

**Nouvel algorithme de calcul des  
consommations conventionnelles des  
logements pour la réalisation des  
diagnostics de performance  
énergétique**



# SOMMAIRE

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUCTION</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2</b>     | <b>LA METHODE CONVENTIONNELLE</b>                                       | <b>7</b>  |
| <b>3</b>     | <b>EXPRESSION DU BESOIN DE CHAUFFAGE</b>                                | <b>8</b>  |
| <b>4</b>     | <b>CALCUL DES DEPERDITIONS DE L'ENVELOPPE GV</b>                        | <b>8</b>  |
| <b>4.1</b>   | <b>Détermination du coefficient de réduction des déperditions b</b>     | <b>9</b>  |
| <b>4.2</b>   | <b>Calcul des U des parois opaques</b>                                  | <b>11</b> |
| 4.2.1        | Calcul des Umur   | 12        |
| 4.2.1.1      | Schéma du calcul de Umur  | 12        |
| 4.2.1.2      | Calcul des Umur0  | 13        |
| 4.2.2        | Calcul des Uplancher bas (Upb)  | 15        |
| 4.2.2.1      | Schéma du calcul de Upb   | 15        |
| 4.2.2.2      | Calcul des Upb0   | 16        |
| 4.2.3        | Calcul des Uplancher haut (Uph)   | 17        |
| 4.2.3.1      | Schéma du calcul de Uph   | 17        |
| 4.2.3.2      | Calcul des Uph0   | 18        |
| <b>4.3</b>   | <b>Calcul des U des parois vitrées et des portes</b>                    | <b>18</b> |
| 4.3.1        | Caractérisation des baies et des portes                                 | 19        |
| 4.3.1.1      | Détermination de la performance du vitrage $U_g$                        | 20        |
| 4.3.1.2      | Coefficients $U_w$ des fenêtres / portes-fenêtres :                     | 22        |
| 4.3.1.3      | Coefficients $U_{jn}$ des fenêtres/portes-fenêtres                      | 28        |
| 4.3.1.4      | Coefficients $U$ des portes   | 30        |
| <b>4.4</b>   | <b>Calcul des déperditions par les ponts thermiques</b>                 | <b>30</b> |
| 4.4.1        | Plancher bas / mur  | 31        |
| 4.4.2        | Plancher intermédiaire / mur  | 31        |
| 4.4.3        | Plancher haut lourd / mur   | 32        |
| 4.4.4        | Refend / mur  | 33        |
| 4.4.5        | Menuiserie / mur  | 33        |
| <b>4.5</b>   | <b>Calcul des déperditions par renouvellement d'air</b>                 | <b>35</b> |
| <b>5</b>     | <b>DETERMINATION DES SOLLICITATIONS ENVIRONNEMENTALES</b>               | <b>35</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>Calcul de F</b>  | <b>35</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>Détermination de la surface Sud équivalente</b>                      | <b>38</b> |
| <b>5.2.1</b> | <b>Détermination du coefficient d'orientation et du facteur solaire</b> | <b>39</b> |
| <b>5.2.2</b> | <b>Détermination du facteur d'ensoleillement</b>                        | <b>40</b> |
| 5.2.2.1      | Masques proches   | 41        |
| 5.2.2.1.1    | Baie en fond de balcon ou fond et flanc de loggias                      | 41        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 5.2.2.2   | Masques lointains   | 41        |
| 5.2.2.2.1 | Baie sous un balcon ou auvent   | 41        |
| 5.2.2.2.2 | Baie masquée par une paroi latérale   | 42        |
| 5.2.2.2.3 | Obstacle d'environnement homogène   | 42        |
| 5.2.2.2.4 | Obstacle d'environnement non homogène   | 43        |
| <b>6</b>  | <b>DETERMINATION DE L'INERTIE</b>   | <b>43</b> |
| 6.1       | Plancher haut lourd   | 43        |
| 6.2       | Plancher bas lourd  | 44        |
| 6.3       | Paroi verticale lourde  | 44        |
| <b>7</b>  | <b>CALCUL DU FACTEUR D'INTERMITTENCE INT</b>  | <b>46</b> |
| <b>8</b>  | <b>CALCUL DE LA CONSOMMATION DE CHAUFFAGE (CCH)</b>   | <b>49</b> |
| 8.1       | Installation de chauffage   | 50        |
| 8.2       | Installation de chauffage avec chauffage solaire  | 50        |
| 8.3       | Installation de chauffage avec insert ou poêle bois en appoint  | 51        |
| 8.4       | Installation de chauffage par insert, poêle bois (ou biomasse) avec un chauffage électrique dans la salle de bain                                     | 51        |
| 8.5       | Installation de chauffage avec en appoint un insert ou poêle bois et un chauffage électrique dans la salle de bain (différent du chauffage principal) | 51        |
| 8.6       | Installation de chauffage avec chauffage solaire et insert ou poêle bois en appoint   | 52        |
| 8.7       | Installation de chauffage avec chaudière en relèvement de PAC   | 52        |
| 8.8       | Installation de chauffage avec chaudière en relèvement de PAC avec insert ou poêle bois en appoint  | 52        |
| 8.9       | Installation de chauffage collectif avec Base + appoint   | 53        |
| 8.9.1     | Cas général   | 53        |
| 8.9.2     | Convecteurs bi-jonction   | 54        |
| 8.9.3     | Installation de chauffage avec chaudière gaz ou fioul en relèvement d'une chaudière bois  | 54        |
| 8.10      | Installation de chauffage avec plusieurs systèmes différents indépendants et / ou plusieurs systèmes couplés différents indépendants                  | 54        |
| <b>9</b>  | <b>RENDEMENT DE DISTRIBUTION, D'EMISSION ET DE REGULATION DE CHAUFFAGE</b>  | <b>58</b> |
| 9.1       | Rendement d'émission  | 58        |
| 9.2       | Rendement de distribution   | 58        |
| 9.3       | Rendement de régulation   | 59        |
| <b>10</b> | <b>RENDEMENT DE GENERATION DES GENERATEURS AUTRES QU'A COMBUSTION</b>   | <b>59</b> |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>10.1</b> | <b>Rendement des générateurs à effet joule direct et des réseaux de chaleur</b> | <b>59</b> |
| <b>10.2</b> | <b>COP des PAC installées</b>   | <b>59</b> |
| <b>10.3</b> | <b>COP des PAC neuves recommandées</b>  | <b>60</b> |
| <b>11</b>   | <b>RENDEMENT DE GENERATION DES GENERATEURS A COMBUSTION</b>                     | <b>60</b> |
| <b>11.1</b> | <b>Profil de charge des générateurs</b>   | <b>61</b> |
| 11.1.1      | Profil de charge conventionnel  | 61        |
| 11.1.2      | Présence de un ou plusieurs générateurs à combustion indépendants               | 61        |
| 11.1.3      | Cascade de deux générateurs à combustion  | 62        |
| 11.1.3.1    | Cascade avec priorité   | 62        |
| 11.1.3.2    | Cascade sans priorité (même contribution au taux de charge)                     | 63        |
| <b>11.2</b> | <b>Pertes au point de fonctionnement</b>  | <b>63</b> |
| 11.2.1      | Chaudières basse température et à condensation :                                | 64        |
| 11.2.2      | Chaudières standard ou classiques   | 65        |
| 11.2.3      | Générateurs d'air chaud   | 66        |
| 11.2.4      | Radiateurs à gaz  | 67        |
| 11.2.5      | Chaudières bois   | 68        |
| <b>11.3</b> | <b>Valeurs par défaut des caractéristiques des chaudières</b>                   | <b>69</b> |
| 11.3.1      | Chaudières gaz  | 69        |
| 11.3.2      | Chaudières fioul  | 69        |
| <b>11.4</b> | <b>Puissances moyennes fournies et consommées</b>                               | <b>70</b> |
| <b>11.5</b> | <b>Rendement conventionnel annuel moyen de génération de chauffage</b>          | <b>70</b> |
| <b>12</b>   | <b>EXPRESSION DU BESOIN D'ECS (BECS)</b>  | <b>71</b> |
| <b>12.1</b> | <b>Surface habitable <math>\leq 27\text{m}^2</math></b>                         | <b>71</b> |
| 12.1.1      | Maison ou appartement   | 71        |
| 12.1.2      | Immeuble de N appartements  | 71        |
| <b>12.2</b> | <b>Surface habitable <math>&gt; 27\text{m}^2</math></b>                         | <b>71</b> |
| 12.2.1      | Maison ou appartement   | 71        |
| 12.2.2      | Immeuble de N appartements  | 71        |
| <b>13</b>   | <b>CALCUL DE LA CONSOMMATION D'ECS</b>  | <b>71</b> |
| <b>13.1</b> | <b>Un seul système d'ECS avec solaire</b>                                       | <b>72</b> |
| <b>13.2</b> | <b>Deux systèmes d'ECS dans une maison ou un appartement</b>                    | <b>72</b> |
| <b>13.3</b> | <b>Cas d'un immeuble avec plusieurs systèmes d'ECS</b>                          | <b>72</b> |
| <b>14</b>   | <b>RENDEMENT DE DISTRIBUTION DE L'ECS</b>                                       | <b>73</b> |
| <b>14.1</b> | <b>Installation individuelle</b>  | <b>73</b> |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>14.2</b> | <b>Installation collective</b>  | <b>73</b> |
| <b>15</b>   | <b>RENDEMENT DE STOCKAGE DE L'ECS</b>   | <b>74</b> |
| 15.1        | Pertes de stockage des ballons d'accumulation   | 74        |
| 15.2        | Pertes des ballons électriques  | 74        |
| 15.3        | Rendement de stockage   | 74        |
| <b>16</b>   | <b>RENDEMENT DE GENERATION D'ECS</b>  | <b>75</b> |
| <b>16.1</b> | <b>Générateurs à combustion</b>   | <b>75</b> |
| 16.1.1      | Production d'ECS seule par chaudière gaz, fioul ou chauffe-eau gaz  | 75        |
| 16.1.2      | Production mixte par chaudière gaz, fioul, bois   | 76        |
| 16.1.3      | Accumulateur gaz  | 76        |
| 16.1.4      | Chauffe-bain au gaz à production instantanée  | 77        |
| <b>16.2</b> | <b>Chauffe-eau thermodynamique à accumulation</b>   | <b>77</b> |
| <b>16.3</b> | <b>Réseau de chaleur</b>  | <b>78</b> |
| <b>17</b>   | <b>EXPRESSION DES CONSOMMATIONS DE REFROIDISSEMENT</b>  | <b>78</b> |
| 17.1        | Cas des maisons   | 78        |
| 17.2        | Cas des immeubles   | 78        |
| <b>18</b>   | <b>PRISE EN COMPTE DE LA PRODUCTION D'ENERGIE</b>   | <b>79</b> |
| <b>19</b>   | <b>TRAITEMENT DE CONFIGURATION PARTICULIERE : COMPTAGE SUR LES<br/>INSTALLATIONS COLLECTIVES EN L'ABSENCE DE DPE A L'IMMEUBLE</b> | <b>80</b> |
| <b>20</b>   | <b>DETERMINATION DES ABONNEMENTS D'ELECTRICITE</b>  | <b>80</b> |
| <b>20.1</b> | <b>Evaluation de la puissance souscrite Ps</b>  | <b>80</b> |
| <b>20.2</b> | <b>Tarif des énergies</b>   | <b>81</b> |
| <b>21</b>   | <b>ANNEXES</b>  | <b>82</b> |
| 21.1        | Fecs pour une maison avec ECS solaire seule   | 82        |
| 21.2        | Fecs pour une maison avec chauffage et ECS solaires   | 83        |
| 21.3        | Fch pour une maison avec chauffage solaire seul   | 84        |
| 21.4        | Fecs pour un immeuble avec ECS solaire seule  | 85        |

