} + \dots$$

$$DP_{\text{planchers}} = b1 \times S_{\text{plancher1}} \times U_{\text{plancher1}} + b2 \times S_{\text{plancher2}} \times U_{\text{plancher2}} + b3 \times S_{\text{plancher3}} \times U_{\text{plancher3}} + \dots$$

$$DP_{\text{baies}} = b1 \times S_{\text{baie1}} \times U_{\text{baie1}} + b2 \times S_{\text{baie2}} \times U_{\text{baie2}} + b3 \times S_{\text{baie3}} \times U_{\text{baie3}} + \dots$$

$$DP_{\text{portes}} = b1 \times S_{\text{porte1}} \times U_{\text{porte1}} + b2 \times S_{\text{porte2}} \times U_{\text{porte2}} + b3 \times S_{\text{porte3}} \times U_{\text{porte3}} + \dots$$

Avec :

GV : somme des déperditions par les parois et par le renouvellement d'air par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K)

DP_i : déperdition par la paroi i par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K)

S_i : surface de la paroi déperditif i (m²)

U_i : coefficient de transmission thermique surfacique de la paroi i par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/m².K)

PT : déperdition par les ponts thermiques par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K)

DR : déperditions par le renouvellement d'air par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K)

b_i : coefficient de réduction des déperditions pour la paroi i.

Dans le calcul des déperditions, les parois à considérer sont celles séparant le volume chauffé et/ou habitable de l'extérieur, d'un espace non chauffé ou du sol.

Les parties de bâtiments d'habitation non habitables telles que les garages ne sont pas prises en compte dans le calcul, à l'exception des vérandas chauffées.

On appelle baie l'ensemble vitrage-menuiserie (ouvrant + dormant) des fenêtres, portes-fenêtres et vérandas.

La surface des fenêtres, portes et portes-fenêtres ainsi que toute autre menuiserie intègre les dormants.

Les dimensions intérieures des parois doivent être prises pour le calcul des déperditions.

Les caractérisations des parois peuvent être faites selon les méthodes données par les règles TH-U.

3.1. Détermination du coefficient de réduction des déperditions b

Données d'entrée :

Surface des parois séparant l'espace non chauffé des espaces chauffés : A_{iu} (m^2)

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

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

Etat d'isolation des parois donnant sur le local non chauffé (isolées, non isolées)

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

Pour une paroi donnant sur l'extérieur, $b = 1$.

Pour une paroi enterrée ou un plancher sur vide sanitaire, $b = 0,8$.

Pour les bâtiments adjacents autres que d'habitation, $b = 0,2$.

Dans les autres cas, la méthode de calcul qui suit doit être utilisée.

Des valeurs du coefficient b sont données dans les tableaux suivants et ceci en fonction du rapport des surfaces A_{iu}/A_{ue} et du coefficient surfacique équivalent $U_{V,ue}$. Dans le cas de locaux non chauffés non accessibles, une estimation des surfaces A_{iu} et A_{ue} peut être réalisée. Elle devra être signifiée et justifiée dans le rapport.

Dans les tableaux suivants :

- la surface A_{ue} des vérandas non chauffées doit être considérée comme non isolée ;
- Inc désigne un local non chauffé ;
- Ic désigne le local chauffé.

La surface A_{ue} intègre toutes les parois du local non chauffé qui donnent sur l'extérieur, qui sont enterrées ou qui donnent sur un autre local non chauffé.

Les parois d'un local sont considérées comme isolées ou enterrées si elles le sont à plus de 50 %.

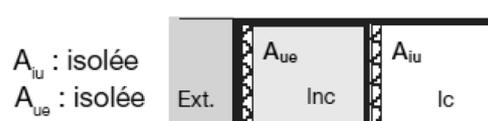
Les parois en double vitrage et les portes seront considérées comme non isolées pour le calcul de b . Les parois en triple vitrage seront considérées comme isolées.



A_{iu}/A_{ue}	$U_{V,ue}$ W/(m ² .K)			
	0,0	0,3	3,0	9,00
$\leq 0,25$	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
$8,00 < \leq 10,0$	0,40	0,50	0,60	0,75
$10,0 < \leq 25,0$	0,35	0,40	0,50	0,70
$25,0 < \leq 50,0$	0,20	0,25	0,35	0,50
$50,0 <$	0,10	0,15	0,20	0,30



A_{iu}/A_{ue}	$U_{V,ue}$ W/(m ² .K)			
	0,0	0,3	3,0	9,00
$\leq 0,25$	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
$8,00 < \leq 10,0$	0,10	0,10	0,20	0,30
$10,0 < \leq 25,0$	0,05	0,10	0,15	0,25
$25,0 < \leq 50,0$	0,05	0,05	0,05	0,15
$50,0 <$	0,00	0,00	0,05	0,05



A_{iu}/A_{ue}	$U_{V,ue}$ W/(m ² .K)			
	0,0	0,3	3,0	9,0
≤ 0,25	0,35	0,50	0,85	0,95
0,25 < ≤ 0,50	0,20	0,35	0,70	0,90
0,50 < ≤ 0,75	0,15	0,25	0,65	0,85
0,75 < ≤ 1,00	0,15	0,20	0,55	0,80
1,00 < ≤ 1,25	0,10	0,15	0,50	0,75
1,25 < ≤ 2,00	0,05	0,10	0,40	0,65
2,00 < ≤ 2,50	0,05	0,10	0,35	0,60
2,50 < ≤ 3,00	0,05	0,10	0,30	0,55
3,00 < ≤ 3,50	0,05	0,05	0,25	0,50
3,50 < ≤ 4,00	0,05	0,05	0,25	0,45
4,00 < ≤ 6,00	0,00	0,05	0,20	0,35
6,00 < ≤ 8,00	0,00	0,05	0,15	0,30
8,00 < ≤ 10,0	0,00	0,05	0,10	0,25
10,0 < ≤ 25,0	0,00	0,00	0,10	0,20
25,0 < ≤ 50,0	0,00	0,00	0,05	0,10
50,0 <	0,00	0,00	0,00	0,05

A_{iu}/A_{ue}	$U_{V,ue}$ W/(m ² .K)			
	0,0	0,3	3,0	9,0
≤ 0,25	0,80	0,90	0,95	1,00
0,25 < ≤ 0,50	0,65	0,80	0,95	1,00
0,50 < ≤ 0,75	0,55	0,70	0,90	0,95
0,75 < ≤ 1,00	0,50	0,65	0,90	0,95
1,00 < ≤ 1,25	0,45	0,60	0,90	0,95
1,25 < ≤ 2,00	0,35	0,45	0,80	0,95
2,00 < ≤ 2,50	0,30	0,40	0,80	0,90
2,50 < ≤ 3,00	0,25	0,35	0,75	0,90
3,00 < ≤ 3,50	0,20	0,35	0,70	0,90
3,50 < ≤ 4,00	0,20	0,30	0,70	0,85
4,00 < ≤ 6,00	0,15	0,25	0,60	0,80
6,00 < ≤ 8,00	0,10	0,20	0,55	0,75
8,00 < ≤ 10,0	0,10	0,15	0,45	0,70
10,0 < ≤ 25,0	0,05	0,10	0,40	0,65
25,0 < ≤ 50,0	0,05	0,05	0,25	0,45
50,0 <	0,00	0,05	0,10	0,30

Locaux non chauffés types	$U_{V,ue}$ W/(m ² .K)
Maison individuelle	
• Garage	3
• Cellier	3
• Véranda	3
• Comble	
- fortement ventilé $A_v/A_c > 0,003$	9
- faiblement ventilé $0,0003 \leq A_v/A_c \leq 0,003$	3
Logement collectif	
• 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 ⁽¹⁾ ou 0,3 ⁽²⁾
- garage privé collectif	3
• Autres dépendances	3
• Comble	
- fortement ventilé $A_v/A_c > 0,003$	9
- faiblement ventilé $0,0003 \leq A_v/A_c \leq 0,003$	3

(1) Portes d'accès sans dispositif de fermeture automatique
(2) Portes d'accès avec dispositif de fermeture automatique

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, ou avec éléments de support discontinus sur support continu.

Pour les sous-sols : $U_{V,ue} = 3$.

3.2. Calcul des U des parois opaques

Données d'entrée :

Mur :

Type de matériau (béton, pierre, inconnu...).

Etat d'isolation (isolé, non isolé, inconnu).

Niveau d'isolation (épaisseur, résistance, année d'isolation, année de construction).

Type de chauffage (effet joule, autres).
Coefficient de transmission thermique U.

Plancher bas :

Type de plancher bas (terre-plein, vide sanitaire...).

Configuration de plancher (poutrelles hourdis, dalle béton...).

Etat d'isolation (isolé, non isolé, inconnu).

Niveau d'isolation (épaisseur, résistance, année d'isolation, année de construction).

Type de chauffage (effet joule, autres)

Surface de plancher sur terre-plein.

Périmètre de plancher sur terre-plein.

Coefficient de transmission thermique U.

Plancher haut :

Type de plancher haut (terrasse, combles perdus...).

Configuration de plancher (poutrelles hourdis, dalle béton...).

Etat d'isolation (isolé, non isolé, inconnu).

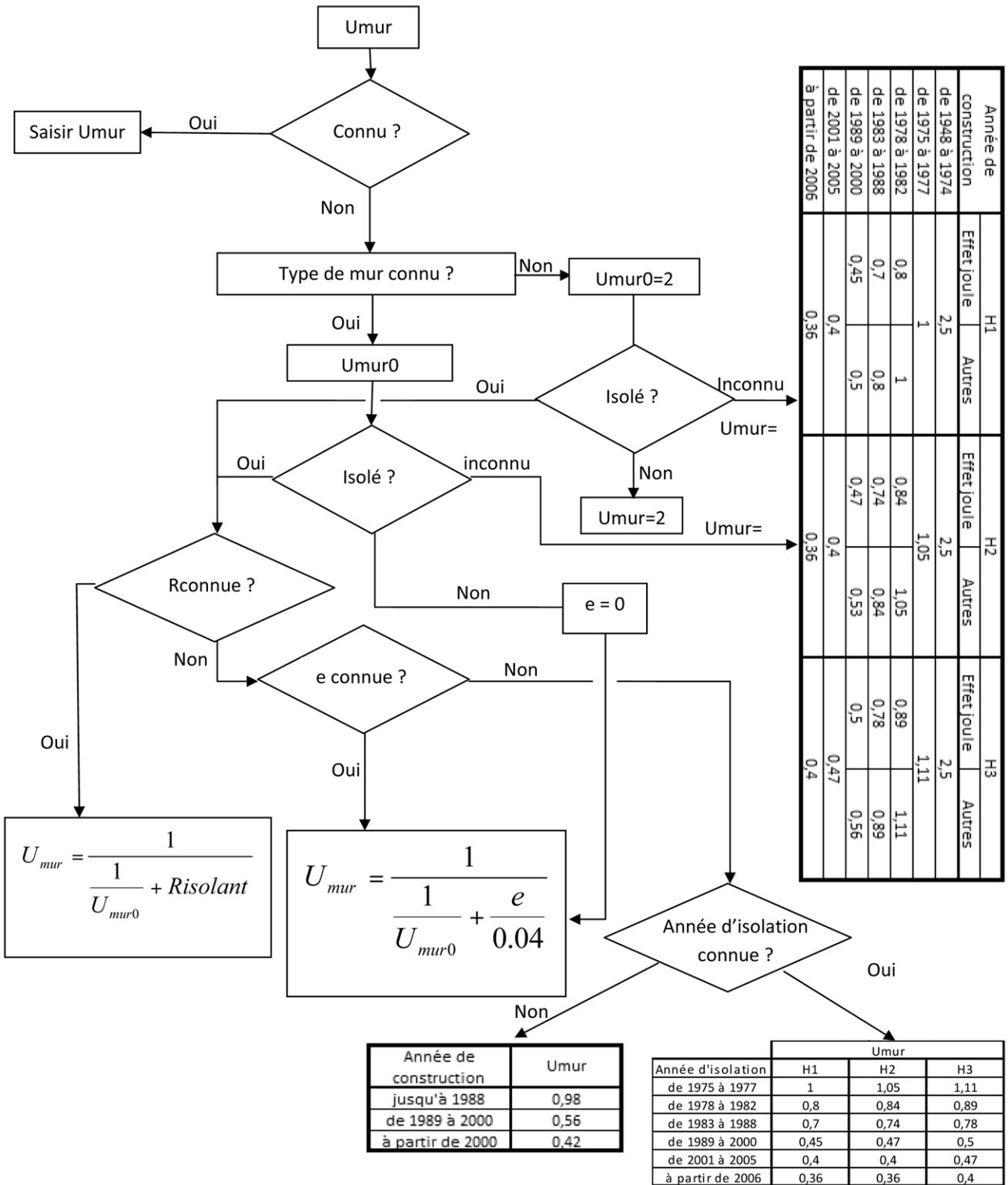
Niveau d'isolation (épaisseur, résistance, année d'isolation, année de construction).

Type de chauffage (effet joule, autres).

Coefficient de transmission thermique U.

3.2.1. Calcul des Umur

3.2.1.1. Schéma du calcul de Umur



Année de construction	H1		H2		H3	
	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres	Effet joule	Autres
de 1948 à 1974	2,5		2,5		2,5	
de 1975 à 1977	1		1,05		1,11	
de 1978 à 1982	0,8	1	0,84	1,05	0,89	1,11
de 1983 à 1988	0,7	0,8	0,74	0,84	0,78	0,89
de 1989 à 2000	0,45	0,5	0,47	0,53	0,5	0,56
de 2001 à 2005	0,4		0,4		0,47	
à partir de 2006	0,36		0,36		0,4	

Année de construction	Umur
jusqu'à 1988	0,98
de 1989 à 2000	0,56
à partir de 2000	0,42

Année d'isolation	Umur		
	H1	H2	H3
de 1975 à 1977	1	1,05	1,11
de 1978 à 1982	0,8	0,84	0,89
de 1983 à 1988	0,7	0,74	0,78
de 1989 à 2000	0,45	0,47	0,5
de 2001 à 2005	0,4	0,4	0,47
à partir de 2006	0,36	0,36	0,4

3.2.1.2. Calcul des Umur0

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

ÉPAISSEUR (EN CM)		20 et -	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

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)				40 et -	45	50	55	60	65	70	75	80
Murs en pisé ou béton de terre stabilisé (à partir d'argile crue)				1,75	1,65	1,55	1,45	1,35	1,25	1,2	1,15	1,1

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)			8 et -	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					

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)		10 et -	15	20	25
Murs bois (rondins)		1,6	1,2	0,95	0,8

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)		9 et -	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

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)		20 et -	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

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)		15 et -	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

ÉPAISSEUR CONNUE		20 et -	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

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)		20 et -	23	25
Murs en blocs de béton creux		2,8	2,65	2,3

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)	20 et –	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	–

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)	30	37,5
Monomur terre cuite	0,47	0,40

ÉPAISSEUR CONNUE (EN CM)	5	7	10	15	20	25	27,5	30	32,5	37,5
Béton cellulaire	2,12	1,72	1,03	0,72	0,55	0,46	0,42	0,39	0,35	0,32

Cloison de plâtre $U_{mur0} = 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

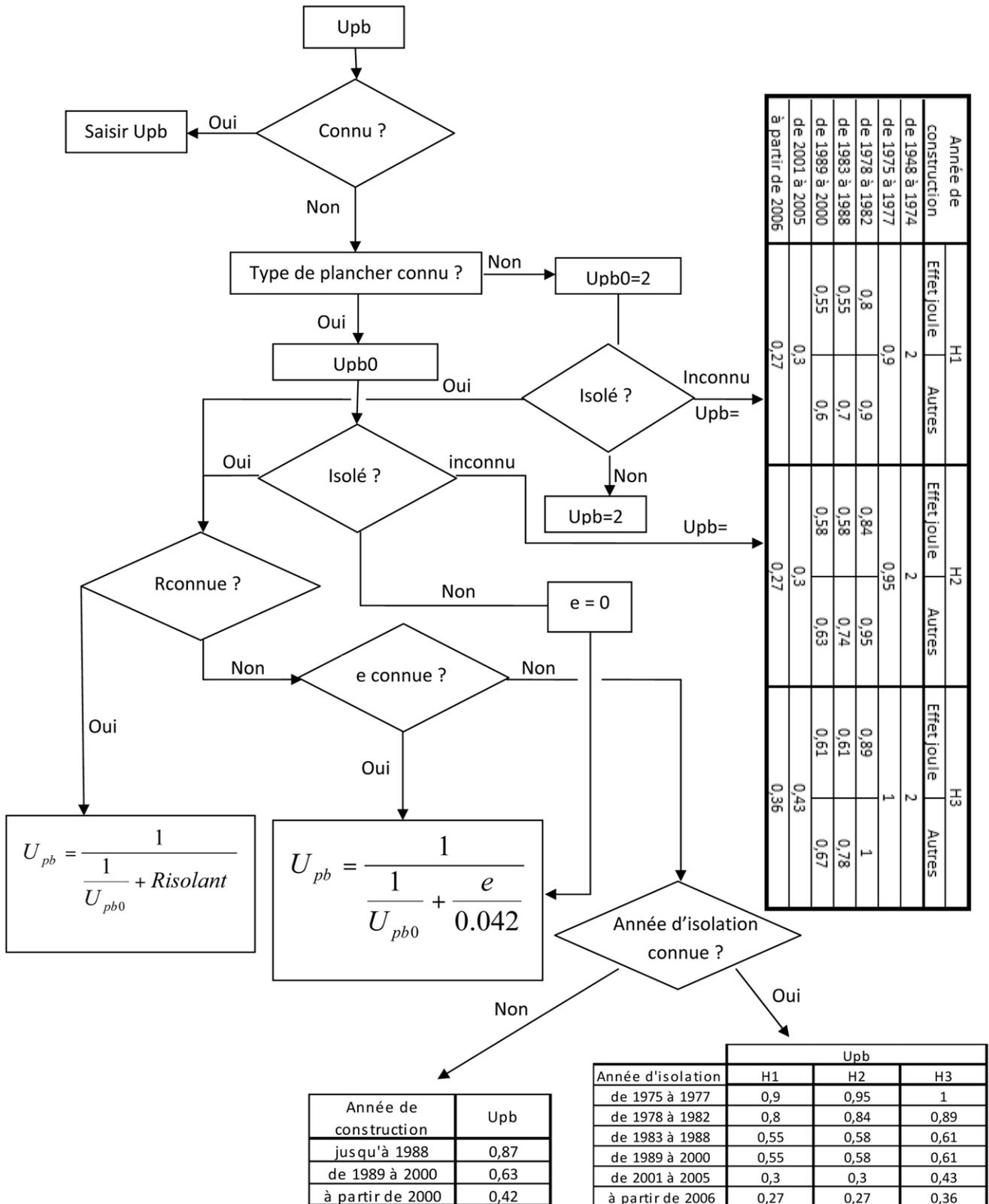
Pour les murs non répertoriés, saisir directement les coefficients de transmission thermique U. Les données des règles TH-U peuvent être utilisées.

Pour les calculs de déperdition : $U_{mur} = \text{Min}(U_{mur} ; 2)$.

3.2.2. Calcul des Uplancher bas (Upb)

3.2.2.1. Schéma du calcul de Upb

Si le plancher donne sur vide sanitaire ou local non chauffé :



Si le plancher donne sur terre-plein :

Bâtiment d'avant 2001 :

2S/P (m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Upb (W/m².K)	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31	0,3	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22

Bâtiments à partir de 2001 :

2S/P (m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Upb (W/m².K)	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15

P : périmètre du plancher déperditif sur terre-plein (m).

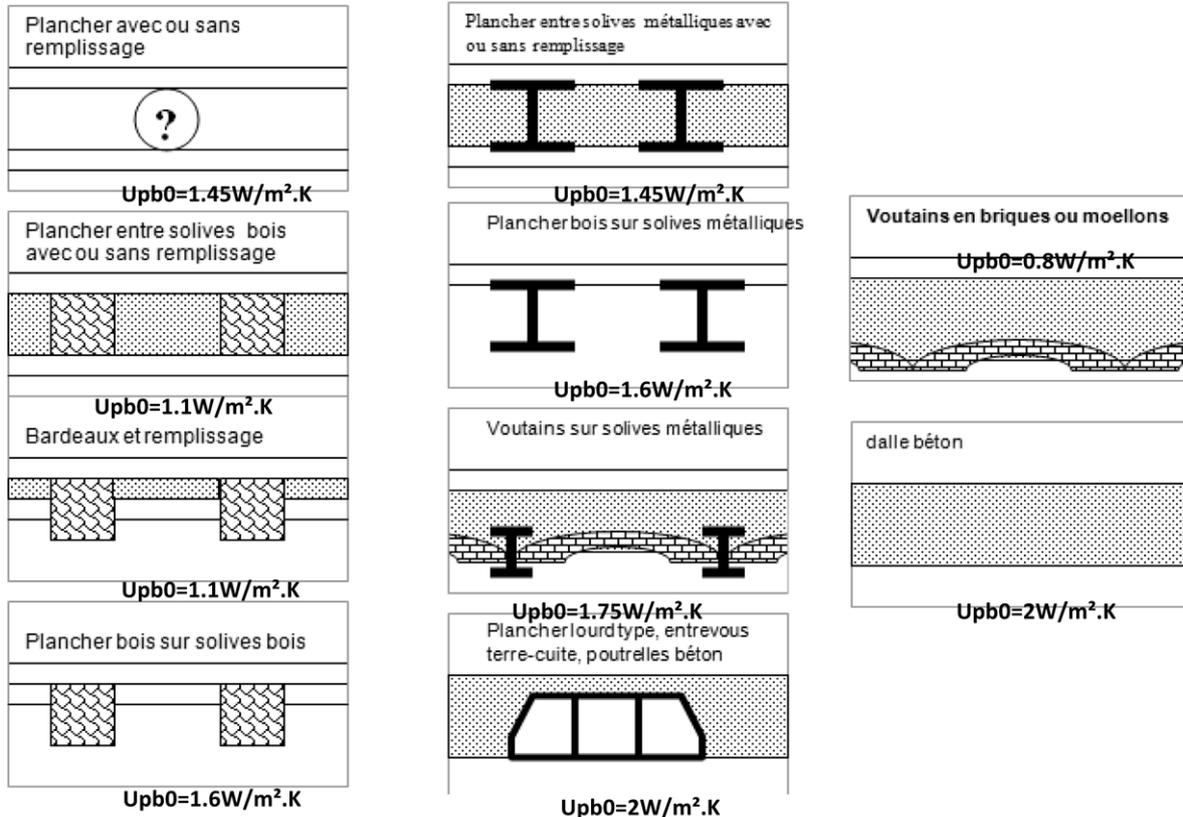
S : surface du plancher sur terre-plein (m²).

2S/P est arrondi à l'entier le plus proche.

Pour les appartements sur terre-plein, P et S sont respectivement le périmètre et la surface de plancher sur terre-plein de l'immeuble.

3.2.2.2. Calcul des Upb0

Upb0 est le coefficient de transmission thermique du plancher bas non isolé (W/m².K).



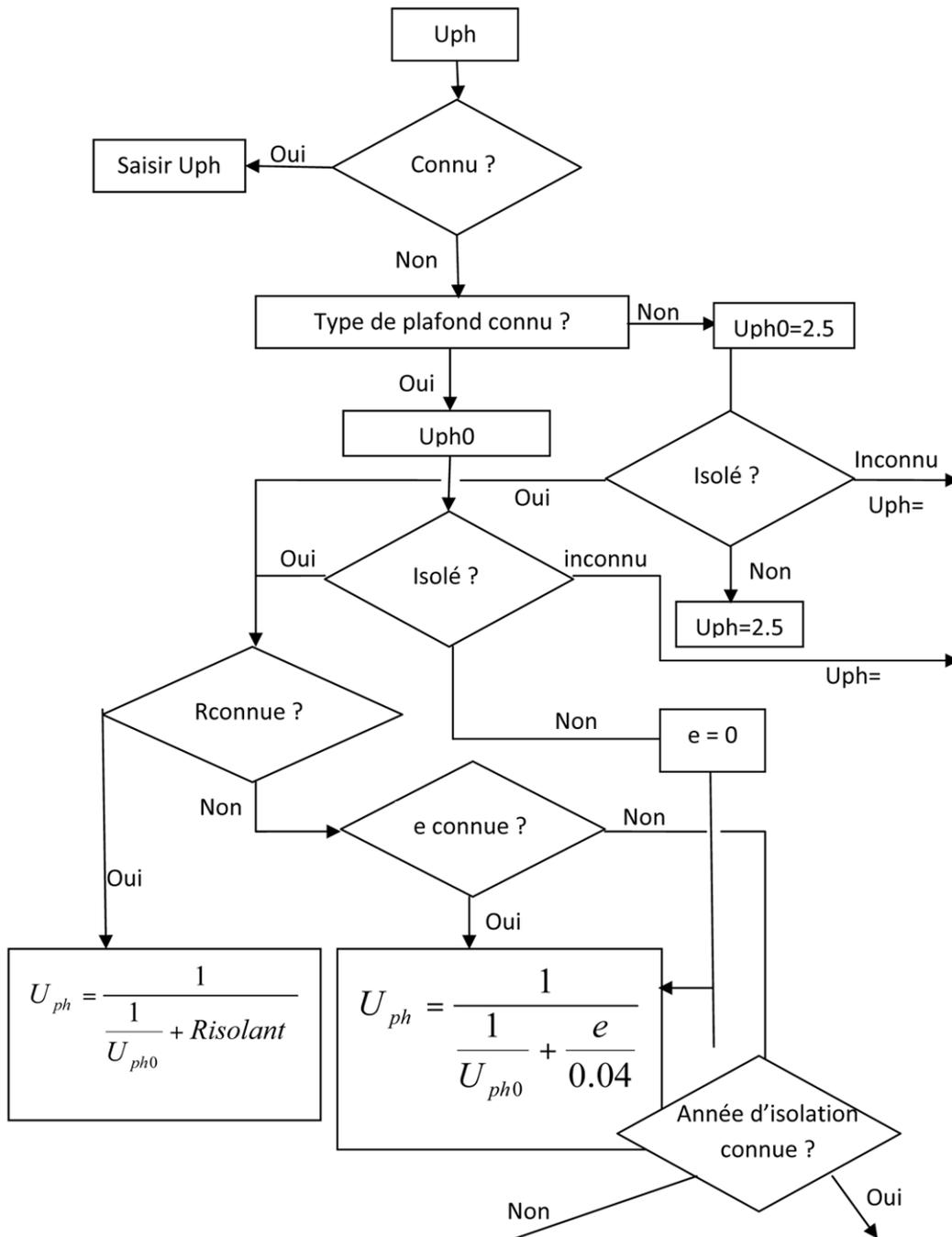
Plancher à entrevous isolant Upb0 = 0,45 W/m².K.

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

Pour les calculs de déperdition : Upb = Min(Upb ; 2).

3.2.3. Calcul des Uplancher haut (U_{ph})

3.2.3.1. Schéma du calcul de U_{ph}



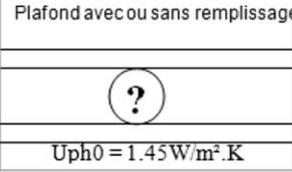
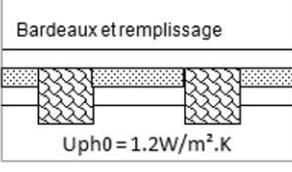
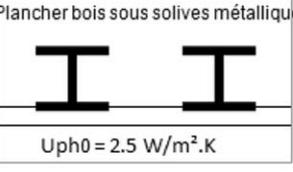
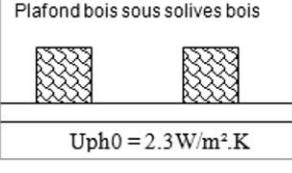
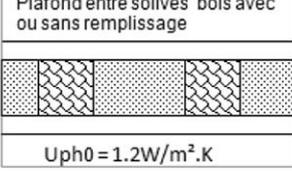
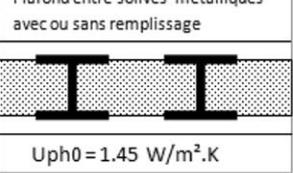
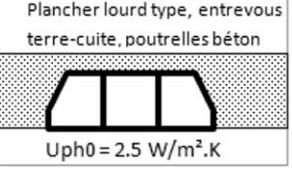
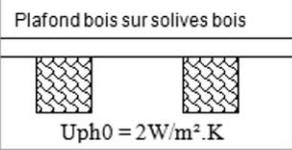
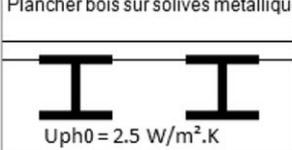
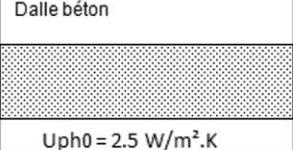
Année de construction	Combles			Terrasse		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3
de 1948 à 1974	Effet joule 2,5					
de 1975 à 1977	Autres 0,5	Autres 0,53	Autres 0,56	Autres 0,75	Autres 0,79	Autres 0,83
de 1978 à 1982	0,4	0,42	0,44	0,7	0,74	0,78
de 1983 à 1988	0,3	0,32	0,33	0,4	0,42	0,44
de 1989 à 2000	0,25	0,26	0,3	0,35	0,37	0,39
de 2001 à 2005	0,23	0,23	0,3	0,3	0,3	0,3
à partir de 2006	0,2	0,2	0,25	0,27	0,27	0,27

Année de construction	U _{ph}		
	Combles perdus	Combles aménagés	Toiture Terrasse
jusqu'à 1988	0,43	0,61	1
de 1989 à 2000	0,23	0,38	0,5
à partir de 2000	0,19	0,27	0,3

Année d'isolation	U _{ph}					
	Combles			Terrasse		
de 1975 à 1977	H1 0,5	H2 0,53	H3 0,56	H1 0,75	H2 0,79	H3 0,83
de 1978 à 1982	0,4	0,42	0,44	0,7	0,74	0,78
de 1983 à 1988	0,3	0,32	0,33	0,4	0,42	0,44
de 1989 à 2000	0,25	0,26	0,3	0,35	0,37	0,39
de 2001 à 2005	0,23	0,23	0,3	0,3	0,3	0,3
à partir de 2006	0,2	0,2	0,25	0,27	0,27	0,27

3.2.3.2. Calcul des Uph0

Uph0 est le coefficient de transmission thermique du plancher haut non isolé ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$).

Plafond avec ou sans remplissage  Uph0 = 1.45 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Bardeaux et remplissage  Uph0 = 1.2 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Plancher bois sous solives métallique  Uph0 = 2.5 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	
Plafond bois sous solives bois  Uph0 = 2.3 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Plafond entre solives bois avec ou sans remplissage  Uph0 = 1.2 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Plafond entre solives métalliques avec ou sans remplissage  Uph0 = 1.45 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Plancher lourd type, entrevous terre-cuite, poutrelles béton  Uph0 = 2.5 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$
Plafond bois sur solives bois  Uph0 = 2 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Plancher bois sur solives métallique  Uph0 = 2.5 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Dalle béton  Uph0 = 2.5 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	

Combles aménagés sous rampant : Uph0 = 2,5 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$.

Toiture en chaume : Uph0 = 0,24 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$.

Plafond en plaque de plâtre : Uph0 = 2,5 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$.

Pour les calculs de déperdition : Uph = Min(Uph ; 2).

Pour les murs, plafonds, planchers non répertoriés, saisir directement les coefficients de transmission thermique U. Les données des règles TH-U peuvent être utilisées.

3.3. Calcul des U des parois vitrées et des portes

Données d'entrée :*Parois vitrées :*

Inclinaison des parois (verticales, horizontales)

Type de vitrage (simple vitrage, double vitrage, survitrage...)

Niveau d'isolation (épaisseur lame d'air, isolation renforcée, remplissage gaz rare...)

Nature de menuiserie (bois, PVC, métal...)

Type de menuiserie (battante, coulissante)

Type de baie (fenêtre, porte-fenêtre sans soubassement, porte-fenêtre avec soubassement)

Type de volet (jalousie, volet roulant...)

Porte :

Type de porte (opaque pleine, avec 30 % de vitrage...)

Type de menuiserie (bois, PVC...)

Les parois vitrées des vérandas chauffées seront traitées comme des portes-fenêtres.

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

– brique de verre pleine : $U_w = 3,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$;

– brique de verre creuse : $U_w = 2,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

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

3.3.1. Caractérisation des baies et des portes

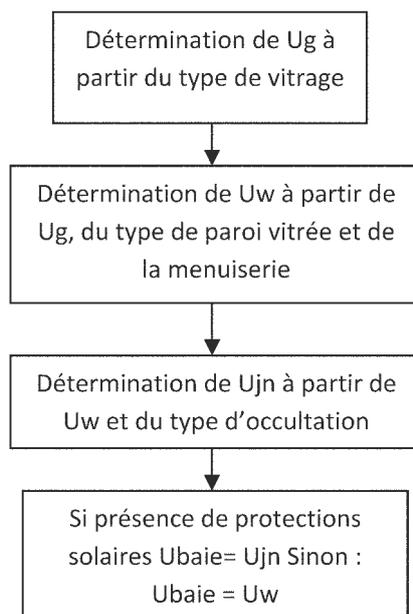
Définition de l'inclinaison des baies pour le calcul des U :

– paroi verticale = angle par rapport à l'horizontal $\geq 75^\circ$;

– paroi horizontale = angle par rapport à l'horizontal $< 75^\circ$;

Si 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.

U_w : coefficient de transmission thermique de la fenêtre ou de la porte-fenêtre (vitrage + menuiserie).

U_{jn} : coefficient de transmission thermique de la fenêtre ou de la porte-fenêtre avec les protections solaires (vitrage + menuiserie + volet).

3.3.1.1. Détermination de la performance du vitrage U_g

• Simple vitrage et survitrage

Pour un simple vitrage vertical ou horizontal, quelle que soit l'épaisseur du verre, prendre $U_g = 5,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Le U_g d'un survitrage est déterminé en apportant une majoration de $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 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 20 mm : toute lame d'air d'un survitrage d'épaisseur supérieure à 20 mm sera traitée dans les calculs comme une lame d'air de 20 mm d'épaisseur.

Dans la suite, les caractéristiques du survitrage seront les mêmes que celles du double vitrage équivalent.

- Double vitrage vertical

Remplissage air sec

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

Remplissage Argon ou Krypton

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

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.

- Double vitrage horizontal

Remplissage air sec

mm Épaisseur lame	U_g W/(m ² .K)	
	Vitrages non traités	Vitrages à isolation thermique renforcée
6	3,6	3,1
8	3,5	2,8
10	3,4	2,8
12	3,4	2,8
14	3,4	2,7
15	3,4	2,7
16	3,4	2,7
18	3,4	2,7
20	3,3	2,7

Remplissage Argon ou Krypton

mm Épaisseur lame	U_g W/(m ² .K)	
	Vitrages non traités	Vitrages à isolation thermique renforcée
6	3,4	2,7
8	3,3	2,6
10	3,2	2,5
12	3,2	2,5
14	3,2	2,5
15	3,2	2,5
16	3,2	2,4
18	3,2	2,4
20	3,2	2,4

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

mm épaisseur de chacune des 2 lames	U_g W/(m ² .K)	
	Vitrages non traités	Vitrages à isolation renforcée
6	2.3	1.7
8	2.1	1.5
10	2.0	1.3
12	1.9	1.2
14	1.8	1.1
15	1.8	1.0
16	1.8	1.0

Remplissage Argon ou Krypton

mm épaisseur de chacune des 2 lames	U_g W/(m ² .K)	
	Vitrages non traités	Vitrages à isolation renforcée
6	2.1	1.4
8	1.9	1.2
10	1.8	1.1
12	1.8	1.0
14	1.7	0.9
15	1.7	0.9
16	1.7	0.8

• **Triple vitrage horizontal**

Remplissage air sec

mm épaisseur de chacune des 2 lames	U_g W/(m ² .K)	
	Vitrages non traités	Vitrages à isolation renforcée
6	2.5	1.8
8	2.2	1.5
10	2.1	1.4
12	2.1	1.4
14	2.1	1.3
15	2.1	1.3
16	2.1	1.3

Remplissage Argon ou Krypton

mm épaisseur de chacune des 2 lames	U_g W/(m ² .K)	
	Vitrages non traités	Vitrages à isolation renforcée
6	2.2	1.5
8	2.1	1.3
10	2.0	1.2
12	2.0	1.2
14	2.0	1.1
15	2.0	1.1
16	2.0	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.

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.

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

3.3.1.2. Coefficients U_w des fenêtres/portes-fenêtres

Si le U_g n'est pas dans le tableau, prendre :

- la plus petite valeur du tableau si elle est inférieure à celle-ci ;
- la valeur directement inférieure ; sinon
- pour les U_g compris entre 3,4 et 4, faire une extrapolation à partir de la valeur de U_w pour $U_g = 3,3$. La valeur est arrondie au dixième le plus proche.

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

Les baies oscillantes seront traitées comme des baies battantes.