## 1 Introduction

Afin d'améliorer la qualité des diagnostics de performance énergétique (DPE), il s'avère aujourd'hui nécessaire d'augmenter le spectre des données d'entrée à renseigner dans la méthode de calcul des consommations conventionnelles des logements utilisée pour leur réalisation. Ce nombre se limitait à une trentaine dans la version initiale et cette modification le porte à environ soixante en se concentrant sur les paramètres les plus pertinents, c'est-à-dire ceux ayant un impact notable sur le résultat final et étant à la portée effective des diagnostiqueurs.

Les données d'entrée étaient relativement détaillées sur le paramètre isolation, mais limitées sur d'autres paramètres influents comme l'efficacité des systèmes de chauffage, la ventilation, les apports solaires et lumineux, l'orientation et les surfaces vitrées. Les bibliothèques de données qui alimentent la méthode de calcul étaient également insuffisantes et se devaient donc d'être complétées afin d'élargir le panel d'équipements ou de matériaux et ainsi affiner la précision de l'évaluation de la consommation énergétique.

## 2 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 réchauffement des températures à 16°C pendant la nuit de 22h à 6h ;
- aux 18°C assurés par l'installation de chauffage, les apports internes (occupation, équipements électriques, éclairage...) 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, ...).

### 3 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.

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

*Données d'entrée :*

Coefficient de transmission thermique :  $U$  (W/m<sup>2</sup>.K) ;

Surface des parois  $i$  (murs, plafonds, planchers, baies, portes) :  $S_i$  (m<sup>2</sup>) ;

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

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

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

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

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

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

Avec :

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

DP <sub>$i$</sub>  : déperdition par la paroi  $i$  par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/K)

S <sub>$i$</sub>  : surface de la paroi déperditive  $i$  (m<sup>2</sup>)

U <sub>$i$</sub>  : coefficient de transmission thermique surfacique de la paroi  $i$  par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur (W/m<sup>2</sup>.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.