• **Menuiserie métallique à rupture de pont thermique**

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes	1,2	2,5
	1,3	2,6
	1,4	2,7
	1,5	2,7
	1,6	2,8
	1,7	2,9
	1,8	2,9
	1,9	3,0
	2,0	3,0
	2,1	3,0
	2,2	3,1
	2,3	3,2
	2,4	3,2
	2,5	3,3
2,6	3,4	
2,7	3,4	
2,8	3,5	
2,9	3,6	
Portes-fenêtres battantes	1,2	2,4
	1,3	2,5
	1,4	2,5
	1,5	2,6
	1,6	2,7
	1,7	2,7
	1,8	2,8
	1,9	2,9
	2,0	2,9
	2,1	2,9
	2,2	3,0
	2,3	3,1
	2,4	3,1
	2,5	3,2
2,6	3,3	
2,7	3,4	
2,8	3,4	
2,9	3,5	

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres coulissantes	1,2	2,3
	1,3	2,4
	1,4	2,5
	1,5	2,5
	1,6	2,6
	1,7	2,7
	1,8	2,8
	1,9	2,8
	2,0	2,9
	2,1	2,9
	2,2	2,9
	2,3	3,0
	2,4	3,1
	2,5	3,2
2,6	3,2	
2,7	3,3	
2,8	3,4	
2,9	3,5	
Portes-fenêtres coulissantes	1,2	2,1
	1,3	2,2
	1,4	2,3
	1,5	2,4
	1,6	2,5
	1,7	2,5
	1,8	2,6
	1,9	2,7
	2,0	2,8
	2,1	2,8
	2,2	2,8
	2,3	2,9
	2,4	3,0
	2,5	3,1
2,6	3,2	
2,7	3,2	
2,8	3,3	
2,9	3,4	

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes	3,0	3,6
	3,1	3,7
	3,2	3,8
	3,3	3,8
	5,8	5,2
Portes-fenêtres battantes	3,0	3,6
	3,1	3,6
	3,2	3,7
	3,3	3,8
	5,8	5,3

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres coulissantes	3,0	3,5
	3,1	3,6
	3,2	3,7
	3,3	3,8
	5,8	5,3
Portes-fenêtres coulissantes	3,0	3,5
	3,1	3,6
	3,2	3,6
	3,3	3,7
	5,8	5,4

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)	Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes	0,8	2,3	Fenêtres coulissantes	0,8	2,0
	0,9	2,3		0,9	2,1
	1,0	2,4		1,0	2,2
	1,1	2,5		1,1	2,2
Portes-fenêtres battantes	0,8	2,1	Portes-fenêtres coulissantes	0,8	1,8
	0,9	2,2		0,9	1,9
	1,0	2,3		1,0	2,0
	1,1	2,3		1,1	2,1

- Menuiserie métallique sans rupture de pont thermique

U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)			
	Fenêtres battantes	Portes-fenêtres battantes	Fenêtres coulissantes	Portes-fenêtres coulissantes
2,0	4,1	3,8	3,7	3,4
2,1	4,1	3,8	3,7	3,4
2,2	4,1	3,9	3,7	3,4
2,3	4,2	3,9	3,8	3,5
2,4	4,2	4	3,9	3,6
2,5	4,3	4,1	4	3,7
2,6	4,4	4,2	4	3,8
2,7	4,4	4,2	4,1	3,8
2,8	4,5	4,3	4,2	3,9
2,9	4,6	4,4	4,2	4
3,0	4,6	4,4	4,3	4,1
3,1	4,7	4,5	4,4	4,2
3,2	4,8	4,6	4,5	4,2
3,3	4,8	4,7	4,5	4,3
5,8	6,2	6,1	6,1	6

- Menuiserie PVC

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes	3,0	2,8
	3,1	2,9
	3,2	3
	3,3	3
	5,8	4,4
Portes-fenêtres battantes sans soubassement	3,0	2,9
	3,1	2,9
	3,2	3
	3,3	3,1
	5,8	4,5

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Portes-fenêtres battantes avec soubassement	3,0	2,8
	3,1	2,8
	3,2	2,9
	3,3	3
	5,8	4,4

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage $W/(m^2.K)$	U_w $W/(m^2.K)$
		$U_f = 2,5$
Fenêtres coulissantes	3,0	3,1
	3,1	3,1
	3,2	3,2
	3,3	3,3
	5,8	4,8
Portes-fenêtres coulissantes	3,0	3,1
	3,1	3,2
	3,2	3,2
	3,3	3,3
	5,8	4,9

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes	1,2	1,7
	1,3	1,8
	1,4	1,9
	1,5	1,9
	1,6	2,0
	1,7	2,0
	1,8	2,1
	1,9	2,2
	2,0	2,2
	2,1	2,2
	2,2	2,3
	2,3	2,4
	2,4	2,4
	2,5	2,5
	2,6	2,6
	2,7	2,6
	2,8	2,7
2,9	2,8	
Portes-fenêtres battantes sans soubassement	1,2	1,7
	1,3	1,8
	1,4	1,9
	1,5	1,9
	1,6	2,0
	1,7	2,0
	1,8	2,1
	1,9	2,2
	2,0	2,2
	2,1	2,2
	2,2	2,3
	2,3	2,4
	2,4	2,4
	2,5	2,5
	2,6	2,6
	2,7	2,6
	2,8	2,7
2,9	2,8	

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Portes-fenêtres battantes avec soubassement	1,2	1,8
	1,3	1,8
	1,4	1,9
	1,5	1,9
	1,6	2,0
	1,7	2,1
	1,8	2,1
	1,9	2,2
	2,0	2,2
	2,1	2,2
	2,2	2,3
	2,3	2,3
	2,4	2,4
	2,5	2,5
	2,6	2,5
	2,7	2,6
	2,8	2,7
2,9	2,7	

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)	Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres coulissantes	1,2	1,9	Portes-fenêtres coulissantes	1,2	1,8
	1,3	2,0		1,3	1,9
	1,4	2,1		1,4	2,0
	1,5	2,1		1,5	2,1
	1,6	2,2		1,6	2,1
	1,7	2,3		1,7	2,2
	1,8	2,3		1,8	2,3
	1,9	2,4		1,9	2,4
	2,2	2,4		2,0	2,4
	2,1	2,4		2,1	2,4
	2,2	2,5		2,2	2,5
	2,3	2,6		2,3	2,6
	2,4	2,6		2,4	2,6
	2,5	2,7		2,5	2,7
	2,6	2,8		2,6	2,8
	2,7	2,9		2,7	2,9
2,8	2,9	2,8	3,0		
2,9	3,0	2,9	3,0		

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes	0,8	1,5
	0,9	1,5
	1,0	1,6
	1,1	1,6
Portes-fenêtres battantes sans soubassement	0,8	1,4
	0,9	1,5
	1,0	1,6
	1,1	1,6
Portes-fenêtres battantes avec soubassement	0,8	1,5
	0,9	1,6
	1,0	1,6
	1,1	1,7

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres coulissantes	0,8	1,6
	0,9	1,7
	1,0	1,7
	1,1	1,8
Portes-fenêtres coulissantes	0,8	1,5
	0,9	1,6
	1,0	1,7
	1,1	1,7

• Menuiserie bois ou bois métal :

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

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes ou coulissantes	3,0	3
	3,1	3,1
	3,2	3,2
	3,3	3,2
	5,8	4,7
Portes-fenêtres battantes sans soubassement ou coulissantes	3,0	3,1
	3,1	3,1
	3,2	3,2
	3,3	3,3
	5,8	4,8

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Portes-fenêtres battantes avec soubassement	3,0	3
	3,1	3,1
	3,2	3,1
	3,3	3,2
	5,8	4,5

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes	1,2	1,9
	1,3	2,0
	1,4	2,1
	1,5	2,1
	1,6	2,2
	1,7	2,2
	1,8	2,3
	1,9	2,4
	2,0	2,4
	2,1	2,4
	2,2	2,5
	2,3	2,5
	2,4	2,6
	2,5	2,7
	2,6	2,8
	2,7	2,8
	2,8	2,9
2,9	3,0	
Portes-fenêtres battantes sans soubassement ou coulissantes	1,2	1,9
	1,3	1,9
	1,4	2,0
	1,5	2,1
	1,6	2,1
	1,7	2,2
	1,8	2,3
	1,9	2,4
	2,0	2,4
	2,1	2,4
	2,2	2,5
	2,3	2,5
	2,4	2,6
	2,5	2,7
	2,6	2,8
	2,7	2,8
	2,8	2,9
2,9	3,0	

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Portes-fenêtres battantes avec soubassement	1,2	2,0
	1,3	2,1
	1,4	2,1
	1,5	2,2
	1,6	2,2
	1,7	2,3
	1,8	2,4
	1,9	2,4
	2	2,4
	2,1	2,4
	2,2	2,5
	2,3	2,6
	2,4	2,6
	2,5	2,7
	2,6	2,7
	2,7	2,8
	2,8	2,9
2,9	2,9	

Type de la paroi vitrée	U_g du vitrage W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
Fenêtres battantes ou coulissantes	0,8	1,5
	0,9	1,6
	1,0	1,6
	1,1	1,7
Portes-fenêtres battantes sans soubassement ou coulissantes	0,8	1,4
	0,9	1,5
	1,0	1,6
	1,1	1,6
Portes-fenêtres battantes avec soubassement	0,8	1,6
	0,9	1,6
	1,0	1,7
	1,1	1,7

• **Traitement des doubles-fenêtres :**

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

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

3.3.1.3. 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 ΔR .

Fermetures	ΔR m ² .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	0,14
• Volet roulant PVC (e ≤ 12 mm)	0,19
• Persienne coulissante ou volet battant PVC, volet battant bois, (e ≤ 22 mm)	0,19
• Persienne coulissante PVC et volet battant bois, (e > 22 mm)	0,25
• Volet roulant PVC (e > 12 mm)	0,25
<i>e étant l'épaisseur du tablier</i>	

U_w W/(m ² .K)	U_{jn} pour une résistance thermique complémentaire ΔR de : m ² .K/W			
	0,08	0,14	0,19	0,25
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
2,0	1,9	1,8	1,7	1,7
2,1	1,9	1,9	1,8	1,7
2,2	2	1,9	1,9	1,8
2,3	2,1	2	2	1,9
2,4	2,2	2,1	2	2
2,5	2,3	2,2	2,1	2
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

U_w W/(m ² .K)	U_{jn} pour une résistance thermique complémentaire ΔR de : m ² .K/W			
	0,08	0,14	0,19	0,25
3,0	2,7	2,6	2,5	2,4
3,2	2,9	2,7	2,6	2,5
3,4	3,0	2,9	2,7	2,6
3,6	3,2	3,0	2,9	2,7
3,8	3,4	3,1	3,0	2,9
4,0	3,5	3,3	3,1	3,0
4,2	3,7	3,4	3,3	3,1
4,4	3,8	3,6	3,4	3,2
4,6	4,0	3,7	3,5	3,4
4,8	4,1	3,8	3,7	3,5
5,0	4,3	4,0	3,8	3,6
5,2	4,4	4,1	3,9	3,7
5,4	4,6	4,2	4,0	3,8
5,6	4,7	4,4	4,2	4,0
5,8	4,9	4,5	4,3	4,1
6,0	5,0	4,6	4,4	4,2
6,2	5,2	4,8	4,5	4,3

Pour les valeurs de U_w non mentionnées dans le tableau, prendre la valeur directement inférieure apparaissant dans le tableau précédent (par exemple, si $U_w = 4,1$ W/[m².K] prendre pour le calcul de U_{jn} : $U_w = 4$ W/[m².K]).

3.3.1.4. Coefficients U des portes

Le coefficient U des portes est connu : saisir U_{porte} .

Sinon, $U_{\text{porte}} =$:

Nature de la menuiserie	Type de porte	U_{porte}
Portes simples 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	2
	Porte précédée d'un SAS	1,5

Attention : une porte vitrée avec plus de 60 % de vitrage est considérée 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)

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

Largeur des dormants

$$PT = \sum_{i,j} b_{pb_{i/m_j}} \cdot k_{pb_{i/m_j}} \cdot l_{pb_{i/m_j}} + \sum_{i,j} b_{pi_{i/m_j}} \cdot k_{pi_{i/m_j}} \cdot l_{pi_{i/m_j}} + \sum_{i,j} b_{ph_{i/m_j}} \cdot k_{ph_{i/m_j}} \cdot l_{ph_{i/m_j}} \\ + \sum_{i,j} b_{rf_{i/m_j}} \cdot k_{rf_{i/m_j}} \cdot l_{rf_{i/m_j}} + \sum_{i,j} b_{men_{i/m_j}} \cdot k_{men_{i/m_j}} \cdot l_{men_{i/m_j}}$$

Avec :

$l_{pb_{i/m_j}}$: longueur du pont thermique plancher bas i mur j.

$l_{pi_{i/m_j}}$: longueur du pont thermique plancher intermédiaire i mur j.

$l_{ph_{i/m_j}}$: longueur du pont thermique plancher haut i mur j.

$l_{rf_{i/m_j}}$: longueur du pont thermique refend i mur j. Pour un DPE réalisé à l'immeuble, $l_{rf_{i/m_j}} = 2 \cdot hsp \cdot (N - niv)$ avec hsp : hauteur moyenne sous plafond, N : nombre d'appartements et niv : nombre de niveaux. En présence de plusieurs types de mur, le linéaire du pont thermique refend/mur est supposé réparti au prorata de la surface de chaque mur. Les combles aménagés sont considérés comme des demi-niveaux.

$l_{men_{i/m_j}}$: longueur du pont thermique menuiserie i mur j.

ITI, ITE, ITR respectivement isolation thermique intérieure, extérieure et répartie.

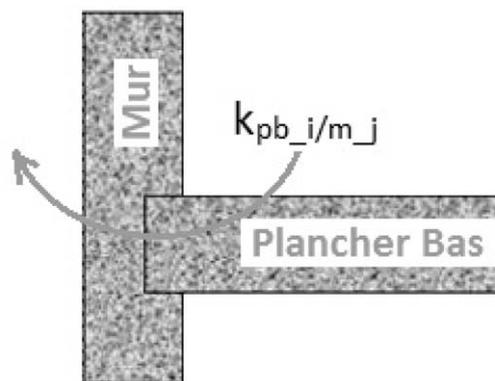
Les ponts thermiques sont négligés au niveau des liaisons avec des parois en structure bois.

Si le coefficient de transmission thermique U d'une paroi est défini à partir de l'année de construction :

- si le bâtiment date d'avant 1975, la paroi est considérée comme non isolée ;
- si le bâtiment date de 1975 ou d'après cette date, la paroi est considérée comme isolée.

3.4.1. Plancher bas/mur

$k_{pb_{i/m_j}}$: valeur du pont thermique de la liaison plancher bas i/mur j.



Ponts thermiques Plancher bas/Mur

K_{pb_i/m_j}		PLANCHER BAS			
		Non isolé	ITI	ITE	ITE + ITI
Mur	Non isolé	0,39	0,47	0,80	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

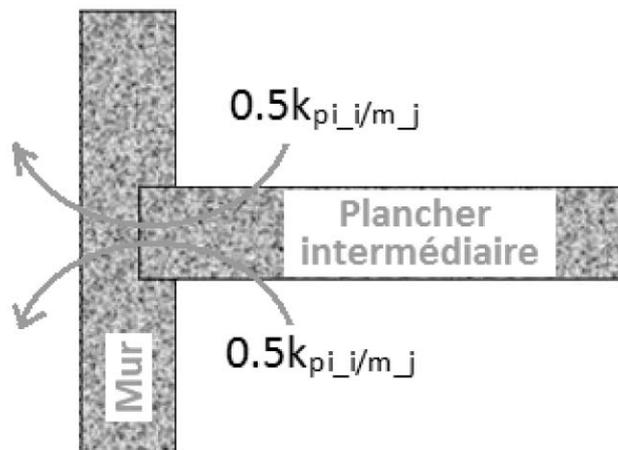
Pour les murs, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE...), prendre par défaut ITI.

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 bas à entrevous isolants sont traités comme des planchers en ITE.

3.4.2. Plancher intermédiaire lourd/mur

k_{pi_i/m_j} : valeur du pont thermique de la liaison plancher intermédiaire i/mur j.



Ponts thermiques Plancher intermédiaire/Mur

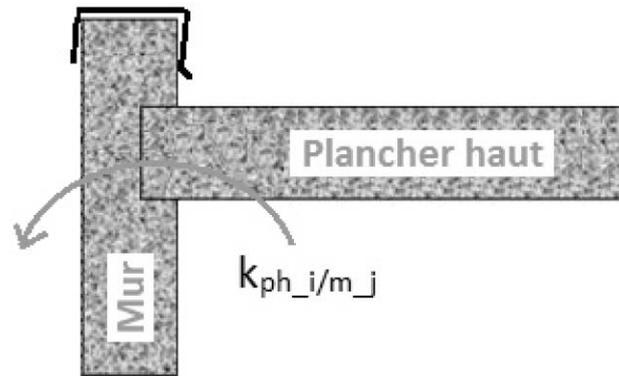
		K_{pi_i/m_j}
Mur	Non isolé	0,86
	ITI	0,92
	ITE	0,13
	ITR	0,24
	ITI + ITE	0,13
	ITI + ITR	0,24
	ITE + ITR	0,13

Seuls les murs 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.

3.4.3. Plancher haut lourd/mur

k_{ph_i/m_j} : valeur du pont thermique de la liaison plancher haut lourd i/mur j.



Ponts thermiques Plancher haut lourd /Mur

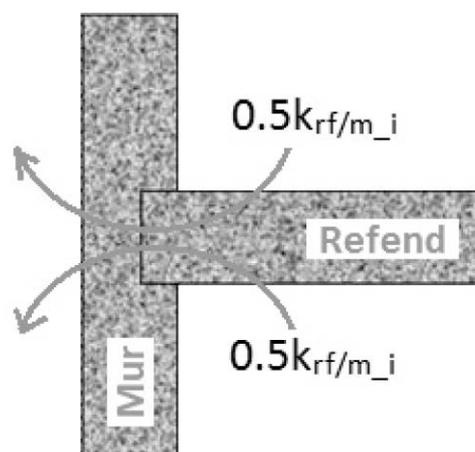
K_{pb_i/m_j}		PLANCHER HAUT LOURD			
		Non isolé	ITI	ITE	ITI + ITE
Mur	Non isolé	0,3	0,83	0,4	0,4
	ITI	0,27	0,07	0,75	0,07
	ITE	0,55	0,76	0,58	0,58
	ITR	0,4	0,3	0,48	0,3
	ITI + ITE	0,27	0,07	0,58	0,07
	ITI + ITR	0,27	0,07	0,48	0,07
	ITE + ITR	0,4	0,3	0,48	0,3

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

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

3.4.4. Refend/mur

k_{rf_i/m_j} : valeur du pont thermique de la liaison Refend i/Mur j.



Ponts thermiques Refend/Mur

$K_{r,i/m,j}$		
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

Les ponts thermiques refend/mur sur circulation sont négligés pour les DPE réalisés à l'immeuble.
Pour les murs, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE...), prendre par défaut ITI.

3.4.5. Menuiserie/mur

$k_{men,i/m,j}$: valeur du pont thermique de la liaison menuiserie i/mur j.

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

Lp est la largeur approximative du dormant de la menuiserie (cm).

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 tableaux, les linteaux et les appuis de la menuiserie.
Les ponts thermiques au niveau des seuils de porte et des parois en brique de verre ne sont pas pris en compte.

3.5. Calcul des déperditions par renouvellement d'air

Données d'entrée :

Menuiseries avec ou sans joint
 Cheminée avec ou sans trappe
 Surface des parois déperditives hors plancher bas
 Surface habitable
 Type de ventilation

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

DR : déperditions par le renouvellement d'air par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K).

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

H_{perm} : déperdition thermique par le renouvellement d'air dû à la perméabilité à l'air du bâtiment par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K).

$$H_{vent} = 0,34 \times Q_{var} \times ep_{conv} \times Sh$$

$Q_{var} \times ep_{conv}$: débit d'air extrait conventionnel par unité de surface habitable ($m^3/h/m^2$).

Sh : surface habitable (m^2).

$$H_{perm} = 0,34 \times Q_{vinf}$$

Q_{vinf} : débit d'air dû aux infiltrations (provoquées par le tirage thermique, l'impact du vent étant négligé) (m^3/h).

$$Q_{vinf} = 0,0146 \times Q_{4Pa} \times (0,7 \times |19 - Text_{moy}|)^{0,667}$$

$Text_{moy}$: température extérieure moyenne du site ($^{\circ}C$).

ZONE CLIMATIQUE	$Text_{moy}$
H1	6,58
H2	8,08
H3	9,65

$$Q_{4Pa} = Q_{4Paenv} + 0,45 \times Smea_{conv} \times Sh$$

Q_{4Pa} : perméabilité sous 4 Pa de la zone (m^3/h).

Q_{4Paenv} : perméabilité de l'enveloppe (m^3/h).

$$Q_{4Paenv} = Q_{4Paconv/m2} \times Sdep$$

$Q_{4Paconv/m2}$: valeur conventionnelle de la perméabilité sous 4 Pa (m^3/h).