**Attention : les parois donnant sur un bâtiment chauffé, résidentiel ou non, sont considérées comme non déperditives.**

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 chauffés.

**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.

## 4.1 Détermination du coefficient de réduction des déperditions $b$

*Données d'entrée :*

*Surface des parois séparant l'espace non chauffés 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,  $b=0.8$ . 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 isolées.**

$A_{ue}$  : non isolée  
 $A_{iu}$  : isolée



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

$A_{iu}$  : non isolée  
 $A_{ue}$  : non isolée



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

$A_{iu}$  : non isolée  
 $A_{ue}$  : isolée



| $A_{iu}/A_{ue}$ | $U_{V,ue}$<br>W/(m <sup>2</sup> .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 |

$A_{iu}$  : isolée  
 $A_{ue}$  : isolée



| $A_{iu}/A_{ue}$ | $U_{V,ue}$<br>W/(m <sup>2</sup> .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                                    | $U_{v, us}$ W/(m <sup>2</sup> .K)      |
|--|--|
| <b>Maison individuelle</b>                                   |  |
| • 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                                      |
| - très faiblement ventilé $0,0003 > A_v/A_c$                 | 0,3                                    |
| <b>Logement collectif</b>                                    |  |
| • Circulations communes                                      |  |
| - sans ouverture directe sur l'extérieur                     | 0,0                                    |
| - avec ouverture directe sur l'extérieur                     | 0,3                                    |
| - avec bouche ou gaine de désenfumage, ouverte en permanence | 3                                      |
| - halls d'entrée   | 3 <sup>(1)</sup> ou 0,3 <sup>(2)</sup> |
| - garage privé collectif                                     | 3                                      |
| • Autres dépendances   | 3                                      |
| • Comble   |  |
| - fortement ventilé $A_v/A_c > 0,003$                        | 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.

## 4.2 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)

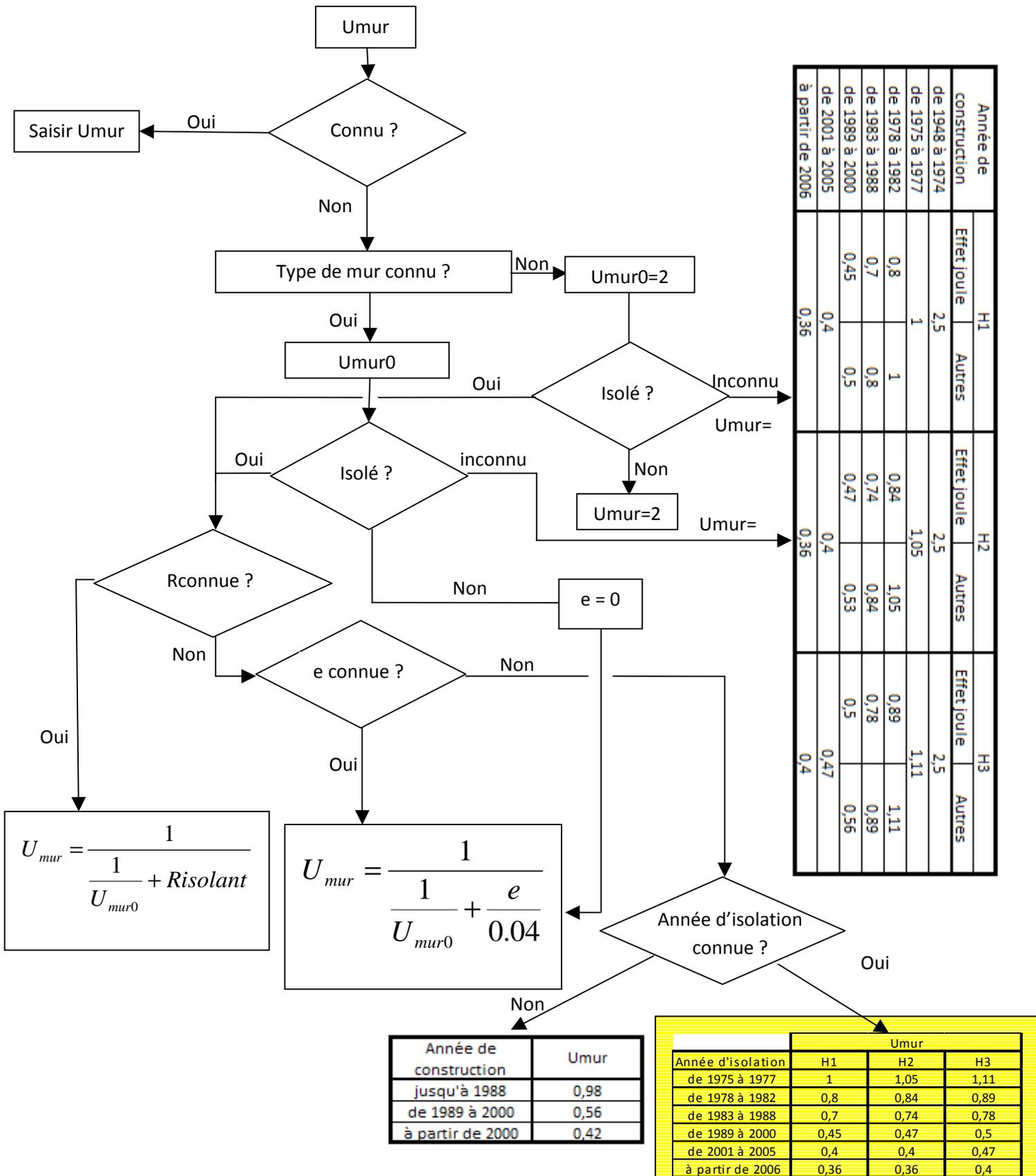
Coefficient de transmission thermique U

## 4.2.1

### Calcul des Umur

#### 4.2.1.1

#### Schéma du calcul de Umur



## 4.2.1.2 Calcul des Umur0

Umur0 est le coefficient de transmission thermique du mur non isolé (W/m<sup>2</sup>.K).

| Epaisseur (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 |

| Epaisseur 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 |

| Epaisseur 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    |     |      |      |      |      |

| Epaisseur connue (en cm) | 10 et - | 15  | 20   | 25  |
|--------------------------|---------|-----|------|-----|
| Murs bois (rondins)      | 1.6     | 1.2 | 0.95 | 0.8 |

| Epaisseur 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 |

| Epaisseur 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 |

| Epaisseur 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 |

|                               |         |      |     |     |     |     |     |     |      |
|-------------------------------|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Epaisseur 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 |

|                              |         |      |     |
|------------------------------|---------|------|-----|
| Epaisseur connue (en cm)     | 20 et - | 23   | 25  |
| Murs en blocs de béton creux | 2.8     | 2.65 | 2.3 |

|                           |         |      |      |      |      |      |      |     |
|---------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Epaisseur 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  | -   |

|                          |      |      |
|--------------------------|------|------|
| Epaisseur connue (en cm) | 30   | 37.5 |
| Monomur terre cuite      | 0.47 | 0.40 |

|                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Epaisseur 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  $U_{mur0}=2.5m^2.K/W$

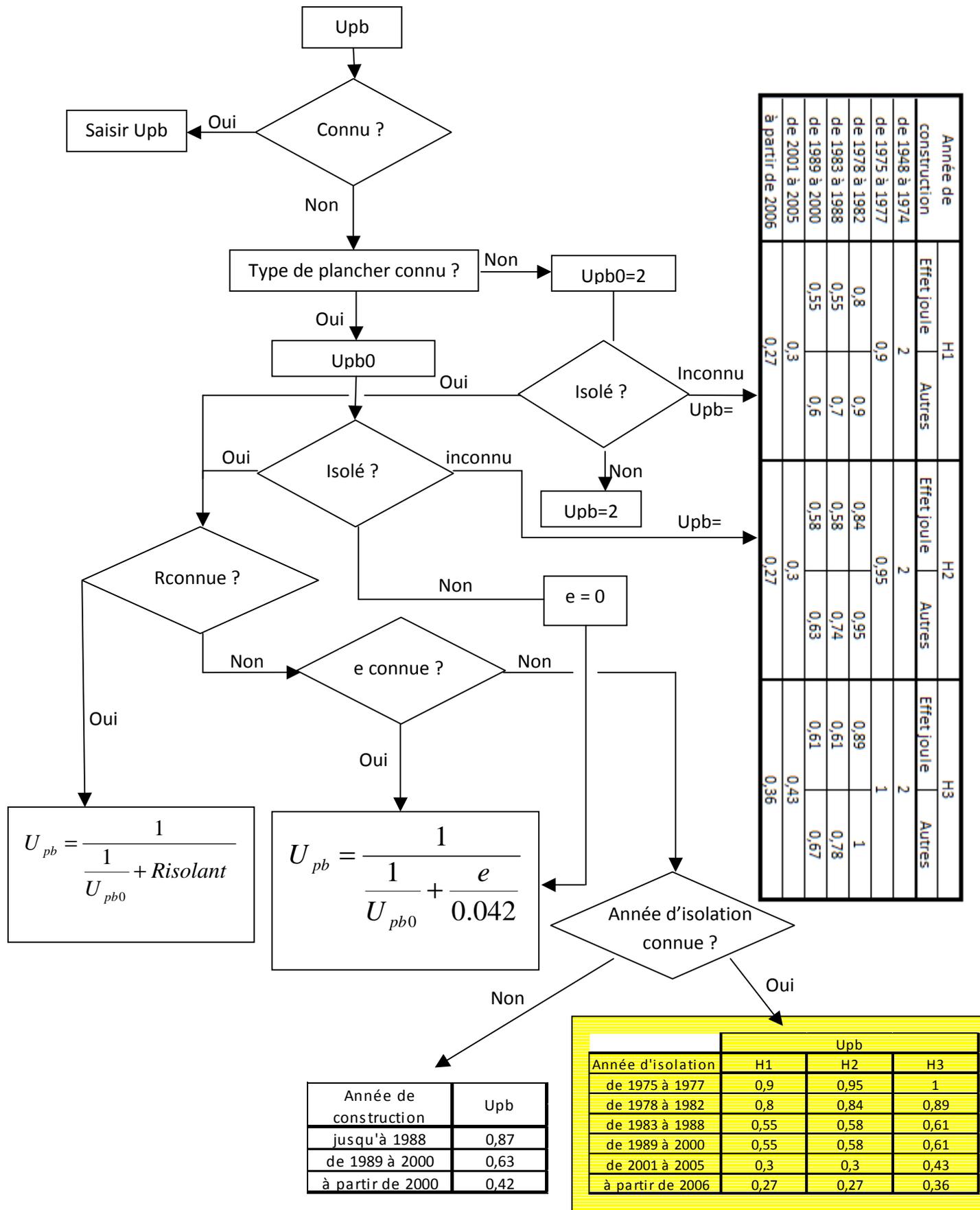
Pour les murs non répertoriés, saisir directement les coefficients de transmission thermique U. Les données des règles TH-U peuvent être utilisées.

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

## 4.2.2 Calcul des Uplancher bas (Upb)

### 4.2.2.1 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/m <sup>2</sup> .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/m <sup>2</sup> .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 |

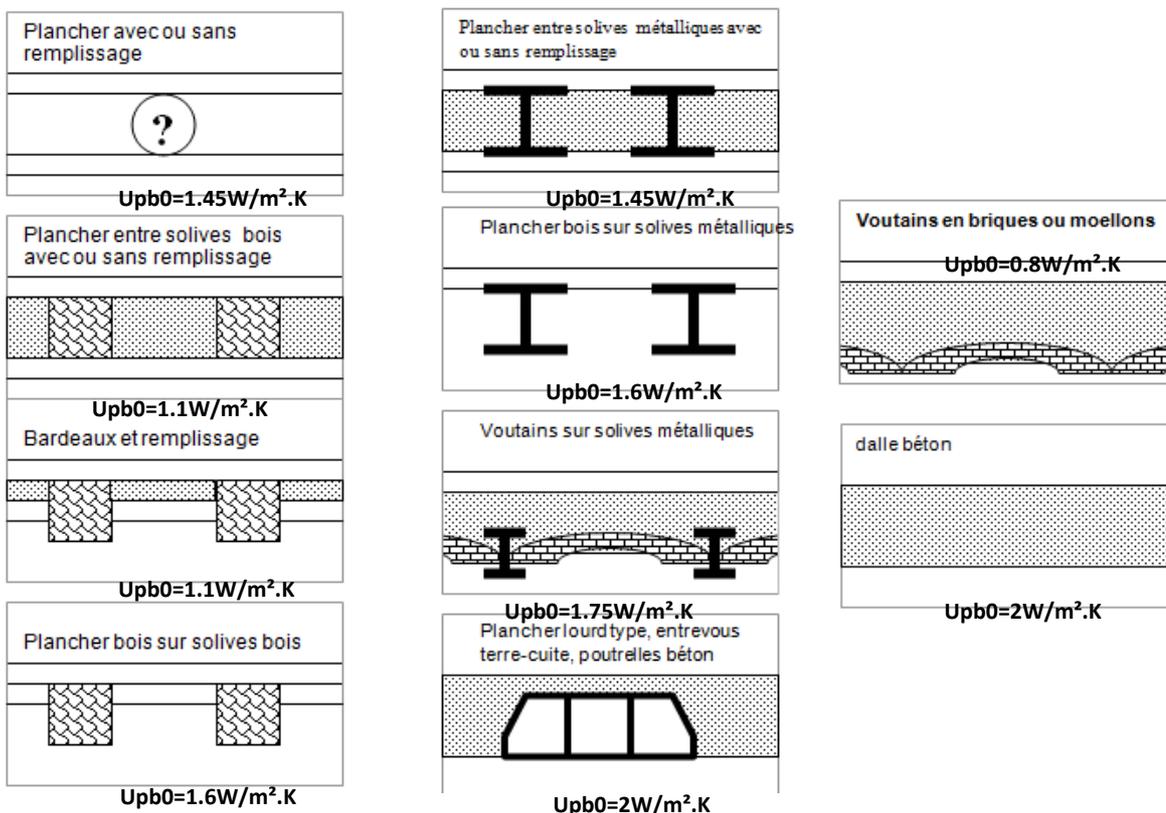
P : périmètre du plancher déperditif sur terre-plein (m)