$Q_{4Paconv/m2}$ en $m^3/h/m^2$ sous 4 Pa valeurs conventionnelles		
Fenêtres sans joint et cheminée sans trappe de fermeture	Fenêtres sans joint ou cheminées sans trappe de fermeture	Autres cas
2,5	2,0	1,7

En présence de menuiseries avec et sans joint, il sera pris le type ayant la surface majoritaire pour caractériser la ventilation du bâtiment. En maison ou appartement, si une cheminée n'a pas de trappe, toutes les cheminées sont considérées sans trappe. En immeuble collectif, les cheminées seront considérées avec trappe si plus de la moitié ont des trappes.

Sdep : surface des parois déperditives hors plancher bas.

$Smea_{conv}$: valeur conventionnelle de la somme des modules d'entrée d'air sous 20 Pa par unité de surface habitable ($m^3/h/m^2$).

Type de ventilation	Smea _{conv}	Qvarep _{conv}
Ventilation par ouverture des fenêtres	0	1,2
Système de ventilation par entrées d'air hautes et basses	4	2,145
Ventilation mécanique auto réglable « avant 1982 »	2	1,8975
Ventilation mécanique auto réglable « après 1982 »	2	1,65
Ventilation mécanique à extraction hygroréglable	2	1,2375
Ventilation mécanique gaz hygroréglable	2	1,4025
Ventilation mécanique à extraction et entrées d'air hygroréglables	1,5	1,0725
Ventilation mécanique double flux avec échangeur	0	1,65
Ventilation mécanique double flux sans échangeur	0	1,65
Ventilation naturelle par conduit	4	2,145
Ventilation hybride	3	2,0625
Extracteur mécanique sur conduit non modifié de ventilation naturelle existante	4	2,2425
Ventilation naturelle par conduit avec entrées d'air hygroréglables	3	2,145
Ventilation hybride avec entrées d'air hygroréglables	2	2,0625
Puits climatique (canadien ou provençal)	0	1,65

Pour une ventilation double flux avec échangeur :

$$H_{\text{vent}} = 0,136 \times Q \text{ var } ep_{\text{conv}} \times Sh$$

Puits climatique (canadien ou provençal) :

$$H_{\text{vent}} = 0,2142 \times Q \text{ var } ep_{\text{conv}} \times Sh$$

4. Détermination des sollicitations environnementales

4.1. Calcul de F

Données d'entrée :

Département.

Altitude (m).

Inertie	F
Lourde ou très lourde	$\frac{X - X^{3,6}}{1 - X^{3,6}}$
Moyenne	$\frac{X - X^{2,9}}{1 - X^{2,9}}$
Légère	$\frac{X - X^{2,5}}{1 - X^{2,5}}$

$$X = \frac{A_s + A_i}{GV \times DH_{\text{cor}}}$$

DH_{cor} : degrés heures de chauffage corrigé (°Ch).

$$DH_{\text{cor}} = Dh_{\text{ref}} + \left(\frac{N_{\text{ref}}}{C2} + 5 \right) \times C3 \times \text{alt}$$

alt : altitude du site où est situé le logement (m).

C2, C3 : facteurs de correction de l'altitude et de la position par rapport à la mer.

Dhref : degrés heures de référence pendant la période de chauffage (°C).

Ai : apports internes dans le logement (Wh).

$$A_i = 4,17 \times Sh \times Nref$$

4,17 représente les apports internes dissipés dans le logement en W/m². Cette valeur correspondant à une énergie dissipée égale à 100 Wh/(jour.m².Shab) et est une valeur conventionnelle représentative du comportement et de l'équipement moyens des occupants de logements en France.

Sh : surface habitable du logement (m²).

Nref : nombre d'heures de la période de chauffage.

As : apports solaires (Wh).

$$A_s = 1\,000 \times E \times Sse$$

Sse : « 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 (m²).

E : ensoleillement reçu, pendant la période de chauffage, par une paroi verticale orientée au Sud en l'absence d'ombrage (kWh/m²).

DÉPARTEMENT	ZONE hiver	ZONE été	E (kWh/m ²)	Nref (h)	Pref (W/m ²)	Dhref/30 ans (°Ch)	C2	C3 (h/m)	TEXT_base (°C)
01 Ain	1	Ec	392	4900	80	55000	340	1,5	- 10
02 Aisne	1	Ea	423,4	5800	73	67000	340	0	- 7
03 Allier	1	Ec	402,9	5100	79	55000	340	1,5	- 8
04 Alpes-de-Haute-Provence	2	Ed	541,2	4100	132	45000	340	1,5	- 8
05 Hautes-Alpes	1	Ed	546	4200	130	47000	340	1,5	- 10
06 Alpes-Maritimes	3	Ed	526,5	3900	135	31000	400	1,8	- 5
07 Ardèche	2	Ed	514,5	4900	105	53000	340	1,5	- 6
08 Ardennes	1	Eb	397,6	5600	71	64000	340	0	- 10
09 Ariège	2	Ec	484	4400	110	41000	340	1,5	- 5
10 Aube	1	Eb	407	5500	74	64000	340	0	- 10
11 Aude	3	Ed	460	4000	115	36000	400	1,8	- 5
12 Aveyron	2	Ec	418	4400	95	45000	340	1,5	- 8
13 Bouches-du-Rhône	3	Ed	528	4000	132	36000	400	1,8	- 5
14 Calvados	1	Ea	450,3	5700	79	61000	400	0	- 7
15 Cantal	1	Ec	435	5000	87	54000	340	1,5	- 8
16 Charente	2	Ec	435	5000	87	48000	340	0	- 5
17 Charente-Maritime	2	Ec	440	5000	88	48000	400	0	- 5
18 Cher	2	Eb	418,7	5300	79	58000	340	0	- 7
19 Corrèze	1	Ec	425	5000	85	48000	340	1,5	- 8

DÉPARTEMENT	ZONE hiver	ZONE été	E (kWh/m ²)	Nref (h)	Pref (W/m ²)	Dhref/ 30 ans (°Ch)	C2	C3 (h/m)	TEXT_ base (°C)
2A Corse-du-Sud	3	Ed	529,2	4200	126	34000	400	1,8	- 2
2B Haute-Corse	3	Ed	504	4000	126	32000	400	1,8	- 2
21 Côte-d'Or	1	Ec	357,7	4900	73	57000	340	1,5	- 10
22 Côtes-d'Armor	2	Ea	426,6	5400	79	51000	400	0	- 4
23 Creuse	1	Ec	436,8	5200	84	56000	340	1,5	- 8
24 Dordogne	2	Ec	435	5000	87	48000	340	0	- 5
25 Doubs	1	Ec	355	5000	71	57000	340	1,5	- 12
26 Drôme	2	Ed	528	4800	110	53000	340	1,5	- 6
27 Eure	1	Ea	390	5000	78	58000	400	0	- 7
28 Eure-et-Loir	1	Eb	436,8	5600	78	63000	340	0	- 7
29 Finistère	2	Ea	458,2	5800	79	55000	400	0	- 4
30 Gard	3	Ed	480	4000	120	36000	400	1,8	- 5
31 Haute-Garonne	2	Ec	441	4500	98	44000	340	1,5	- 5
32 Gers	2	Ec	441,6	4800	92	50000	340	0	- 5
33 Gironde	2	Ec	409,5	4500	91	41000	400	0	- 5
34 Hérault	3	Ed	471,5	4100	115	38000	400	1,8	- 5
35 Ille-et-Vilaine	2	Ea	418,7	5300	79	53000	400	0	- 5
36 Indre	2	Eb	445,2	5300	84	59000	340	0	- 7
37 Indre-et-Loire	2	Eb	450,5	5300	85	57000	340	0	- 7
38 Isère	1	Ec	480	4800	100	55000	340	1,5	- 10
39 Jura	1	Ec	362,6	4900	74	55000	340	1,5	- 10
40 Landes	2	Ec	413,6	4400	94	42000	400	0	- 5
41 Loir-et-Cher	2	Eb	442,8	5400	82	59000	340	0	- 7
42 Loire	1	Ec	406,7	4900	83	52000	340	1,5	- 10
43 Haute-Loire	1	Ec	460	5000	92	54000	340	1,5	- 8
44 Loire-Atlantique	2	Eb	401,8	4900	82	48000	400	0	- 5
45 Loiret	1	Eb	421,2	5400	78	61000	340	0	- 7

DÉPARTEMENT	ZONE hiver	ZONE été	E (kWh/m ²)	Nref (h)	Pref (W/m ²)	Dhref/ 30 ans (°Ch)	C2	C3 (h/m)	TEXT_ base (°C)
46 Lot	2	Ec	404,8	4600	88	45000	340	1,5	- 6
47 Lot-et-Garonne	2	Ec	435	5000	87	53000	340	0	- 5
48 Lozère	2	Ed	460	4600	100	48000	340	1,5	- 8
49 Maine-et-Loire	2	Eb	431,6	5200	83	55000	340	0	- 7
50 Manche	2	Ea	433,2	5700	76	56000	400	0	- 4
51 Marne	1	Eb	414,4	5600	74	65000	340	0	- 10
52 Haute-Marne	1	Eb	379,6	5200	73	59000	340	1,5	- 12
53 Mayenne	2	Eb	421,2	5200	81	56000	340	0	- 7
54 Meurthe-et-Moselle	1	Eb	400,2	5800	69	71000	340	0	- 15
55 Meuse	1	Eb	397,6	5600	71	68000	340	0	- 12
56 Morbihan	2	Ea	402,9	5100	79	48000	400	0	- 4
57 Moselle	1	Eb	386,4	5600	69	68000	340	0	- 15
58 Nièvre	1	Eb	395,2	5200	76	56000	340	1,5	- 10
59 Nord	1	Ea	379,5	5500	69	60000	400	0	- 9
60 Oise	1	Ea	427,5	5700	75	65000	340	0	- 7
61 Orne	1	Ea	442,4	5600	79	62000	340	0	- 7
62 Pas-de-Calais	1	Ea	379,5	5500	69	60000	400	0	- 9
63 Puy-de-Dôme	1	Ec	398,4	4800	83	50000	340	1,5	- 8
64 Pyrénées-Atlantiques	2	Ec	411,6	4200	98	35000	400	1,8	- 5
65 Hautes-Pyrénées	2	Ec	450,8	4600	98	43000	340	1,5	- 5
66 Pyrénées-Orientales	3	Ed	481	3700	130	30000	400	1,8	- 5
67 Bas-Rhin	1	Eb	343,2	5200	66	63000	340	1,5	- 15
68 Haut-Rhin	1	Eb	365,7	5300	69	64000	340	1,5	- 15
69 Rhône	1	Ec	392	4900	80	54000	340	1,5	- 10
70 Haute-Saône	1	Eb	376,3	5300	71	62000	340	1,5	- 12
71 Saône-et-Loire	1	Ec	384,8	5200	74	57000	340	1,5	- 10
72 Sarthe	2	Eb	434,6	5300	82	57000	340	0	- 7

DÉPARTEMENT	ZONE hiver	ZONE été	E (kWh/m ²)	Nref (h)	Pref (W/m ²)	Dhref/30 ans (°Ch)	C2	C3 (h/m)	TEXT_base (°C)
73 Savoie	1	Ec	460	4600	100	55000	340	1,5	- 10
74 Haute-Savoie	1	Ec	392	4900	80	58000	340	1,5	- 10
75 Paris	1	Eb	336,6	5100	66	55000	340	0	- 5
76 Seine-Maritime	1	Ea	418	5500	76	58000	400	0	- 7
77 Seine-et-Marne	1	Eb	396	5500	72	62000	340	0	- 7
78 Yvelines	1	Eb	417,6	5800	72	66000	340	0	- 7
79 Deux-Sèvres	2	Eb	450,5	5300	85	56000	340	0	- 7
80 Somme	1	Ea	423,4	5800	73	64000	400	0	- 9
81 Tarn	2	Ec	440	4400	100	45000	340	1,5	- 5
82 Tarn-et-Garonne	2	Ec	432	4800	90	51000	340	0	- 5
83 Var	3	Ed	514,8	3900	132	31000	400	1,8	- 5
84 Vaucluse	2	Ed	579,6	4600	126	44000	340	1,5	- 6
85 Vendée	2	Eb	442	5200	85	50000	400	0	- 5
86 Vienne	2	Eb	455,8	5300	86	56000	340	0	- 7
87 Haute-Vienne	1	Ec	447,2	5200	86	54000	340	1,5	- 8
88 Vosges	1	Eb	376,3	5300	71	62000	340	1,5	- 15
89 Yonne	1	Eb	410,4	5400	76	62000	340	0	- 10
90 Territoire de Belfort	1	Eb	371	5300	70	63000	340	1,5	- 15
91 Essonne	1	Eb	396	5500	72	61000	340	0	- 7
92 Hauts-de-Seine	1	Eb	349,8	5300	66	58000	340	0	- 7
93 Seine-Saint-Denis	1	Eb	349,8	5300	66	58000	340	0	- 7
94 Val-de-Marne	1	Eb	349,8	5300	66	58000	340	0	- 7
95 Val-d'Oise	1	Eb	396	5500	72	61000	340	0	- 7

Zone climatique : les localités situées à plus de 800 m d'altitude sont en zone H1 lorsque leur département est indiqué comme étant en zone H2 et en zone H2 lorsque leur département est indiqué comme étant en zone H3.

4.2. 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 : proche (balcon, loggias...) ou lointain

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 *a minima* une saisie par façade des fenêtres du bâtiment. Le calcul de la surface Sud équivalente se fait en sommant les valeurs de Sse pour chaque paroi vitrée i.

$$Sse = \sum_i A_i \times Fts_i \times Fe_i \times C1_i$$

A_i : surface de la baie i (m²).

Fts_i : proportion d'énergie solaire incidente qui pénètre dans le logement par la paroi i.

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

$C1_i$: coefficient d'orientation et d'inclinaison pour la paroi i.

4.2.1. Détermination du coefficient d'orientation et du facteur solaire

Le coefficient d'orientation est donné dans le tableau suivant en fonction de l'inclinaison de la paroi et de son orientation :

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

Pour une paroi horizontale : $C1 = 0,8$.

Si Fts est connu pour la baie, saisir directement sa valeur.

Pour les parois en polycarbonate : $Fts = 0,4$.

Pour les parois en brique de verre pleine ou creuse : $Fts = 0,4$.

Pour les doubles-fenêtres composées de fenêtres de facteur solaire Fts_1 et Fts_2 , le facteur solaire de la double-fenêtre est : $Fts = Fts_1 \times Fts_2$.

Dans le tableau suivant, le facteur solaire est donné en fonction des caractéristiques des menuiseries :

Fts		Fenêtre ou porte-fenêtre au nu extérieur				
Menuiserie	Type de fenêtre	Simple vitrage	Double vitrage	Double vitrage VIR	Triple vitrage	Triple vitrage VIR
Bois	Fenêtre battante ou 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 sans rupture de pont thermique	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

Fts		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	Fenêtre battante ou 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 sans rupture de pont thermique	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

4.2.2. Détermination du facteur d'ensoleillement

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

$$Fe = Fe1 \times Fe2$$

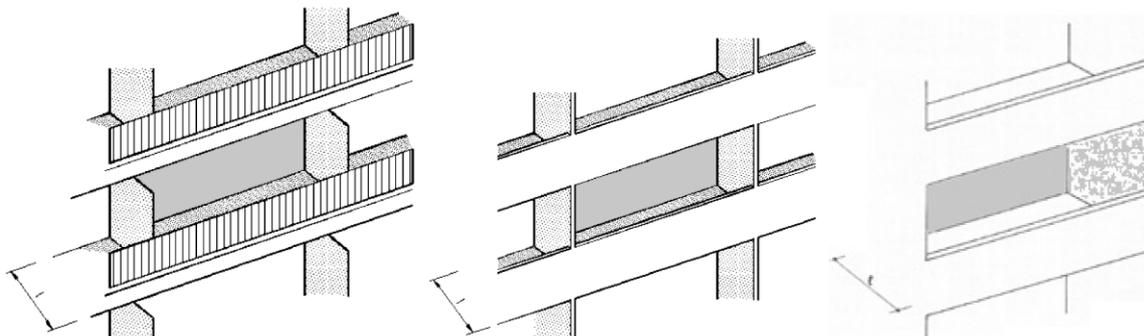
En l'absence de masque proche et pour les configurations non présentées ci-dessous, $Fe1 = 1$.

En l'absence de masque lointain, $Fe2 = 1$.

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.

4.2.2.1. Masques proches

4.2.2.1.1. Baie en fond de balcon ou fond et flanc de loggias



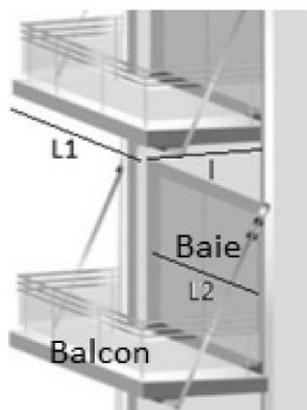
Configuration du masque

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

Avancée I (m)	Orientation de la façade		
	Nord	Sud	Est ou Ouest
< 1 m	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

Les coefficients pour les baies en flanc de loggias sont les mêmes que ceux pour les baies en fond de loggias.

4.2.2.1.2. Baie sous un balcon ou auvent

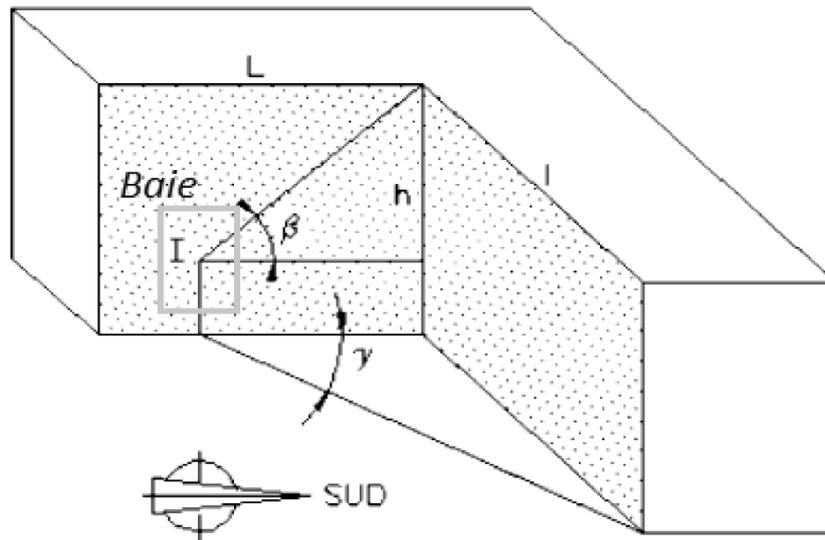


Configuration du masque

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

Avancée l (m)	Rapport $L1/L2$	
	< 1	$1 \leq$
< 1	0,85	0,7
$1 \leq \dots < 2$	0,7	0,55
$2 \leq \dots < 3$	0,55	0,4
$3 \leq$	0,45	0,3

4.2.2.1.3. Baie masquée par une paroi latérale au Sud

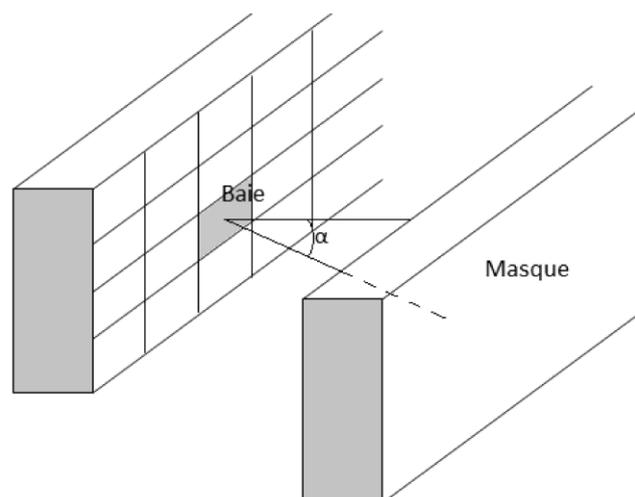


Configuration du masque

Si les angles β et ν sont supérieurs à 30° , alors $Fe1 = 0.6$; sinon $Fe1 = 1$.

4.2.2.2. Masques lointains

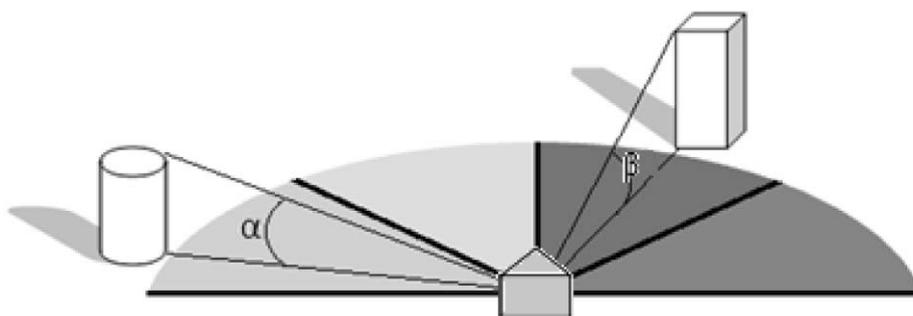
4.2.2.2.1. Obstacle d'environnement homogène



Configuration du masque

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

4.2.2.2.2. Obstacle d'environnement non homogène



Configuration du masque

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

Omb correspond à l'ombrage créé par l'obstacle sur la paroi.

La méthode d'évaluation est la suivante :

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

Omb	Façade 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
< 15	Masque négligé donc 0				
15 ≤ ... < 30	4	14	14	17	5
30 ≤ ... < 60	13	35	27	40	17
60 ≤ ... < 90	15	40	30	45	25

Les valeurs figurant dans le tableau sont approximatives. Il est donc possible que le calcul de Fe2 aboutisse à une valeur négative ; dans ce cas, prendre Fe2 = 0.

5. Détermination de l'inertie

5.1. 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 mm² d'ouverture par mètre carré de surface) couvrant plus de la moitié de la surface du plafond du niveau considéré.

5.2. 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 armé 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...) et sans revêtement isolant.

5.3. Paroi verticale lourde

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

- lorsque les murs de façade, de pignon et de refend mitoyen sont non isolés ou isolés par l'extérieur avec en matériau constitutif de :
 - béton plein (banche, bloc, préfabriqué) de 7 cm ou plus ;
 - bloc agglo 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, pisé...)
- 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 m² :
 - environ les trois quarts des murs de cloisonnement intérieur lourds sont 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.

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 le type de surface majoritaire.

6. Calcul du facteur d'intermittence INT

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.

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...).

Hauteur moyenne sous plafond : hsp (m).

Présence d'un comptage.

$$INT = \frac{IO}{1 + 0,1 \times (G - 1)}$$

$$G = \frac{GV}{hsp \times Sh}$$

hsp est la hauteur moyenne sous plafond. En présence de plusieurs surfaces habitables avec des hauteurs sous plafond différentes, une pondération peut être faite par les surfaces habitables affectées à chaque hauteur sous plafond.

IO en Maison individuelle (avec chauffage individuel)			Inertie Légère ou Moyenne				Inertie Lourde ou Très lourde			
			Équipement d'intermittence				Équipement d'intermittence			
			Absent	Central sans minimum de température	Central avec minimum de température	Par pièce avec minimum de température	Absent	Central sans minimum de température	Central avec minimum de température	Par pièce avec minimum de température
Chauffage divisé	Avec régulation pièce par pièce	Planchers chauffants	0,90	0,89	0,88	0,86	0,92	0,91	0,90	0,88
		Autres systèmes	0,84	0,83	0,81	0,77	0,86	0,85	0,83	0,80
Chauffage central	Avec régulation pièce par pièce	Air soufflé	0,86	0,85	0,83	0,79	0,88	0,87	0,85	0,82
		Radiateurs	0,88	0,87	0,85	0,82	0,90	0,89	0,87	0,85
		Planchers chauffants	0,90	0,89	0,88	0,86	0,92	0,91	0,90	0,88
	Sans régulation pièce par pièce	Air soufflé	0,90	0,89	0,87	-	0,91	0,91	0,89	-
		Radiateurs	0,91	0,90	0,88	-	0,93	0,92	0,90	-
		Planchers chauffants	0,92	0,91	0,90	-	0,94	0,93	0,92	-

Dans la prise en compte de l'intermittence, en maison individuelle comme en appartement en immeuble collectif, c'est le système principal couvrant la plus importante surface habitable qui est considéré.

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.

IO en Immeuble collectif avec chauffage individuel ou en Appartement			Équipement d'intermittence			
			Absent	Central sans minimum de température	Central avec minimum de température	Par pièce avec minimum de température
Chauffage divisé	Avec régulation pièce par pièce	Air soufflé	0,90	0,89	0,88	0,86
		Radiateur	0,90	0,89	0,88	0,86
		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
		Radiateur	0,93	0,92	0,91	0,89
		Plancher chauffant	0,95	0,94	0,93	0,91
	Sans régulation pièce par pièce	Air soufflé	0,95	0,94	0,93	Confignon traitée
		Radiateur	0,96	0,95	0,94	Confignon traitée
		Plancher chauffant	0,97	0,96	0,95	Confignon traitée

Dans le cas d'un immeuble collectif avec chauffage individuel, on associe à chaque type d'installation une intermittence.

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

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 : équipement 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 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, etc.

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

7. Calcul de la consommation de chauffage (Cch)

Données d'entrée :

Rendements de génération, d'émission, de distribution et de régulation : Rg, Re, Rd, Rr (sans dimension).

Coefficient de performance des pompes à chaleur (PAC) : COP (sans dimension).

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

Puissance nominale de tous les générateurs : Pn (W).

Zone climatique.

Type d'installation d'ECS.

Type de production d'ECS (instantanée, accumulation).

Type de générateur d'ECS (chauffe-bain, chaudière mixte...).

Inertie du bâtiment.

Facteur de couverture solaire pour le chauffage Fch.

$$B_{ch} = \frac{BV \times DH_{cor}}{1\,000} - Pr \times R_{rp}$$

Bch : besoin de chauffage (kWh PCI).

DHcor : degrés heures corrigés de chauffage (°Ch).

Pr : pertes récupérables des systèmes (kWh), avec $Pr = Pr1 + Pr2 = Sh \cdot (Prs1 + Prs2)$.

Rrp : rendement de récupération des pertes.

Prs1 : pertes récupérées des auxiliaires des systèmes de chauffage à eau chaude individuelle par mètre carré de surface habitable quand le générateur est en volume habitable.

Prs2 : pertes récupérées du système d'eau chaude par mètre carré de surface habitable.

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

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

Les pertes sont d'autant plus difficilement récupérées que les autres apports sont élevés.

Inertie	Rrp
Lourde ou très lourde	$\frac{1 - 3,6 \times X^{2,6} + 2,6 \times X^{3,6}}{(1 - X^{3,6})^2}$
Moyenne	$\frac{1 - 2,9 \times X^{1,9} + 1,9 \times X^{2,9}}{(1 - X^{2,9})^2}$
Légère	$\frac{1 - 2,5 \times X^{1,5} + 1,5 \times X^{2,5}}{(1 - X^{2,5})^2}$

$$Cch = Bch \times Ich \times INT$$

Avec :

Cch : consommation de chauffage (kWh PCI).

Ich : inverse du rendement de l'installation.

INT : facteur d'intermittence.

$$Ich = \frac{1}{Rg \times Re \times Rd \times Rr}$$

Rg ; Re ; Rd et Rr sont respectivement le rendement 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.

Dans la suite Bch' = Bch × INT

7.1. Installation de chauffage

$$Cch = Bch' \times Ich$$

7.2. Installation de chauffage avec chauffage solaire

Cette installation est valable seulement pour les maisons individuelles. Une partie du chauffage est apportée par une installation solaire avec des panneaux solaires thermiques.

$$Cch = Bch' \times (1 - Fch) \times Ich \quad \text{Prod}_{\text{chauff_sol}} = Bch' \times Fch \times Ich$$

Fch : facteur de couverture solaire pour le chauffage (voir annexes).

Cch : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage (kWh PCI).

Prod_{chauff_sol} : production de chauffage solaire (kWh PCI).

7.3. 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).

$$Cch1 = 0,75 \times Bch' \times Ich1 \quad Cch2 = 0,25 \times Bch' \times Ich2$$

Cch1 : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage (kWh PCI).

Cch2 : consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle (kWh PCI).

7.4. 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.

$$Cch1 = 0,9 \times Bch' \times Ich1 \quad Cch2 = 0,1 \times Bch' \times Ich2$$

Cch1 : consommation de chauffage liée au poêle bois (kWh PCI).

Cch2 : consommation de chauffage liée au chauffage électrique de la salle de bains (kWh PCI).

7.5. 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.

$$Cch1 = 0,75 \times 0,9 \times Bch' \times Ich1$$

$$Cch2 = 0,25 \times 0,9 \times Bch' \times Ich2$$

$$Cch3 = 0,1 \times Bch' \times Ich3$$

Cch1 : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage (kWh PCI).

Cch2 : consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle bois (kWh PCI).

Cch3 : consommation de chauffage liée au chauffage électrique de la salle de bains (kWh PCI).

7.6. Installation de chauffage avec chaudière gaz ou fioul 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 la chaudière gaz ou fioul prend le relais à la chaudière bois.

$$Cch1 = 0,75 \times Bch' \times Ich1 \quad Cch2 = 0,25 \times Bch' \times Ich2$$

Cch1 : consommation de chauffage liée à la chaudière bois (kWh PCI).

Cch2 : consommation de chauffage liée à la chaudière gaz ou fioul (kWh PCI).

7.7. 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.

$$Cch1 = 0,75 \times Bch' \times (1 - Fch) \times Ich1$$

$$Cch2 = 0,1 \times Bch' \times (1 - Fch) \times Ich2$$

$$Prod_{chauff_sol} = Bch' \times Fch \times (0,75 \times Ich1 + 0,25 \times Ich2)$$

Cch1 : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage (kWh PCI).

Cch2 : consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle bois (kWh PCI).

Prod_{chauff_sol} : production de chauffage solaire (kWh PCI).

7.8. Installation de chauffage avec chaudière en relèvement 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.

$$Cch1 = 0,8 \times Bch' \times Ich1 \quad Cch2 = 0,2 \times Bch' \times Ich2$$

Cch1 : consommation de chauffage liée à la PAC (kWh PCI).

Cch2 : consommation de chauffage liée à la chaudière (kWh PCI).

7.9. 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.

$$Cch1 = 0,8 \times 0,75 \times Bch' \times Ich1$$

$$Cch2 = 0,2 \times 0,75 \times Bch' \times Ich2$$

$$Cch3 = 0,25 \times Bch' \times Ich3$$

Cch1 : consommation de chauffage liée à la PAC (kWh PCI).

Cch2 : consommation de chauffage liée à la chaudière (kWh PCI).

Cch3 : consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle en appoint (kWh PCI).

7.10. Installation de chauffage collectif avec base + appoint

7.10.1. Cas général

La base fonctionne seule tant que la température extérieure est supérieure à une température de dimensionnement T. A cette température T, le besoin instantané du bâtiment est égal à la puissance utile du générateur en base.

$$T = 14 - \frac{Pe \times DH_{14}}{Bch} \quad (^\circ C)$$

Pe : puissance émise utile par le générateur en base (kW).

Pe = Pn × Rd × Rr × Re.

Pn : puissance nominale du générateur en base (kW).

Rd, Rr et Re sont respectivement les rendements de distribution, de régulation et d'émission de l'installation de chauffage de base.

DH₁₄ : degrés heures de base 14 (°C).

Le besoin de chauffage assuré par la base est :

$$Bch_{base} = Bch' \times \left(1 - \frac{DH_T}{DH_{14}}\right)$$

$$DH_T = N \times (T_{moy} - T_{min}) \times X^5 \times (14 - 28 \times X + 20 \times X^2 - 5 \times X^3)$$

Avec :

$$X = \frac{1}{2} \times \frac{T - T_{min}}{T_{moy} - T_{min}}$$

N : degrés heure affectés au département.

Tmin : température extérieure de base pour chaque département.

Tmoy est donnée par zone climatique :

Zone H1 : Tmoy = 6,58 °C ; DH₁₄ = 42030

Zone H2 : $T_{moy} = 8,08 \text{ °C}$; $DH_{14} = 33300$

Zone H3 : $T_{moy} = 9,65 \text{ °C}$; $DH_{14} = 22200$

$$Cch1 = Bch_{base} \times Ich1 \quad Cch2 = (Bch' - Bch_{base}) \times Ich2$$

Cch1 : consommation de chauffage liée à la base (kWh PCI).

Cch2 : consommation de chauffage liée à l'appoint (kWh PCI).

7.10.2. Convecteurs 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.

$$Cch1 = 0,6 \times Bch \times Ich \quad Cch2 = 0,4 \times Bch' \times Ich$$

Cch1 : consommation de chauffage liée au circuit collectif assurant la base (kWh PCI).

Cch2 : consommation de chauffage liée au circuit individuel assurant l'appoint (kWh PCI).

7.11. Chauffage avec plusieurs installations différentes et indépendantes et/ou plusieurs installations différentes et indépendantes couplées

Deux installations de chauffage doivent être distinguées à chaque fois que le rendement change. Par exemple, dans le cas d'une même chaudière chauffant un rez-de-chaussée avec un plancher chauffant et un étage avec des radiateurs, il faut considérer deux installations car les rendements des émetteurs sont différents et entraînent une variation du rendement global de l'installation.

Surface chauffée par l'installation 1 : $Sh1 \text{ (m}^2\text{)}$.

Surface chauffée par l'installation 2 : $Sh2 \text{ (m}^2\text{)}$.

Surface chauffée par l'installation 3 : $Sh3 \text{ (m}^2\text{)}$.

Surface chauffée par l'installation 4 : $Sh4 \text{ (m}^2\text{)}$.

Surface chauffée par l'installation 5 : $Sh5 \text{ (m}^2\text{)}$.

Surface chauffée par l'installation 6 : $Sh6 \text{ (m}^2\text{)}$.

Surface chauffée par l'installation i : $Shi \text{ (m}^2\text{)}$ (plus de 6 installations peuvent être renseignées).

$$\begin{aligned} Cch1 &= \frac{Sh1}{Sh} \times Bch \times Ich1 & Cch2 &= \frac{Sh2}{Sh} \times Bch \times Ich2 & Cch3 &= \frac{Sh3}{Sh} \times Bch \times Ich3 \\ Cch4 &= \frac{Sh4}{Sh} \times Bch \times Ich4 & Cch5 &= \frac{Sh5}{Sh} \times Bch \times Ich5 & Cch6 &= \frac{Sh6}{Sh} \times Bch \times Ich6 \end{aligned}$$

Pour une partie i du bâtiment, sa consommation de chauffage sera traitée de façon indépendante en considérant pour son besoin de départ :

$$Bchi' = \frac{Shi}{Sh} \times Bch'$$

Dans ce cas, toutes les installations précédentes peuvent être traitées. C'est-à-dire que si l'installation indépendante i des autres est une :

Installation de chauffage sans chauffage solaire :

$$Cchi = Bchi' \times Ichi$$

Installation de chauffage avec chauffage solaire :

$$Cchi = Bchi' \times (1 - Fch) \times Ichi \quad Prod_{chauff_{sol}i} = Bchi' \times Fch \times Ichi$$

Fch : facteur de couverture solaire pour le chauffage (voir annexes).

Cchi : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage de l'installation i (kWh PCI).

$Prod_{chauff_{sol}i}$: production de chauffage liée à l'installation solaire i (kWh PCI).

Installation de chauffage avec insert ou poêle bois en appoint :

Configuration correspondant à un insert ou poêle en appoint dans le logement en plus d'un système principal chauffant tout le logement.

$$Cchi1 = 0,75 \times Bchi' \times Ichi1 \quad Cchi2 = 0,25 \times Bchi' \times Ichi2$$

Cchi1 : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage de l'installation i (kWh PCI).
Cchi2 : consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle de l'installation i (kWh PCI).

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

$$Cchi1 = 0,9 \times Bchi' \times Ichi1 \quad Cchi2 = 0,1 \times Bchi' \times Ichi2$$

Cchi1 : consommation de chauffage liée au poêle bois de l'installation i (kWh PCI).

Cchi2 : consommation de chauffage liée au chauffage électrique de la salle de bains de l'installation i (kWh PCI).

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

$$\begin{aligned} Cchi1 &= 0,75 \times 0,9 \times Bchi' \times Ichi1 \\ Cchi2 &= 0,25 \times 0,9 \times Bchi' \times Ichi2 \\ Cchi3 &= 0,1 \times Bchi' \times Ichi3 \end{aligned}$$

Cchi1 : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage de l'installation i (kWh PCI).

Cchi2 : consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle de l'installation i (kWh PCI).

Cchi3 : consommation de chauffage liée au chauffage électrique de la salle de bains de l'installation i (kWh PCI).

Installation de chauffage avec chaudière gaz ou fioul en relève d'une chaudière bois :

$$\begin{aligned} Cchi1 &= 0,75 \times Bchi' \times Ichi1 \\ Cchi2 &= 0,25 \times Bchi' \times Ichi2 \end{aligned}$$

Cchi1 : consommation de chauffage liée à la chaudière bois de l'installation i (kWh PCI).

Cchi2 : consommation de chauffage liée à la chaudière gaz ou fioul de l'installation i (kWh PCI).

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

$$\begin{aligned} Cchi1 &= 0,75 \times Bchi' \times (1 - Fch) \times Ichi1 \\ Cchi2 &= 0,25 \times Bchi' \times (1 - Fch) \times Ichi2 \end{aligned}$$

$$Prod_{chauff_sol}^i = Bchi' \times Fch \times (0,75 \times Ichi1 + 0,25 \times Ichi2)$$

Cchi1 : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage de l'installation i (kWh PCI).

Cchi2 : consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle de l'installation i (kWh PCI).

$Prod_{chauff_sol}^i$: production de chauffage liée à l'installation solaire i (kWh PCI).

Installation de chauffage avec chaudière en relève de PAC :

$$\begin{aligned} Cchi1 &= 0,8 \times Bchi' \times Ichi1 \\ Cchi2 &= 0,2 \times Bchi' \times Ichi2 \end{aligned}$$

Cchi1 : consommation de chauffage liée à la PAC de l'installation i (kWh PCI).

Cchi2 : consommation de chauffage liée à la chaudière de l'installation i (kWh PCI).

Installation de chauffage avec chaudière en relève de PAC avec insert ou poêle bois en appoint :

$$\begin{aligned} Cchi1 &= 0,8 \times 0,75 \times Bchi' \times Ichi1 \\ Cchi2 &= 0,1 \times 0,75 \times Bchi' \times Ichi2 \\ Cchi3 &= 0,25 \times Bchi' \times Ichi3 \end{aligned}$$

Cchi1 : consommation de chauffage liée à la PAC de l'installation i (kWh PCI).

Cchi2 : consommation de chauffage liée à la chaudière de l'installation i (kWh PCI).

Cchi3 Consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle en appoint de l'installation i (kWh PCI).