S : surface du plancher sur terre-plein (m<sup>2</sup>)

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

### 4.2.2.2 Calcul des Upb0

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



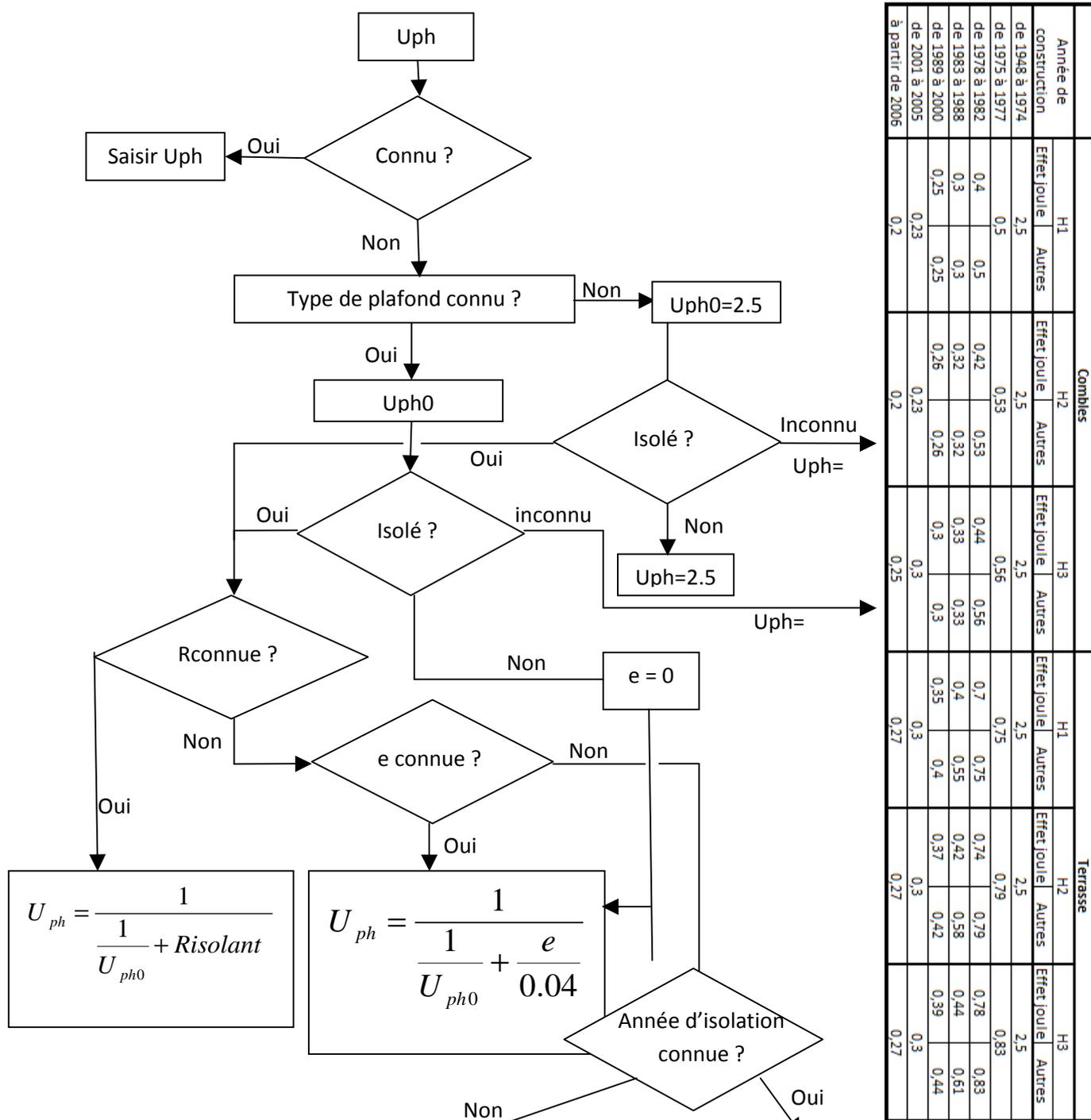
Plancher à entrevous isolant Upb0=0.45W/m<sup>2</sup>.K

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)

## 4.2.3 Calcul des Uplancher haut (Uph)

### 4.2.3.1 Schéma du calcul de Uph

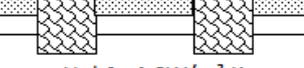
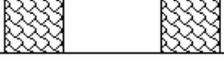
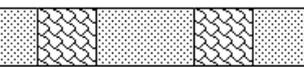
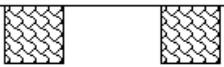


| Année de construction | Uph            |                  |                  |
|-----------------------|----------------|------------------|------------------|
|                       | Combles perdus | Combles aménagés | Toiture Terrasse |
| jusqu'à 1988          | 0,43           | 0,61             | 1                |
| de 1989 à 2000        | 0,23           | 0,38             | 0,5              |
| à partir de 2000      | 0,19           | 0,27             | 0,3              |

| Année d'isolation | Uph     |      |      |          |      |      |
|-------------------|---------|------|------|----------|------|------|
|                   | Combles |      |      | Terrasse |      |      |
|                   | H1      | H2   | H3   | H1       | H2   | H3   |
| de 1975 à 1977    | 0,5     | 0,53 | 0,56 | 0,75     | 0,79 | 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 |

### 4.2.3.2 Calcul des Uph0

Uph0 est le coefficient de transmission thermique du plancher haut non isolé (W/m<sup>2</sup>.K).

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Plafond avec ou sans remplissage<br><br>Uph0 = 1.45 W/m <sup>2</sup> .K | Bardeaux et remplissage<br><br>Uph0 = 1.2 W/m <sup>2</sup> .K                             | Plancher bois sous solives métalliques<br><br>Uph0 = 2.5 W/m <sup>2</sup> .K                      |   |
| Plafond bois sous solives bois<br><br>Uph0 = 2.3 W/m <sup>2</sup> .K    | Plafond entre solives bois avec ou sans remplissage<br><br>Uph0 = 1.2 W/m <sup>2</sup> .K | Plafond entre solives métalliques avec ou sans remplissage<br><br>Uph0 = 1.45 W/m <sup>2</sup> .K | Plancher lourd type, entrevous terre-cuite, poutrelles béton<br><br>Uph0 = 2.5 W/m <sup>2</sup> .K |
| Plafond bois sur solives bois<br><br>Uph0 = 2 W/m <sup>2</sup> .K       | Plancher bois sur solives métalliques<br><br>Uph0 = 2.5 W/m <sup>2</sup> .K               | Dalle béton<br><br>Uph0 = 2.5 W/m <sup>2</sup> .K   |   |

Combles aménagés sous rampant : Uph0=2.5W/m<sup>2</sup>.K

Toiture en chaume : Uph0=0.24W/m<sup>2</sup>.K

Plafond en plaque de plâtre : Uph0=2.5W/m<sup>2</sup>.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.