Installation de chauffage collectif avec base + appoint (autre que convecteur bi-jonction) :

$$\begin{aligned} Cchi1 &= Bch_{base,i} \times Ichi1 \\ Cchi2 &= (Bchi' - Bch_{base,i}) \times Ichi2 \end{aligned}$$

Avec conformément au paragraphe 7.10.1 :

$$Bch_{base,i} = Bchi' \times \left(1 - \frac{DH_T}{DH_{14}}\right) \quad (\text{kWh})$$

Cchi1 : consommation de chauffage liée à la base de l'installation i (kWh PCI).

Cchi2 : consommation de chauffage liée à l'appoint de l'installation i (kWh PCI).

Installation de chauffage collectif avec convecteur bi-jonction :

$$\begin{aligned} Cchi1 &= 0,6 \times Bchi' \times Ichi1 \\ Cchi2 &= 0,4 \times Bchi' \times Ichi1 \end{aligned}$$

Cchi1 : consommation de chauffage liée à la base de l'installation i (kWh PCI).

Cchi2 : consommation de chauffage liée à l'appoint de l'installation i (kWh PCI).

8. Rendement de distribution, d'émission et de régulation de chauffage

Données d'entrée :

Type d'émetteur

Type de distribution

Installation collective ou individuelle

Type d'installation (convecteur, panneaux rayonnants, chaudières...)

Re, Rd et Rr sont respectivement les rendements d'émission, de distribution et de régulation.

8.1. Rendement d'émission

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

8.2. Rendement de distribution

TYPE DE DISTRIBUTION	Rd	
	Non isolé	Isolé
Pas de réseau de distribution	1	1

TYPE DE DISTRIBUTION	Rd	
	Non isolé	Isolé
Réseau aéraulique	0,8	0,85
Réseau collectif eau chaude haute température (≥ 65 °C)	0,85	0,87
Réseau collectif eau chaude moyenne ou basse température (< 65 °C)	0,87	0,9
Réseau individuel eau chaude moyenne ou basse température (< 65 °C)	0,91	0,95
Réseau individuel eau chaude haute température (≥ 65 °C)	0,88	0,92

8.3. Rendement de régulation

TYPE D'INSTALLATION	Rr
Convecteur électrique NFC	0,99
Panneau rayonnant électrique NFC	0,99
Radiateur électrique NFC	0,99
Plancher ou plafond rayonnant électrique avec régulation terminale	0,98
Plancher ou plafond rayonnant électrique sans régulation	0,96
Radiateur électrique à accumulation	0,95
Autres émetteurs à effet joule	0,96
Plancher ou plafond chauffant à eau en individuel	0,95
Radiateur gaz à ventouse ou sur conduit de fumées	0,96
Poêle charbon/bois/fioul/GPL	0,80
Chaudière électrique	0,90
Radiateur eau chaude sans robinet thermostatique	0,90
Radiateur eau chaude avec robinet thermostatique	0,95
Convecteur bi-jonction	0,90
Plancher ou plafond chauffant à eau en collectif	0,90
Air soufflé	0,96

Pour tous les cas non listés : $Rr = 0,90$.

9. Rendement de génération des générateurs autres qu'à combustion

Données d'entrée :

Type de générateur

*Type de régulation des PAC***9.1. Rendement des générateurs à effet joule direct et des réseaux de chaleur**

TYPE DE GÉNÉRATEUR	Rg
Générateur à effet joule direct	1
Chaudières électriques	0,77
Réseau de chaleur	0,97

9.2. COP des PAC installées

TYPE DE GÉNÉRATEUR	COP
PAC air/air installée	2,2
PAC air/eau installée	2,6
PAC eau/eau installée	3,2
PAC géothermique installée	4

9.3. COP des PAC neuves recommandées

$$\text{COP} = \text{COP}_{\text{nom}} \times \text{Cregul}$$

COP : coefficient de performance annuel de la PAC.

COP_{nom} : coefficient de performance nominal.

Cregul : coefficient de correction pour la régulation.

Le COP nominal des PAC recommandées peut être issu des caractéristiques des PAC fournies sur le site <http://www.certita.org/>. Pour les PAC recommandées, en plus des COP des PAC installées, il est possible d'utiliser des COP de produits réels. Les puissances doivent correspondre à celles des équipements existants.

Si ce sont des valeurs déclarées par le fabricant (COP_{decl}), alors $\text{COP}_{\text{nom}} = 0,9 \times \text{COP}_{\text{decl}}$.

	PLANCHERS	AUTRES ÉMETTEURS
Cregul	0,95	0,85

10. Rendement de génération des générateurs à combustion

Données d'entrée :

Type de générateur

Type de cascade

Présence d'une régulation

Type d'émetteur

Type d'énergie

Puissance nominale générateur (W)

Rendement à pleine charge

Rendement à charge intermédiaire

Type de brûleur

TYPE DE GÉNÉRATEUR	Rg
Poêle ou insert bois/charbon installé avant 2001 ou sans label flamme verte	0,66

TYPE DE GÉNÉRATEUR	R _g
Poêle ou insert bois/charbon installé à partir de 2001 avec label flamme verte	0,78
Poêle fioul ou GPL	0,72

Pour les recommandations d'installations neuves, les caractéristiques réelles des chaudières présentées sur le site <http://www.rt2012-chauffage.com/> peuvent être saisies.

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.

Attention : les systèmes remplacés dans le cadre des recommandations doivent l'être par des équipements de même puissance si aucune étude de dimensionnement des installations n'est réalisée.

10.1. Profil de charge des générateurs

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

10.1.1. Profil de charge conventionnel

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

TAUX DE CHANGE 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

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 %].

10.1.2. Présence de un ou plusieurs générateurs à combustion indépendants

On considère la présence au maximum de N générateurs à combustion indépendants.

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

Pour un seul générateur à combustion de puissance installée P_{n_{gen}} :

$$C_{dim\ ref} = \frac{1000 \times P_{n_{gen}}}{GV \times (19 - T_{base_{ext}})}$$

Pour N générateurs à combustion :

$$C_{dim\ ref} = \frac{1000 \times (P_{n_{gen1}} + P_{n_{gen2}} + \dots + P_{n_{genN}})}{GV \times (19 - T_{base_{ext}})}$$

P_{n_{gen i}} : puissance installée du générateur à combustion i (kW).

GV : déperditions totales du bâtiment (W/K).

T_{base_{ext}} : température extérieure de base (°C).

Les profils de charge conventionnels sont modifiés pour prendre en compte C_{dim ref} : le coefficient Coeff_{pond x dim} est alors affecté au taux de charge Tch_{x dim}.

$$Coeff_{pond\ x\ dim} = Coeff_{pond\ x} \quad Tch_{x\ dim} = \frac{Tch_x}{C_{dim\ ref}}$$

Sauf pour le taux de charge Tch_{05} (correspondant à une charge entre 90 % et 100 %) :

$$Tch_{05 \text{ dim}} = Tch_{05}$$

En présence d'un ou de N générateurs indépendants :

- le taux de charge final de chaque générateur est : $Tch_{x \text{ final}} = Tch_{x \text{ dim}}$;
- le coefficient de pondération final est : $Coeff_{pond \times \text{ final}} = Coeff_{pond \times \text{ dim}}$.

10.1.3. Cascade de deux générateurs à combustion

En présence d'une cascade de plus de deux générateurs, il ne faut prendre en compte que les deux premiers générateurs activés dans la cascade. Si l'ordre d'activation n'est pas connu, seuls les deux générateurs les plus performants ou les plus puissants seront conservés. La puissance totale des générateurs non pris en compte sera affectée au deuxième générateur activé par la cascade, au générateur le moins performant ou au générateur le moins puissant.

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 :

$$Prel(gen_1) = \frac{Pn(gen_1)}{Pn(gen_1) + Pn(gen_2)} \quad Prel(gen_2) = \frac{Pn(gen_2)}{Pn(gen_1) + Pn(gen_2)}$$

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

10.1.3.1. 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 $CTch_{x \text{ dim}}$ de chaque générateur au taux de charge $Tch_{x \text{ dim}}$ est :

$$CTch_{x \text{ dim}}(gen_1) = \min(Prel(gen_1); Tch_{x \text{ dim}})$$

$$CTch_{x \text{ dim}}(gen_2) = \min(Prel(gen_2); Tch_{x \text{ dim}} - CTch_{x \text{ dim}}(gen_1))$$

Avec le taux de charge final suivant :

$$Tch_{x \text{ final}}(gen_1) = \min\left(1; \frac{CTch_{x \text{ dim}}(gen_1)}{Prel(gen_1)}\right)$$

$$Tch_{x \text{ final}}(gen_2) = \min\left(1; \frac{CTch_{x \text{ dim}}(gen_2)}{Prel(gen_2)}\right)$$

$$Coeff_{pond \times \text{ dim}}(gen_1) = Coeff_{pond \times}(gen_1)$$

$$Coeff_{pond \times \text{ dim}}(gen_2) = Coeff_{pond \times}(gen_2)$$

Dans le cas où l'installation générerait aussi l'ECS, celle-ci sera considérée assurée par la chaudière prioritaire.

10.1.3.2. Cascade sans priorité (même contribution au taux de charge)

$$CTch_{x \text{ dim}}(gen_1) = CTch_{x \text{ dim}}(gen_2) = \frac{Tch_{x \text{ dim}}}{2}$$

Avec le taux de charge final suivant :

$$Tch_{x_{\text{final}}}(\text{gen}_1) = \min\left(1; \frac{CTch_{x_{\text{dim}}}(\text{gen}_1)}{Pr_{el}(\text{gen}_1)}\right)$$

$$Tch_{x_{\text{final}}}(\text{gen}_2) = \min\left(1; \frac{CTch_{x_{\text{dim}}}(\text{gen}_2)}{Pr_{el}(\text{gen}_2)}\right)$$

$$Coeff_{\text{pond} \times \text{dim}}(\text{gen}_1) = Coeff_{\text{pond} \times}(\text{gen}_1)$$

$$Coeff_{\text{pond} \times \text{dim}}(\text{gen}_2) = Coeff_{\text{pond} \times}(\text{gen}_2)$$

Dans le cas où l'installation générerait aussi l'ECS, celle-ci sera considérée assurée par les deux chaudières à part égale.

10.1.3.3. Pondération et contribution de chaque générateur

Pour les chaudières en cascade, le coefficient de pondération final est :

$$Coeff_{\text{pond}_{x_{\text{final}}}}(\text{gen}_1) = \frac{\frac{CTch_{x_{\text{dim}}}(\text{gen}_1)}{Tch_{x_{\text{dim}}}} \times Coeff_{\text{pond}_{x_{\text{dim}}}}(\text{gen}_1)}{\frac{CTch_{s_{\text{dim}}}(\text{gen}_1)}{Tch_{s_{\text{dim}}}} \times Coeff_{\text{pond}_{s_{\text{dim}}}}(\text{gen}_1) + \dots + \frac{CTch_{95_{\text{dim}}}(\text{gen}_1)}{Tch_{95_{\text{dim}}}} \times Coeff_{\text{pond}_{95_{\text{dim}}}}(\text{gen}_1)}$$

$$Coeff_{\text{pond}_{x_{\text{final}}}}(\text{gen}_2) = \frac{\frac{CTch_{x_{\text{dim}}}(\text{gen}_2)}{Tch_{x_{\text{dim}}}} \times Coeff_{\text{pond}_{x_{\text{dim}}}}(\text{gen}_2)}{\frac{CTch_{s_{\text{dim}}}(\text{gen}_2)}{Tch_{s_{\text{dim}}}} \times Coeff_{\text{pond}_{s_{\text{dim}}}}(\text{gen}_2) + \dots + \frac{CTch_{95_{\text{dim}}}(\text{gen}_2)}{Tch_{95_{\text{dim}}}} \times Coeff_{\text{pond}_{95_{\text{dim}}}}(\text{gen}_2)}$$

La part d'énergie fournie par chaque générateur i pour le chauffage est :

$$Contrib(\text{gen}_i) = \sum_{x=0\%}^{x=100\%} \frac{CTch_{x_{\text{dim}}}(\text{gen}_i)}{Tch_{x_{\text{dim}}}} \times Coeff_{x_{\text{dim}}}(\text{gen}_i)$$

10.2. Pertes au point de fonctionnement

QP_x : pertes au point de fonctionnement x (taux de charge à $x\%$) (kW).

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).

10.2.1. Chaudières basse température et à condensation

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

Entre 0 et 15 % de charge :

$$QP_x = \frac{QP_{15} - QP_0}{0,15} \times x + QP_0$$

Entre 15 et 30 % de charge :

$$QP_x = \frac{QP_{30} - QP_{15}}{0,15} \times x + QP_{15} - \frac{QP_{30} - QP_{15}}{0,15} \times 0,15$$

Entre 30 et 100 % de charge :

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

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

• **Pour les chaudières basse température :**

$$QP_{30} = \frac{0,3 \times P_n \times (100 - (R_{P_{int}} + 0,1 \times (40 - T_{fonc_{30}})))}{R_{P_{int}} + 0,1 \times (40 - T_{fonc_{30}})} \quad \text{S'il y a une régulation}$$

$$QP_{30} = \frac{0,3 \times P_n \times (100 - (R_{P_{int}} + 0,1 \times (40 - T_{fonc_{100}})))}{R_{P_{int}} + 0,1 \times (40 - T_{fonc_{100}})} \quad \text{En l'absence de régulation}$$

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

• **Pour les chaudières à condensation :**

$$QP_{30} = \frac{0,3 \times P_n \times (100 - (R_{P_{int}} + 0,2 \times (33 - T_{fonc_{30}})))}{R_{P_{int}} + 0,2 \times (33 - T_{fonc_{30}})} \quad \text{S'il y a une régulation}$$

$$QP_{30} = \frac{0,3 \times P_n \times (100 - (R_{P_{int}} + 0,2 \times (33 - T_{fonc_{100}})))}{R_{P_{int}} + 0,2 \times (33 - T_{fonc_{100}})} \quad \text{En l'absence de régulation}$$

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

$T_{fonc_{100}}$ (°C) est la température de fonctionnement de la chaudière à 100 % de charge. Elle est donnée dans le tableau suivant en fonction du type d'émetteur et des différentes périodes de leur installation :

Température de fonctionnement des chaudières à 100 % de charge

Température de distribution/Type d'émetteur	PÉRIODE		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse/plancher basse température	60	35	35
Moyenne/radiateur à chaleur douce	80	70	60
Haute/autres émetteurs	80	70	70

$T_{fonc_{30}}$ (°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 :

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

Chaudière Basse Température			
Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher 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 recommandations d'installations neuves, les caractéristiques réelles des chaudières présentées sur le site <http://www.rt2012-chauffage.com/> peuvent être saisies.

10.2.2. Chaudières standard ou classiques

Pour les chaudières standard ou classiques, le point de fonctionnement w correspond à un fonctionnement à 30 % de charge.

Entre 0 et 30 % de charge :

$$QP_x = \frac{QP_{30} - QP_0}{0,3} \times x + QP_0$$

Entre 30 et 100 % de charge :

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

$$QP_{30} = \frac{0,3 \times P_n \times (100 - (R_{pint} + 0,1 \times (50 - T_{fnc_{30}})))}{R_{pint} + 0,1 \times (50 - T_{fnc_{30}})} \quad \text{S'il y a une régulation}$$

$$QP_{30} = \frac{0,3 \times P_n \times (100 - (R_{pint} + 0,1 \times (50 - T_{fnc_{100}})))}{R_{pint} + 0,1 \times (50 - T_{fnc_{100}})} \quad \text{En l'absence de régulation}$$

$$QP_{100} = \frac{P_n \times (100 - (R_{pn} + 0,1 \times (70 - T_{fnc_{100}})))}{R_{pn} + 0,1 \times (70 - T_{fnc_{100}})}$$

$T_{fnc_{100}}$ (°C) : température de fonctionnement de la chaudière à 100 % de charge. Elle est donnée dans le paragraphe précédent « chaudières basse température et à condensation ».

$T_{fnc_{30}}$ (°C) : température de fonctionnement de la chaudière à 30 % de charge. Elle est donnée selon le type d'installation dans les tableaux suivants :

Chaudières Standard ou Classiques jusqu'en 1990			
Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher basse Température	53	50	50
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	59	56	53
Haute / Autres émetteurs	59	56	56

Chaudières Standard ou Classiques depuis 1991			
Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher 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 recommandations d'installations neuves, les caractéristiques réelles des chaudières présentées sur le site <http://www.rt2012-chauffage.com/> peuvent être saisies.

10.2.3. 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 :

$$QP_x = \frac{QP_{50} - QP_0}{0,5} \times x + QP_0$$

Entre 50 et 100 % de charge :

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

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

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

L'expression de QP_0 est valable pour $P_n \leq 300$ kW. On prendra la valeur $P_n = 300$ kW si $P_n > 300$ kW.

- Si les équipements sont anciens (avant 2006) :

$$R_{pn} = 77 \% \quad R_{pint} = 74 \%$$

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

- Pour un générateur standard :

$$R_{pn} = 84 \% \quad R_{pint} = 77 \%$$

- Pour un générateur à condensation :

$$R_{pn} = 90 \% \quad R_{pint} = 83 \%$$

Pour les installations neuves recommandées, les caractéristiques réelles des générateurs à air chaud présentées sur le site <http://www.rt2012-chauffage.com/> peuvent être saisies.

10.2.4. Radiateurs à gaz

$$QP_x = \frac{100 - R_{Pn}}{R_{Pn}} \times Pn \times Tch_{x_{final}}$$

- Pour les radiateurs à gaz anciens (avant 2006) :

$$\text{Si } Pn < 5 \text{ kW} : R_{Pn} = 70 \%$$

$$\text{Si } Pn \geq 5 \text{ kW} : R_{Pn} = 73 \%$$

- Pour les radiateurs à gaz neufs (à partir de 2006) :

$$\text{Si } Pn < 5 \text{ kW} : R_{Pn} = 80 + \log Pn$$

$$\text{Si } Pn \geq 5 \text{ kW} : R_{Pn} = 82 + \log Pn$$

10.2.5. Chaudières bois

Les chaudières au charbon sont traitées comme des chaudières bois de classe 1. Le point de fonctionnement w des chaudières bois correspond à 50 % de charge.

Entre 0 et 50 % de charge :

$$QP_x = \frac{QP_{50} - QP_0}{0,5} \times x + QP_0$$

Entre 50 et 100 % de charge :

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

$$QP_{50} = 0,5 \times Pn \times \frac{100 - R_{Pint}}{R_{Pint}} \qquad QP_{100} = Pn \times \frac{100 - R_{Pn}}{R_{Pn}}$$

- Pour les chaudières classe 5 :

$$R_{Pn} = 87 + \log Pn \qquad R_{Pint} = 88 + \log Pn$$

- Pour les chaudières classe 4 :

$$R_{Pn} = 80 + 2 \times \log Pn \qquad R_{Pint} = 81 + 2 \times \log Pn$$

- Pour les chaudières classe 3 :

$$R_{Pn} = 67 + 6 \times \log Pn \qquad R_{Pint} = 68 + 6 \times \log Pn$$

- Pour les chaudières classe 2 :

$$R_{Pn} = 57 + 6 \times \log Pn \qquad R_{Pint} = 58 + 6 \times \log Pn$$

- Pour les chaudières classe 1 :

$$R_{Pn} = 47 + 6 \times \log Pn \qquad R_{Pint} = 48 + 6 \times \log Pn$$

Les expressions de R_{Pn} et R_{Pint} sont valables pour $Pn \leq 70$ kW. On prendra la valeur $Pn = 70$ kW si $Pn > 70$ kW.

Les pertes à l'arrêt QP_0 dépendent de l'âge de la chaudière et du type de brûleur :

Type de chaudière	Année de fabrication	QP_0 Si $P_n \leq 400\text{kW}$	QP_0 Si $P_n > 400\text{kW}$
Chaudière atmosphérique à biomasse	Avant 1978	$QP_0 = P_n \times \frac{8}{100} \times P_n^{0,27}$	$QP_0 = P_n \times \frac{8}{100} \times 400^{0,27}$
	De 1978 à 1994	$QP_0 = P_n \times \frac{7}{100} \times P_n^{0,3}$	$QP_0 = P_n \times \frac{7}{100} \times 400^{0,3}$
	Après 1994	$QP_0 = P_n \times \frac{8,5}{100} \times P_n^{0,4}$	$QP_0 = P_n \times \frac{8,5}{100} \times 400^{0,4}$
Chaudière à biomasse assistée par ventilateur	Avant 1978	$QP_0 = P_n \times \frac{9}{100} \times P_n^{0,28}$	$QP_0 = P_n \times \frac{9}{100} \times 400^{0,28}$
	De 1978 à 1994	$QP_0 = P_n \times \frac{7,5}{100} \times P_n^{0,31}$	$QP_0 = P_n \times \frac{7,5}{100} \times 400^{0,31}$
	Après 1994	$QP_0 = P_n \times \frac{8,5}{100} \times P_n^{0,4}$	$QP_0 = P_n \times \frac{8,5}{100} \times 400^{0,4}$

Pour les installations neuves recommandées, les caractéristiques réelles des chaudières bois présentées sur le site <http://www.rt2012-chauffage.com/> peuvent être saisies.

10.3. Valeurs par défaut des caractéristiques des chaudières

10.3.1. Chaudières gaz

Chaudières gaz – valeurs par défaut R_{P_n} , $R_{P_{int}}$ et QP_0

TYPE	ANCIENNETÉ	PUISSANCE NOMINALE P_n (kW)	RENDEMENT (PCI) RP_n (%)	RENDEMENT (PCI) RP_{int} (%)	QP_0 EN % puissance nominale P_n	PUISSANCE veilleuse en W (si veilleuse)
Classique	Avant 1980	P_n	$79+2\log P_n$	$73+3\log P_n$	4 %	240
	1981 – 1985	P_n	$82+2\log P_n$	$76+3\log P_n$	2 %	150
	1986 – 1990	P_n	$83+2\log P_n$	$79+3\log P_n$	1,5 %	150
Standard	1991 – 2000	P_n	$84+2\log P_n$	$80+3\log P_n$	1,2 %	120
	Après 2000 (*)	P_n	$84+2\log P_n$	$80+3\log P_n$	1 %	NA
BT	1991 – 2000	P_n	$87,5+1,5\log P_n$	$87,5+1,5\log P_n$	1,2 %	120
	Après 2000 (*)	P_n	$87,5+1,5\log P_n$	$87,5+1,5\log P_n$	1 %	NA
Condensation	1981 – 1985	P_n	$91+1\log P_n$	$97+1\log P_n$	1 %	150
	1986 – 2000	P_n	$91+1\log P_n$	$97+1\log P_n$	1 %	120

TYPE	ANCIENNETÉ	PUISSANCE NOMINALE P _n (kW)	RENDEMENT (PCI) R _{Pn} (%)	RENDEMENT (PCI) R _{Pint} (%)	Q _{P₀} EN % puissance nominale P _n	PUISSANCE veilleuse en W (si veilleuse)
	Après 2000 (*)	P _n	91+1logP _n	97+1logP _n	1 %	NA

(*) Les valeurs de la base <http://www.rt2012-chauffage.com/> peuvent aussi être utilisées pour les chaudières recommandées.

10.3.2. Chaudières fioul

TYPE	ANCIENNETÉ	PUISSANCE NOMINALE P _n (kW)	RENDEMENT (PCI) R _{Pn} (%)	RENDEMENT (PCI) R _{Pint} (%)	Q _{P₀} EN % puissance nominale P _n
Classique	Avant 1970	P _n	74+2logP _n	63+3logP _n	4 %
	1970 – 1975	P _n	77+2logP _n	71+3logP _n	3 %
	1976 – 1980	P _n	78+2logP _n	76+3logP _n	2 %
	1981 – 1990	P _n	80+2logP _n	78+3logP _n	1 %
Standard	Depuis 1991	P _n	84+2logP _n	80+3logP _n	1 %
BT	Depuis 1991	P _n	87,5+1,5logP _n	87,5+1,5logP _n	1 %
Condensation	Depuis 1996	P _n	91+1logP _n	97+1logP _n	1 %

10.3.3. Calcul des puissances P_n des générateurs à combustion individuels

Dans le cas de maisons individuelles ou d'appartements équipés de chaudières individuelles, la puissance de dimensionnement du chauffage P_{ch} (kW) est :

$$P_{ch} = \frac{1,2 \times GV \times (19 - T_{base})}{1000 \times R_r \times R_d \times R_e}$$

Avec :

GV : déperditions du bâtiment (W/K).

T_{base} : température extérieure de base (°C).

R_r : rendement de régulation de l'installation.

R_d : rendement de distribution de l'installation.

R_e : rendement d'émission de l'installation.

La puissance nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) dépend du type de production et donc du volume de stockage :

Type de production d'ECS	Capacité de stockage (L)	Puissance de dimensionnement (kW)
Instantanée	V _s = 0	P _{ecs} = 21
Semi-instantanée	0 < V _s ≤ 20	P _{ecs} = 21 - 0,8 × V _s
Semi-accumulation	20 < V _s ≤ 150	P _{ecs} = 5 + 1,751 × $\frac{V_s - 20}{65}$
Accumulation	150 < V _s	P _{ecs} = $\frac{7,14 \times V_s + 428}{1000}$

La puissance de dimensionnement P_{dim} (kW) de la chaudière est :

$$P_{dim} = \max (P_{ch} ; P_{ecs})$$

La puissance nominale P_n (kW) des chaudières est déterminée à partir de P_{dim} :

	CHAUDIÈRES MURALES INSTALLÉES avant 2005 ou chaudières sur sol	CHAUDIÈRES MURALES INSTALLÉES à partir de 2006
P_{dim} (kW)	P_n (kW)	P_n (kW)
≤ 5		5
$5 < \leq 10$		10
$10 < \leq 13$		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
$40 <$	(Partie entière ($P_{dim}/5$) + 1) × 5	

Dans le cas d'un logement chauffé avec n radiateurs gaz : $P_n = \frac{P_{ch}}{n}$.

10.4. Puissances moyennes fournies et consommées

On calcule les puissances fournies et consommées (en kW) par un générateur au point de fonctionnement x :

$$P_{fou_{x-fonc}} = P_x \times \text{coeff}_{\text{pond}_{x_{final}}} \quad P_{cons_{x-fonc}} = P_{fou_{x-fonc}} \times \frac{P_x + QP_x}{P_x}$$

Avec : $P_x = P_n \times Tch_{x_{final}}$

Puissances moyennes fournies et consommées par un générateur :

$$P_{mfou} = \sum_{x=0\%}^{x=100\%} P_{fou_{x-fonc}}$$

$$P_{mfou} = P_5 \times \text{Coeff}_{\text{pond}_{5_{final}}} + P_{15} \times \text{Coeff}_{\text{pond}_{15_{final}}} + \dots + P_{95} \times \text{Coeff}_{\text{pond}_{95_{final}}}$$

$$P_{mcons} = \sum_{x=0\%}^{x=100\%} P_{cons_{x-fonc}}$$

$$P_{mcons} = (P_5 + QP_5) \times \text{Coeff}_{\text{pond}_{5_{final}}} + (P_{15} + QP_{15}) \times \text{Coeff}_{\text{pond}_{15_{final}}} + \dots + (P_{95} + QP_{95}) \times \text{Coeff}_{\text{pond}_{95_{final}}}$$

10.5. Rendement conventionnel annuel moyen de génération de chauffage

$$R_g = \frac{P_{mfou}}{P_{mcons} + 0,3 \times QP_0 + P_{veil}}$$

P_{veil} : puissance de la veilleuse (kW)

Une chaudière standard avec un condenseur sur ses fumées est traitée comme une chaudière à condensation de même ancienneté.

11. Expression du besoin d'ECS (Becs)

Données d'entrée :

Θ_{cw} : température de l'eau froide entrant dans le système de préparation d'eau chaude.

Sh : surface habitable des maisons et appartements (m²).

Sh_{moy} : surface habitable moyenne d'un appartement dans un immeuble collectif (m²).

N : nombre d'appartements dans un immeuble collectif d'habitation.

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

ZONE CLIMATIQUE	Θ_{cw}
H1	10,5
H2	12
H3	14,5

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

11.1. Surface habitable ≤ 27 m²

11.1.1. Maison ou appartement

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

11.1.2. Immeuble de N appartements

$$Becs = N \times 0,988 \times (40 - \Theta_{cw}) \times Sh_{moy} \text{ (kWh)}$$

11.2. Surface habitable > 27 m²

11.2.1. Maison ou appartement

$$Becs = 0,0558 \times (470,9 \times \ln(Sh) - 1\,075) \times (40 - \Theta_{cw}) \text{ (kWh)}$$

11.2.2. Immeuble de N appartements

$$Becs = N \times 0,0558 \times (470,9 \times \ln(Sh_{moy}) - 1\,075) \times (40 - \Theta_{cw}) \text{ (kWh)}$$

12. Calcul de la consommation 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

Type d'installation

$$\text{Cecs} = \text{Becs} \times \text{Iecs} \quad (\text{kWh PCI}) \qquad \text{Iecs} = \frac{1}{\text{Rs} \times \text{Rd} \times \text{Rg}}$$

Cecs : consommation liée au système de production d'ECS (kWh PCI).

Becs : besoin d'ECS (kWh).

12.1. Un seul système d'ECS avec solaire

$$\text{Cecs} = \text{Becs} \times (1 - \text{Fecs}) \times \text{Iecs} \qquad \text{Prod}_{\text{ecs-sol}} = \text{Becs} \times \text{Fecs} \times \text{Iecs}$$

Fecs : facteur de couverture solaire (voir annexe).

Cecs : consommation liée au système principal de production d'ECS (kWh PCI).

Prod_{chauf-sol} : production d'ECS solaire (kWh PCI).

12.2. Deux systèmes d'ECS dans une maison ou un appartement

$$\text{Cecs1} = 0,5 \times \text{Becs} \times \text{Iecs1} \qquad \text{Cecs2} = 0,5 \times \text{Becs} \times \text{Iecs2}$$

13. Rendement de distribution de l'ECS

Données d'entrée :

Type d'installation

Localisation de la production

Configuration des logements

Isolation du réseau collectif

13.1. Installation individuelle

RENDEMENT DE DISTRIBUTION Rd	PRODUCTION EN VOLUME HABITABLE		PRODUCTION hors volume habitable
	Pièces alimentées contiguës	Pièces alimentées non contiguës	
Electrique classique	0,9	0,85	0,8
Electrique thermodynamique	0,95	0,9	0,85
Autre type de chauffe-eau	0,92	0,87	0,82

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

13.2. Installation collective

Rendement de distribution Rd	MAJORITÉ DES LOGEMENTS	
	Pièces alimentées contiguës	Pièces alimentées non contiguës
Réseau collectif non isolé	0,276	0,261
Réseau collectif isolé	0,552	0,522

14. Rendement de stockage de l'ECS

Données d'entrée :

Volume des ballons

Type de ballon

Le scénario conventionnel considère une semaine de vacances en hiver et deux semaines en été, soit un total de 21 jours d'absence.

La température de stockage de l'ECS dans les ballons est prise à 60 °C.

14.1. Pertes de stockage des ballons d'accumulation

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

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

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

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

14.2. Pertes des ballons électriques

Type de chauffe-eau		Cr (Wh/l.j.K)
Chauffe-eau à accumulation horizontale		$\frac{939 + 10,4 \times V_s}{45 \times V_s}$
Chauffe-eau à accumulation verticale	$V_s \geq 75 \text{ l}$	$\frac{224 + 66,3 \times V_s^{2/3}}{45 \times V_s}$
	$V_s < 75 \text{ l}$	$\frac{147,4 + 71,9 \times V_s^{2/3}}{45 \times V_s}$

$$Q_{g,w} = 13,76 \times V_s \times Cr$$

$Q_{g,w}$: pertes de stockage (kWh).

V_s : Volume de stockage d'ECS (L).

Cr : Constante de refroidissement (Wh/L.K.J).

14.3. Rendement de stockage

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

$$R_s = \frac{1}{1 + \frac{Q_{g,w} \times Rd}{Becs}}$$

Pour les ballons électriques recommandés :

$$R_{s_{\text{ballon_recommandé}}} = 1,08 \times R_{s_{\text{ballon_existant}}}$$

15. Rendement de génération d'ECS

Données d'entrée :

Type de production

Puissance nominale

Rendements 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

Lorsqu'un système de production d'ECS est électrique, son rendement de génération R_g est pris égal à 1.

15.1. Générateurs à combustion

Le scénario conventionnel pour la production d'ECS suppose une absence de consommation pendant 1 semaine en hiver et pendant 2 semaines en été.

Il est donc considéré dans la suite de façon conventionnelle :

- nombre annuel d'heures de fonctionnement de l'ECS : 1 720 h (5 heures par jour) ;
- nombre d'heures de vacances : 504 h ;
- les générateurs de production d'ECS ne sont pas maintenus en température.

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

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

$$R_g = \frac{1}{\frac{1}{R_{pn}} + 1720 \times \frac{QP_0}{Becs} + 6536 \times \frac{Pveil}{Becs}}$$

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

Pveil : puissance de la veilleuse (kW).

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

R_{pn} : rendement à pleine charge du générateur.

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

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

(*) Pour les recommandations, les valeurs de la base <http://www.rt2012-chauffage.com/> peuvent aussi être utilisées.

Pour les caractéristiques des autres générateurs, voir le paragraphe sur le rendement des générateurs à combustion.

15.1.2. Production par chaudière gaz, fioul ou bois

$$R_g = \frac{1}{\frac{1}{R_{pn}} + 1720 \times \frac{QP_0}{Becs} + 6536 \times \frac{0,5 \times Pveil}{Becs}}$$

QP₀ : pertes à l'arrêt de la chaudière (kW).

R_{pn} : rendement à 100 % de charge de la chaudière à récupérer au chapitre 10 « Rendement de génération des générateurs à combustion ».

Becs : besoin de chauffage (kWh).

15.1.3. Accumulateur gaz

$$R_g \times R_s = \frac{1}{\frac{1}{R_{pn}} + 8256 \times \frac{QP_0 + Q_{g,w}}{Becs} + 6536 \times \frac{Pveil}{Becs}}$$

Avec : $Q_{g,w} = 11 \times V_s^{2/3} + 0,015 \times P_n$ (kWh)

Les caractéristiques par défaut peuvent être retrouvées dans les tableaux suivants :

ANCIENNETÉ	TYPE DE CHAUDIÈRE	Q _p EN % DE P _n
Avant 1990	Classique	2 %
1990-2000		1,2 %
Après 2000		1 %
1996-2000	Condensation	1 %
Après 2000		1 %

ANCIENNETÉ	TYPE	R _{pn} (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 (*)			

15.1.4. Chauffe-bain au gaz à production instantanée

Le rendement de stockage est égal à 1.

- Pour un chauffe-bain sans veilleuse :

$$R_g = \frac{0,7}{1 + 0,28 \times R_d}$$

- Pour un chauffe-bain avec veilleuse :

$$R_g = \frac{0,7}{1 + 0,14 \times R_d + \frac{490 \times R_d}{\text{Becs}}}$$

15.2. Chauffe-eau thermodynamique à accumulation

En présence d'un appoint électrique :

$$R_s \times R_g = \frac{1}{\frac{3}{1 + 2 \times \text{COP}} + R_d \times \frac{11,9 \times C_r \times V_s \times (C_{ef} - 0,0576 \times \frac{\text{Becs}}{P_n \times R_d \times \text{COP}})}}{\text{Becs}}$$

Sans appoint électrique :

$$R_s \times R_g = \frac{1}{\frac{1}{\text{COP}} + R_d \times \frac{11,9 \times C_r \times V_s \times (C_{ef} - 0,0576 \times \frac{\text{Becs}}{P_n \times R_d \times \text{COP}})}}{\text{Becs}}$$

COP : coefficient de performance du chauffe-eau :

- chauffe-eau sur air extrait : COP = 2,4 ;
- chauffe-eau sur air extérieur : COP = 2,1.

Cr : coefficient de refroidissement (Wh/L °C.jour) à calculer à partir du tableau présenté au paragraphe 14.2 « Pertes des ballons électriques ».

V_s : volume de stockage du chauffe-eau (L).

Rd : rendement de distribution.

Pn : puissance nominale du chauffe-eau (W).

Becc : besoin d'ECS (kWh).

Cef : coefficient d'emplacement et de fonctionnement.

CEF	BALLON EN VOLUME HABITABLE	BALLON HORS VOLUME HABITABLE
Alimentation heure creuse	0,6	0,75
Alimentation permanente	0,9	1,1

- Calcul de la puissance Pn des chauffe-eau thermodynamiques :

$$Pn = \frac{P_{\text{eecs}}}{\text{COP}}$$

Avec :

COP : coefficient de performance du chauffe-eau thermodynamique (COP = 2,1 sur air extérieur et 2,4 sur air extrait).

P_{eecs} : puissance calorifique du chauffe-eau (kW).

	Volume de stockage	P _{eecs} (kW)
Semi-accumulation	V _s ≤ 150	$5 - 1,751 \times \frac{V_s - 20}{65}$
Accumulation	150 < V _s	$\frac{7,14 \times V_s + 428}{1000}$

15.3. 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.

16. Expression des consommations de refroidissement

16.1. Cas des maisons

$$C_{\text{clim}} = R_{\text{clim}} \times S_{\text{clim}}$$

Données d'entrée :

Surface habitable (m²) : Sh

Pourcentage de surface habitable climatisée : α

Zone climatique été

Calcul de S_{clim} : (S_{clim} = α × Sh (0 ≤ α ≤ 1))

Calcul de R_{clim} :

R _{clim}	S _{clim} < 150 m ²		S _{clim} ≥ 150 m ²
Zone	Ea	2	4

Rclim		Sclim < 150 m ²	Sclim ≥ 150 m ²
	Eb	3	5
	Ec	4	6
	Ed	5	7

16.2. Cas des immeubles

Données d'entrée :

Surface habitable (m²) : Sh

Pourcentage de surface habitable climatisée : α

Zone climatique été

Type de climatisation

Étage

$$C_{clim} = R_{clim} \times S_{clim} \times COR_{clim} \text{ (kWh PCS)}$$

Calcul de Sclim : (Sclim = $\alpha \times Sh$ ($0 \leq \alpha \leq 1$))

Calcul de Rclim :

Rclim		AUTRE	DERNIER ÉTAGE
Zone	Ea	1,5	2
	Eb	2	3
	Ec	3	4
	Ed	4	5

Calcul de CORclim :

Si refroidissement au gaz naturel : CORclim = 2.8 ; sinon CORclim = 1.

Gaz naturel : Consommation PCS = 1.11*Consommation PCI.

17. Prise en compte de la production d'énergie

Production d'électricité par des capteurs photovoltaïques (Ppv) : Ppv = 100 × Scapeurs (kWh/an).

Production d'électricité par une micro-éolienne (Peo) :

Peo = 2 000 (kWh/an).