## 4.3 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 :  $U_w=3.5W/m^2.K$  ;
- Brique de verre creuse :  $U_w=2.6W/m^2.K$  ;

Les parois en polycarbonate sont traitées comme des parois vitrées avec :  $U_w=3W/m.K$

Pour une double-fenêtre composée de fenêtres de coefficient de transmission thermique  $U_{w1}$  et  $U_{w2}$ , le coefficient total  $U_w$  de la double fenêtre est :  $U_w=0.7*\text{Min}(U_{w1} ; U_{w2})$

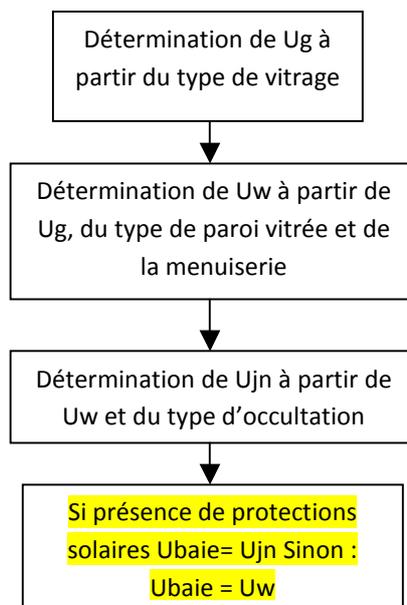
### 4.3.1 Caractérisation des baies et des portes

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)

#### 4.3.1.1 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  $U_g=5.8 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ .

Le  $U_g$  d'un survitrage est déterminé en apportant une majoration de  $0.1\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$  au  $U_g$  du double vitrage rempli à l'air sec ayant la même épaisseur de lame d'air. Les épaisseurs des lames d'air pour le survitrage sont plafonnées à 20mm : toute lame d'air d'un survitrage d'épaisseur supérieure à 20mm sera traitée dans les calculs comme une lame d'air de 20mm d'épaisseur.

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

- **Double vitrage vertical**

Remplissage air sec

| mm<br>Épaisseur lame | $U_g \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ |  |
|----------------------|---------------------------------------|--|
|                      | 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<br>Épaisseur lame | $U_g \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ |  |
|----------------------|---------------------------------------|--|
|                      | 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<br>Épaisseur lame | $U_g$ W/(m <sup>2</sup> .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<br>Épaisseur lame | $U_g$ W/(m <sup>2</sup> .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<br>épaisseur de<br>chacune des<br>2 lames | $U_g$ W/(m <sup>2</sup> .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<br>épaisseur de<br>chacune des<br>2 lames | $U_g$ W/(m <sup>2</sup> .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<br>épaisseur de<br>chacune des<br>2 lames | U <sub>g</sub> W/(m <sup>2</sup> .K) |                                      |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
|  | Vitrages non<br>traités              | Vitrages<br>à isolation<br>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<br>épaisseur de<br>chacune des<br>2 lames | U <sub>g</sub> W/(m <sup>2</sup> .K) |                                      |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
|  | Vitrages non<br>traités              | Vitrages<br>à isolation<br>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.

#### 4.3.1.2 Coefficients U<sub>w</sub> des fenêtres / portes-fenêtres :

Si le U<sub>g</sub> 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.

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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .K) |
|------------------------------|---|--------------------------------|
| Fenêtres coulissantes        | 3,0                                       | 3,5                            |
|                              | 3,1                                       | 3,6                            |
|                              | 3,2                                       | 3,7                            |
|                              | 3,3                                       | 3,8                            |
|                              | 5,8                                       | 5,3                            |
|                              | 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                            |
|                              | 5,8                                       | 5,4                            |

| Type de la paroi vitrée   | $U_g$ du vitrage<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | Type de la paroi vitrée      | $U_g$ du vitrage<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .K) |
|---|---|--------------------------------|
| Fenêtres battantes                          | 3,0                                       | 2,8                            |
|   | 3,1                                       | 2,9                            |
|   | 3,2                                       | 3                              |
|   | 3,3                                       | 3                              |
| Portes-fenêtres battantes sans soubassement | 5,8                                       | 4,4                            |
|   | 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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .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 <sub>g</sub> du vitrage<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | U <sub>w</sub><br>W/(m <sup>2</sup> .K) |
|------------------------------|--|---|
|                              |  | U <sub>f</sub> = 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 <sub>g</sub> du vitrage<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | U <sub>w</sub><br>W/(m <sup>2</sup> .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 <sub>g</sub> du vitrage<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | U <sub>w</sub><br>W/(m <sup>2</sup> .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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | Type de la paroi vitrée         | $U_g$ du vitrage<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .K) |
|--------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|
| Fenêtres<br>coulissantes | 1,2                                       | 1,9                            | Portes-fenêtres<br>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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .K) |
|---|---|--------------------------------|
| Fenêtres<br>battantes                             | 0,8                                       | 1,5                            |
|   | 0,9                                       | 1,5                            |
|   | 1,0                                       | 1,6                            |
|   | 1,1                                       | 1,6                            |
| Portes-fenêtres<br>battantes sans<br>soubassement | 0,8                                       | 1,4                            |
|   | 0,9                                       | 1,5                            |
|   | 1,0                                       | 1,6                            |
|   | 1,1                                       | 1,6                            |
| Portes-fenêtres<br>battantes avec<br>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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .K) |
|---------------------------------|---|--------------------------------|
| Fenêtres<br>coulissantes        | 0,8                                       | 1,6                            |
|                                 | 0,9                                       | 1,7                            |
|                                 | 1,0                                       | 1,7                            |
|                                 | 1,1                                       | 1,8                            |
| Portes-fenêtres<br>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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .K) |
|--|---|--------------------------------|
| Fenêtres<br>battantes<br>ou coulissantes                             | 3,0                                       | 3                              |
|  | 3,1                                       | 3,1                            |
|  | 3,2                                       | 3,2                            |
|  | 3,3                                       | 3,2                            |
|  | 5,8                                       | 4,7                            |
| Portes-fenêtres<br>battantes sans<br>soubassement<br>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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .K) |
|---|---|--------------------------------|
| Portes-fenêtres<br>battantes avec<br>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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .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<br>W/(m <sup>2</sup> .K) | $U_w$<br>W/(m <sup>2</sup> .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**

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

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

#### 4.3.1.3 Coefficients Ujn des fenêtres/portes-fenêtres

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

| Fermetures   | $\Delta R$<br>m <sup>2</sup> .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 ( $e \leq 12$ mm)<br>• Persienne coulissante ou volet battant PVC, volet battant bois, ( $e \leq 22$ mm)                       | 0,19<br>0,19                      |
| • Persienne coulissante PVC et volet battant bois, ( $e > 22$ mm)<br>• Volet roulant PVC ( $e > 12$ mm)  | 0,25<br>0,25                      |
| <i>e étant l'épaisseur du tablier</i>  |                                   |

| <b>U<sub>w</sub></b><br>W/(m <sup>2</sup> .K) | <b>U<sub>jn</sub> pour une résistance thermique complémentaire ΔR de : m<sup>2</sup>.K/W</b> |             |             |             |
|---|--|-------------|-------------|-------------|
|   | <b>0,08</b>  | <b>0,14</b> | <b>0,19</b> | <b>0,25</b> |
| 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         |

| <b>U<sub>w</sub></b><br>W/(m <sup>2</sup> .K) | <b>U<sub>jn</sub> pour une résistance thermique complémentaire ΔR de : m<sup>2</sup>.K/W</b> |             |             |             |
|---|--|-------------|-------------|-------------|
|   | <b>0,08</b>  | <b>0,14</b> | <b>0,19</b> | <b>0,25</b> |
| 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<sub>w</sub> non mentionnées dans le tableau, prendre la valeur directement inférieure apparaissant dans le tableau précédent (par exemple U<sub>w</sub>=4.1 W/(m<sup>2</sup>.K) prendre pour le calcul de U<sub>jn</sub> une valeur U<sub>w</sub>=4W/(m<sup>2</sup>.K)).

#### 4.3.1.4 Coefficients U des portes

Le coefficient U des portes est connu : saisir **Uporte**.

Sinon, **Uporte** = :

| Nature de la menuiserie       | Type de porte                             | Uporte |
|-------------------------------|---|--------|
| 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.

### 4.4 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 dormant*

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

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
- $l_{rf/m\_i}$  : longueur du pont thermique refend mur. Pour un DPE réalisé à l'immeuble,  $l_{rf/m\_i} = 2 \cdot hsp \cdot (N - niv)$  avec hsp : hauteur moyenne sous plafond, N : le nombre d'appartements et niv : le nombre de niveaux.
- $l_{men\_i/m\_j}$  : longueur du pont thermique menuiserie i mur j
- ITI, ITE, ITR respectivement isolation thermique intérieure, extérieure et répartie.

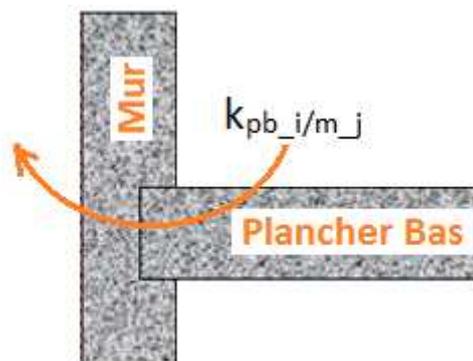
Les ponts thermiques sont négligés au niveau des liaisons avec des parois en structure bois.

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 d'après 1975, la paroi est considérée comme isolée par l'intérieur.

#### 4.4.1 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 extérieur    | 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.

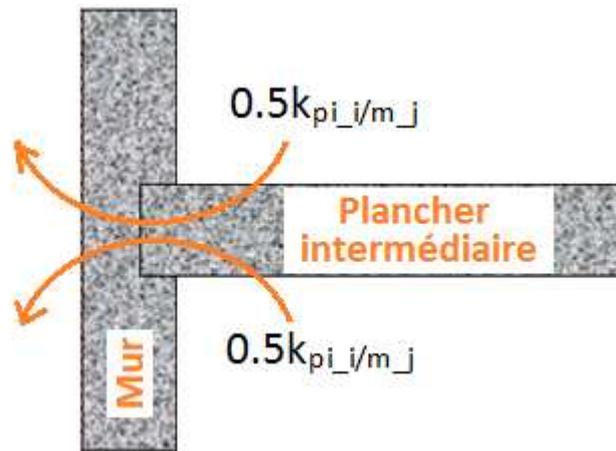
Pour les planchers bas, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE,...), prendre par défaut ITE.

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.

#### 4.4.2 Plancher intermédiaire / mur

$k_{pi\_i/m\_j}$  : valeur du pont thermique de la liaison Plancher intermédiaire i/Mur j



Ponts thermiques Plancher intermédiaire/Mur

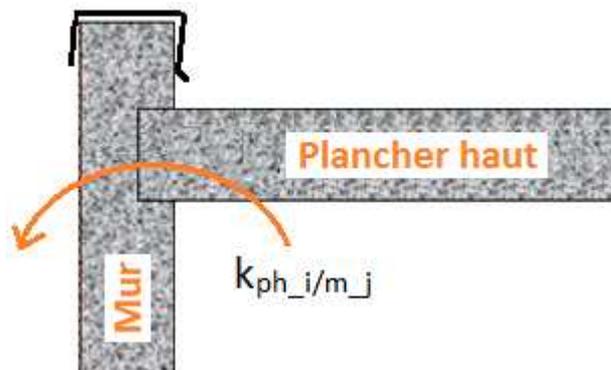
|               |  | $k_{pi_i/m_j}$ |      |
|---------------|--|----------------|------|
|               |  | Non Isolé      |      |
| Mur extérieur |  | Non Isolé      | 0,86 |
|               |  | ITI            | 0,92 |
|               |  | ITE            | 0,13 |
|               |  | ITR            | 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.

#### 4.4.3 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

| $k_{ph_i/m_j}$ | Plancher Haut lourd |     |     |         |
|----------------|---------------------|-----|-----|---------|
|                | Non Isolé           | ITI | ITE | ITI+ITE |
|                |                     |     |     |         |

|               |           |      |      |      |      |
|---------------|-----------|------|------|------|------|
| Mur extérieur | Non Isolé | 0,3  | 0,83 | 0,4  | 0,4  |
|               | ITI       | 0,27 | 0,07 | 0,75 | 0,07 |
|               | ITE       | 0,55 | 0,76 | 0,58 | 0,58 |
|               | ITR       | 0,4  | 0,3  | 0,48 | 0,3  |
|               | ITI+ITE   | 0,27 | 0,07 | 0,58 | 0,07 |
|               | ITI+ITR   | 0,27 | 0,07 | 0,48 | 0,07 |
|               | ITE+ITR   | 0,4  | 0,3  | 0,48 | 0,3  |

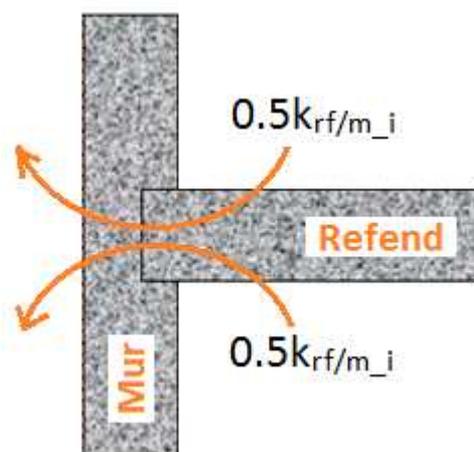
Pour les murs, s'il n'est pas possible de distinguer le type d'isolation (ITI, ITE,...), prendre par défaut ITI.