Production de chauffage et d'électricité par cogénération :

– pour le chauffage, assimiler les rendements à une chaudière à condensation ;

– pour l'électricité : $P_{co} = \frac{C_{ch}}{8}$

Ces productions d'électricité spécifique peuvent être saisies directement si une étude plus précise a été effectuée.

18. Traitement de configurations particulières

18.1. DPE à l'immeuble équipé de plusieurs systèmes de chauffage ou d'ECS

Pour un DPE réalisé sur un immeuble de surface habitable Sh et de N appartements pourvu de plusieurs types d'équipements individuels pour la production de chauffage ou d'ECS, il est possible de généraliser à l'immeuble la proportion que représente chaque type d'équipement dans un échantillon d'appartements représentatifs. La démarche est la suivante :

Un échantillon représentatif d'appartements de l'immeuble est composé de :

Appartements avec l'équipement E_i de production de chauffage ou d'ECS alimentant une surface S_i .

La proportion de chaque équipement E_i dans l'échantillon permet de déterminer après généralisation à l'immeuble la répartition des équipements sur tout le bâtiment, c'est-à-dire déterminer pour chaque équipement E_i le nombre N_j d'appartements qui sont alimentés. Ce nombre N_j est arrondi à l'entier le plus proche :

$$N_j = N \times \frac{N_i}{N_e}$$

Avec :

N_e : nombre d'appartements de l'échantillon.

De même, les surfaces Sh_i associées à l'équipement E_i dans l'échantillon peuvent être généralisées à l'immeuble en appliquant leur proportion de surface à la surface totale de l'immeuble. La surface Sh_j obtenue est :

$$Sh_j = Sh \times \frac{Sh_i}{Sh_e}$$

Avec :

Sh_e : surface habitable de l'échantillon (m^2).

La répartition des équipements E_i sur l'immeuble est donc :

N_j appartements avec l'équipement E_i de production de chauffage ou d'ECS alimentant une surface S_j .

Pour chaque surface S_j le besoin d'ECS est calculé selon la méthode présentée au paragraphe 11 « Expression du besoin d'ECS » à la section relative à l'immeuble.

18.2. Comptage sur les installations collectives en l'absence de DPE à l'immeuble

Pour les générateurs autres qu'à combustion, le calcul à l'appartement est réalisé avec le générateur de l'immeuble.

Pour les générateurs à combustion utilisés pour la production de chauffage ou d'ECS, le rendement étant dépendant de la puissance du générateur, la méthode consiste à affecter à l'appartement un générateur identique au générateur du bâtiment mais avec une puissance P_i telle que :

$$P_i = P \times \frac{Sh_i}{Sh}$$

Avec :

Sh_i : surface de l'appartement (m^2).

Sh : surface de l'immeuble (m^2).

P_i : puissance du générateur virtuel alimentant l'appartement (kW).

P : puissance du générateur alimentant l'immeuble (kW).

Avec ce générateur virtuel, un calcul classique à l'appartement est réalisé. Dans ce cas, pour le chauffage $R_d = 0,87$ et pour l'ECS $R_d = 0,522$.

19. Détermination des abonnements d'électricité

19.1. Evaluation de la puissance souscrite P_s

$$P_s = 2 + 0,025 \times Sh + P_{ch}$$

Sh : surface habitable (m^2).

P_s : puissance souscrite (kVA).

P_{ch} : puissance électrique pour le chauffage (kW).

$$P_{ch} = 1,2 \times \frac{GV \times (19 - \text{Text}_{\text{base}})}{1000 \times R_g \times R_e \times R_r \times R_d}$$

Avec :

GV : déperditions du bâtiment (W/K).

Rg : rendement de génération ou Cop du générateur électrique.

Re : rendement d'émission des émetteurs.

Rr : rendement de régulation de l'installation.

Rd : rendement de distribution de l'installation.

19.2. Tarif des énergies

L'abonnement double tarif sera retenu en présence d'un équipement électrique à accumulation pour le chauffage et/ou pour l'ECS. Dans ce cas, la consommation de cet équipement sera prise uniquement en heure creuse.

Ps	Puissance souscrite	Montant de l'abonnement (€TTC)	Prix du kWh (c€TTC)
Ps ≤ 6,9 kVA	6 kVA simple tarif	Les montants à utiliser sont ceux indiqués dans la dernière version en vigueur de l'annexe V de l'arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine	
	6 kVA double tarif		
6,9 kVA < Ps ≤ 10,35 kVA	9 kVA simple tarif		
	9 kVA double tarif		
10,35 kVA < Ps ≤ 13,8 kVA	12 kVA double tarif		
13,8 kVA < Ps ≤ 17,25 kVA	15 kVA double tarif		
Ps > 17.25 kVA	≥ 18kVA double tarif		

20. Annexes

20.1. Fecs pour une maison avec ECS solaire seule

Une installation ancienne est une installation de plus de 5 ans.

DÉPARTEMENT	ANCIENNE	RÉCENTE
01 - Ain	51,2	65,3
02 - Aisne	48	61,8
03 - Allier	51,8	66,4
04 - Alpes-de-Haute-Provence	63	78,9
05 - Hautes-Alpes	57,7	74,4
06 - Alpes-Maritimes	65,7	82,2
07 - Ardèche	60,4	75,6
08 - Ardennes	48	61,8
09 - Ariège	60	74,6
10 - Aube	50	64,2
11 - Aude	60	74,6
12 - Aveyron	57,1	73,1

DÉPARTEMENT	ANCIENNE	RÉCENTE
13 - Bouches-du-Rhône	64,6	80,4
14 - Calvados	50	65
15 - Cantal	53,7	69,2
16 - Charente	58,7	74,3
17 - Charente-Maritime	58,7	74,3
18 - Cher	51,7	66,2
19 - Corrèze	53,9	69,5
2A - Corse-du-Sud	65,9	81,8
2B - Haute-Corse	65,5	81,8
21 - Côte-d'Or	50,8	65
22 - Côtes-d'Armor	50,9	66
23 - Creuse	53,9	69,5
24 - Dordogne	58,8	73,5
25 - Doubs	50,9	65,2
26 - Drôme	60,4	75,6
27 - Eure	48,6	62,7
28 - Eure-et-Loir	50,5	64,9
29 - Finistère	50,4	65,5
30 - Gard	63,1	78,8
31 - Haute-Garonne	58,1	73,7
32 - Gers	58,1	73,7
33 - Gironde	58,8	73,5
34 - Hérault	63,4	79,5
35 - Ille-et-Vilaine	51,8	66,9
36 - Indre	51,7	66,2
37 - Indre-et-Loire	52	66,5
38 - Isère	54,5	68,9
39 - Jura	50,9	65,2

DÉPARTEMENT	ANCIENNE	RÉCENTE
40 - Landes	57,1	72,9
41 - Loir-et-Cher	52	66,5
42 - Loire	53,5	67,8
43 - Haute-Loire	53,7	69,2
44 - Loire-Atlantique	53,4	68,7
45 - Loiret	50,5	64,9
46 - Lot	56	71,1
47 - Lot-et-Garonne	57,3	72,5
48 - Lozère	57,1	73,1
49 - Maine-et-Loire	53,4	68,7
50 - Manche	50	65
51 - Marne	49,7	64,1
52 - Haute-Marne	50	64,2
53 - Mayenne	51,8	66,9
54 - Meurthe-et-Moselle	48,9	62,9
55 - Meuse	49,7	64,1
56 - Morbihan	51,8	66,9
57 - Moselle	48,8	62,4
58 - Nièvre	51	65,6
59 - Nord	45,7	59,1
60 - Oise	48,5	62,7
61 - Orne	50	65
62 - Pas-de-Calais	45,7	59,1
63 - Puy-de-Dôme	53	68,2
64 - Pyrénées-Atlantiques	58	73,7
65 - Hautes-Pyrénées	58,1	73,7
66 - Pyrénées-Orientales	61,9	80,6
67 - Bas-Rhin	49,1	62,8

DÉPARTEMENT	ANCIENNE	RÉCENTE
68 - Haut-Rhin	50	64,2
69 - Rhône	53,5	67,8
70 - Haute-Saône	50,9	65,2
71 - Saône-et-Loire	52,8	67
72 - Sarthe	51,8	66,5
73 - Savoie	54,5	68,9
74 - Haute-Savoie	51,2	65,3
75 - Paris	49,5	63,9
76 - Seine-Maritime	48,6	62,7
77 - Seine-et-Marne	49,5	63,9
78 - Yvelines	49,5	63,9
79 - Deux-Sèvres	58,7	74,3
80 - Somme	48,5	62,7
81 - Tarn	58,1	73,7
82 - Tarn-et-Garonne	58,1	73,7
83 - Var	67,2	83,4
84 - Vaucluse	63	78,9
85 - Vendée	53,4	68,7
86 - Vienne	54,7	69,9
87 - Haute-Vienne	53,9	69,5
88 - Vosges	50	64,2
89 - Yonne	50,3	64,6
90 - Territoire de Belfort	50	64,2
91 - Essonne	49,5	63,9
92 - Hauts-de-Seine	49,5	63,9
93 - Seine-Saint-Denis	49,5	63,9
94 - Val-de-Marne	49,5	63,9
95 - Val-d'Oise	49,5	63,9

Fecs peut être inséré directement si un calcul plus précis a été fait.

20.2. Fecs pour une maison avec chauffage et ECS solaires

DÉPARTEMENT	Fecs (%)
01 - Ain	89
02 - Aisne	86
03 - Allier	90
04 - Alpes-de-Haute-Provence	96
05 - Hautes-Alpes	95
06 - Alpes-Maritimes	98
07 - Ardèche	96
08 - Ardennes	86
09 - Ariège	96
10 - Aube	88
11 - Aude	96
12 - Aveyron	94
13 - Bouches-du-Rhône	96
14 - Calvados	89
15 - Cantal	91
16 - Charente	94
17 - Charente-Maritime	94
18 - Cher	89
19 - Corrèze	91
2A - Corse-du-Sud	98
2B - Haute-Corse	98
21 - Côte-d'Or	88
22 - Côtes-d'Armor	89
23 - Creuse	91
24 - Dordogne	94

DÉPARTEMENT	Fecs (%)
25 - Doubs	89
26 - Drôme	96
27 - Eure	87
28 - Eure-et-Loir	89
29 - Finistère	90
30 - Gard	97
31 - Haute-Garonne	94
32 - Gers	94
33 - Gironde	94
34 - Hérault	97
35 - Ille-et-Vilaine	90
36 - Indre	89
37 - Indre-et-Loire	89
38 - Isère	92
39 - Jura	89
40 - Landes	96
41 - Loir-et-Cher	89
42 - Loire	90
43 - Haute-Loire	91
44 - Loire-Atlantique	92
45 - Loiret	89
46 - Lot	93
47 - Lot-et-Garonne	94
48 - Lozère	94
49 - Maine-et-Loire	92
50 - Manche	89
51 - Marne	86
52 - Haute-Marne	88

DÉPARTEMENT	Fecs (%)
53 - Mayenne	90
54 - Meurthe-et-Moselle	87
55 - Meuse	86
56 - Morbihan	90
57 - Moselle	86
58 - Nièvre	89
59 - Nord	86
60 - Oise	87
61 - Orne	89
62 - Pas-de-Calais	86
63 - Puy-de-Dôme	91
64 - Pyrénées-Atlantiques	98
65 - Hautes-Pyrénées	94
66 - Pyrénées-Orientales	99
67 - Bas-Rhin	86
68 - Haut-Rhin	88
69 - Rhône	90
70 - Haute-Saône	89
71 - Saône-et-Loire	89
72 - Sarthe	89
73 - Savoie	92
74 - Haute-Savoie	89
75 - Paris	87
76 - Seine-Maritime	87
77 - Seine-et-Marne	87
78 - Yvelines	87
79 - Deux-Sèvres	99
80 - Somme	87

DÉPARTEMENT	Fecs (%)
81 - Tarn	94
82 - Tarn-et-Garonne	94
83 - Var	100
84 - Vaucluse	96
85 - Vendée	92
86 - Vienne	91
87 - Haute-Vienne	91
88 - Vosges	88
89 - Yonne	89
90 - Territoire de Belfort	88
91 - Essonne	87
92 - Hauts-de-Seine	87
93 - Seine-Saint-Denis	87
94 - Val-de-Marne	87
95 - Val-d'Oise	87

Fecs peut être inséré directement si un calcul plus précis a été fait.

20.3. Fch pour une maison avec chauffage solaire seul

DÉPARTEMENT	Fch (%)
01 - Ain	26
02 - Aisne	24,3
03 - Allier	29
04 - Alpes-de-Haute-Provence	42,4
05 - Hautes-Alpes	41,5
06 - Alpes-Maritimes	67
07 - Ardèche	36,9
08 - Ardennes	24,3
09 - Ariège	40
10 - Aube	22,4

DÉPARTEMENT	Fch (%)
11 - Aude	40
12 - Aveyron	36
13 - Bouches-du-Rhône	44,7
14 - Calvados	33,4
15 - Cantal	29,2
16 - Charente	44
17 - Charente-Maritime	44
18 - Cher	25,5
19 - Corrèze	29,8
2A - Corse-du-Sud	52
2B - Haute-Corse	52
21 - Côte-d'Or	22,4
22 - Côtes-d'Armor	35
23 - Creuse	29,8
24 - Dordogne	37,8
25 - Doubs	23,8
26 - Drôme	36,9
27 - Eure	27
28 - Eure-et-Loir	25,1
29 - Finistère	36,3
30 - Gard	51
31 - Haute-Garonne	33,3
32 - Gers	33,3
33 - Gironde	37,8
34 - Hérault	48,3
35 - Ille-et-Vilaine	32,9
36 - Indre	25,5
37 - Indre-et-Loire	26,1

DÉPARTEMENT	Fch (%)
38 - Isère	26,1
39 - Jura	23,8
40 - Landes	39,1
41 - Loir-et-Cher	26,1
42 - Loire	25,2
43 - Haute-Loire	29,2
44 - Loire-Atlantique	35
45 - Loiret	25,1
46 - Lot	33
47 - Lot-et-Garonne	33,7
48 - Lozère	36
49 - Maine-et-Loire	35
50 - Manche	33,4
51 - Marne	21,5
52 - Haute-Marne	22,4
53 - Mayenne	32,9
54 - Meurthe-et-Moselle	20,8
55 - Meuse	21,5
56 - Morbihan	32,9
57 - Moselle	18,6
58 - Nièvre	26
59 - Nord	22,5
60 - Oise	23,4
61 - Orne	33,4
62 - Pas-de-Calais	22,5
63 - Puy-de-Dôme	29,2
64 - Pyrénées-Atlantiques	67,7
65 - Hautes-Pyrénées	33,3

DÉPARTEMENT	Fch (%)
66 - Pyrénées-Orientales	48,3
67 - Bas-Rhin	18,6
68 - Haut-Rhin	21,4
69 - Rhône	25,2
70 - Haute-Saône	23,8
71 - Saône-et-Loire	24,4
72 - Sarthe	27,9
73 - Savoie	29,7
74 - Haute-Savoie	26
75 - Paris	24
76 - Seine-Maritime	27
77 - Seine-et-Marne	24
78 - Yvelines	24
79 - Deux-Sèvres	44
80 - Somme	23
81 - Tarn	33,3
82 - Tarn-et-Garonne	33,3
83 - Var	68,4
84 - Vaucluse	42,4
85 - Vendée	35
86 - Vienne	29,5
87 - Haute-Vienne	29,8
88 - Vosges	22,4
89 - Yonne	24,3
90 - Territoire de Belfort	21,4
91 - Essonne	24
92 - Hauts-de-Seine	24
93 - Seine-Saint-Denis	24

DÉPARTEMENT	Fch (%)
94 - Val-de-Marne	24
95 - Val-d'Oise	24

Fch peut être inséré directement si un calcul plus précis a été fait.

20.4. Fecs pour un immeuble avec ECS solaire seule

Une installation ancienne est une installation de plus de 5 ans.

DÉPARTEMENT	ANCIENNE	RÉCENTE
01 - Ain	30	42
02 - Aisne	26	38
03 - Allier	32	45
04 - Alpes-de-Haute-Provence	39	58
05 - Hautes-Alpes	43	60
06 - Alpes-Maritimes	41	59
07 - Ardèche	39	58
08 - Ardennes	26	38
09 - Ariège	34	50
10 - Aube	28	40
11 - Aude	34	50
12 - Aveyron	35	49
13 - Bouches-du-Rhône	43	62
14 - Calvados	28	40
15 - Cantal	32	47
16 - Charente	35	51
17 - Charente-Maritime	35	51
18 - Cher	29	42
19 - Corrèze	31	46
2A - Corse-du-Sud	42	60
2B - Haute-Corse	42	60

DÉPARTEMENT	ANCIENNE	RÉCENTE
21 - Côte-d'Or	30	42
22 - Côtes-d'Armor	28	41
23 - Creuse	31	46
24 - Dordogne	34	49
25 - Doubs	28	41
26 - Drôme	39	58
27 - Eure	26	38
28 - Eure-et-Loir	28	42
29 - Finistère	27	40
30 - Gard	40	58
31 - Haute-Garonne	35	51
32 - Gers	35	51
33 - Gironde	34	49
34 - Hérault	38	57
35 - Ille-et-Vilaine	28	41
36 - Indre	29	42
37 - Indre-et-Loire	32	47
38 - Isère	31	44
39 - Jura	28	41
40 - Landes	33	49
41 - Loir-et-Cher	32	47
42 - Loire	29	43
43 - Haute-Loire	32	47
44 - Loire-Atlantique	30	45
45 - Loiret	28	42
46 - Lot	33	48
47 - Lot-et-Garonne	34	49
48 - Lozère	35	49

DÉPARTEMENT	ANCIENNE	RÉCENTE
49 - Maine-et-Loire	30	45
50 - Manche	28	40
51 - Marne	28	40
52 - Haute-Marne	28	40
53 - Mayenne	28	41
54 - Meurthe-et-Moselle	26	39
55 - Meuse	28	40
56 - Morbihan	28	41
57 - Moselle	26	38
58 - Nièvre	28	42
59 - Nord	24	36
60 - Oise	26	38
61 - Orne	28	40
62 - Pas-de-Calais	24	36
63 - Puy-de-Dôme	32	45
64 - Pyrénées-Atlantiques	33	49
65 - Hautes-Pyrénées	35	51
66 - Pyrénées-Orientales	40	58
67 - Bas-Rhin	26	38
68 - Haut-Rhin	27	38
69 - Rhône	29	43
70 - Haute-Saône	28	41
71 - Saône-et-Loire	29	43
72 - Sarthe	32	46
73 - Savoie	29	43
74 - Haute-Savoie	30	42
75 - Paris	26	38
76 - Seine-Maritime	26	38

DÉPARTEMENT	ANCIENNE	RÉCENTE
77 - Seine-et-Marne	26	38
78 - Yvelines	26	38
79 - Deux-Sèvres	35	51
80 - Somme	25	37
81 - Tarn	35	51
82 - Tarn-et-Garonne	35	51
83 - Var	42	62
84 - Vaucluse	39	58
85 - Vendée	30	45
86 - Vienne	33	48
87 - Haute-Vienne	31	46
88 - Vosges	28	40
89 - Yonne	29	43
90 - Territoire de Belfort	27	38
91 - Essonne	26	38
92 - Hauts-de-Seine	26	38
93 - Seine-Saint-Denis	26	38
94 - Val-de-Marne	26	38
95 - Val-d'Oise	26	38

Fecs peut être inséré directement si un calcul plus précis a été fait.
Le cas des immeubles avec chauffage et ECS solaires n'est pas traité.