Pour les planchers 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.

#### 4.4.4 Refend / mur

$k_{rf/m_i}$  : valeur du pont thermique de la liaison Refend/Mur i



Ponts thermiques Refend/Mur

|               |           | $k_{rf/m_i}$ |
|---------------|-----------|--------------|
| 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         |

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

#### 4.4.5 Menuiserie / mur

$k_{men/m_i}$  : valeur du pont thermique de la liaison Menuiserie/Mur i

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

| $k_{men/m_i}$ |                                | Menuiserie      |       |           |       |                 |       |
|---------------|--------------------------------|-----------------|-------|-----------|-------|-----------------|-------|
|               |                                | Au nu extérieur |       | En tunnel |       | Au nu intérieur |       |
|               |                                | Lp=5            | Lp=10 | Lp=5      | Lp=10 | Lp=5            | Lp=10 |
| Mur extérieur | 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             | 0.8   |

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 et le linteau de la menuiserie.

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

## 4.5 Calcul des déperditions par renouvellement d'air

*Données d'entrée :*

*Menuiseries avec ou sans joint*

*Cheminée avec ou sans trappe*

| Type de ventilation   | DR/Sh (W/m <sup>2</sup> .K) |
|---|-----------------------------|
| Ventilation par ouverture des fenêtres  | 0,408                       |
| Système de ventilation par entrées d'air hautes et basses                       | 0,729                       |
| Ventilation mécanique auto réglable « avant 1982 »                              | 0,645                       |
| Ventilation mécanique auto réglable « après 1982 »                              | 0,561                       |
| VMC Hygro A   | 0,421                       |
| Ventilation mécanique gaz hygroréglable   | 0,477                       |
| VMC Hygro B   | 0,365                       |
| VMC Double flux avec échangeur  | 0,224                       |
| VMC Double flux sans échangeur  | 0,561                       |
| Ventilation naturelle par conduit   | 0,729                       |
| Ventilation hybride   | 0,701                       |
| Extracteur mécanique sur conduit non modifié de ventilation naturelle existante | 0,762                       |
| Puits canadien  | 0,353                       |

## 5 Détermination des sollicitations environnementales

### 5.1 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                | $\frac{X - X^{2,5}}{1 - X^{2,5}}$ |

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

MEDDTL/DGALN/DHUP

DHcor : degrés-heures de chauffage corrigé (°Ch)

$$DHcor = Dhref + \left(\frac{Nref}{C2} + 5\right) \times C3 \times alt$$

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 heure de référence pendant la période de chauffage (°C)

Ai : apports internes dans le logement (kWh)

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

4,17 représente les apports internes dissipés dans le logement en W/m<sup>2</sup>. Cette valeur correspondant à une énergie dissipée égale à 100 Wh/(jour.m<sup>2</sup>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 (m<sup>2</sup>)

Nref : nombre d'heures de la période de chauffage

As : apports solaires (kWh)

$$A_i = 1000 \times E \times Sse$$

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 (m<sup>2</sup>)

E : ensoleillement reçu, pendant la période de chauffage, par une paroi verticale orientée au Sud en l'absence d'ombrage (kWh/m<sup>2</sup>)

| Département                     | Zone hiver | Zone été | E (kWh/m <sup>2</sup> ) | Nref (h) | Pref (W/m <sup>2</sup> ) | Dhref / 30ans (°C) | C2  | C3 (h/m) | Text_base (°C) |
|---------------------------------|------------|----------|-------------------------|----------|--------------------------|--------------------|-----|----------|----------------|
| 01 01 - Ain                     | 1          | Ec       | 392                     | 4900     | 80                       | 55000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 02 02 - Aisne                   | 1          | Ea       | 423,4                   | 5800     | 73                       | 67000              | 340 | 0        | -7             |
| 03 03 - Allier                  | 1          | Ec       | 402,9                   | 5100     | 79                       | 55000              | 340 | 1,5      | -8             |
| 04 04 - Alpes de Haute Provence | 2          | Ed       | 541,2                   | 4100     | 132                      | 45000              | 340 | 1,5      | -8             |
| 05 05 - Hautes Alpes            | 1          | Ed       | 546                     | 4200     | 130                      | 47000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 06 06 - Alpes Maritimes         | 3          | Ed       | 526,5                   | 3900     | 135                      | 31000              | 400 | 1,8      | -5             |
| 07 07 - Ardèche                 | 2          | Ed       | 514,5                   | 4900     | 105                      | 53000              | 340 | 1,5      | -6             |
| 08 08 - Ardennes                | 1          | Eb       | 397,6                   | 5600     | 71                       | 64000              | 340 | 0        | -10            |
| 09 09 - Ariège                  | 2          | Ec       | 484                     | 4400     | 110                      | 41000              | 340 | 1,5      | -5             |
| 10 10 - Aube                    | 1          | Eb       | 407                     | 5500     | 74                       | 64000              | 340 | 0        | -10            |
| 11 11 - Aude                    | 3          | Ed       | 460                     | 4000     | 115                      | 36000              | 400 | 1,8      | -5             |
| 12 12 - Aveyron                 | 2          | Ec       | 418                     | 4400     | 95                       | 45000              | 340 | 1,5      | -8             |

| Département |                           | Zone hiver | Zone été | E (kWh/m <sup>2</sup> ) | Nref (h) | Pref (W/m <sup>2</sup> ) | Dhref / 30ans (°C) | C2  | C3 (h/m) | Text_base (°C) |
|-------------|---------------------------|------------|----------|-------------------------|----------|--------------------------|--------------------|-----|----------|----------------|
| 13          | 13 - Bouches du Rhône     | 3          | Ed       | 528                     | 4000     | 132                      | 36000              | 400 | 1,8      | -5             |
| 14          | 14 - Calvados             | 1          | Ea       | 450,3                   | 5700     | 79                       | 61000              | 400 | 0        | -7             |
| 15          | 15 - Cantal               | 1          | Ec       | 435                     | 5000     | 87                       | 54000              | 340 | 1,5      | -8             |
| 16          | 16 - Charente             | 2          | Ec       | 435                     | 5000     | 87                       | 48000              | 340 | 0        | -5             |
| 17          | 17 - Charente Maritime    | 2          | Ec       | 440                     | 5000     | 88                       | 48000              | 400 | 0        | -5             |
| 18          | 18 - Cher                 | 2          | Eb       | 418,7                   | 5300     | 79                       | 58000              | 340 | 0        | -7             |
| 19          | 19 - Corrèze              | 1          | Ec       | 425                     | 5000     | 85                       | 48000              | 340 | 1,5      | -8             |
| 2A          | 2A - Corse du Sud         | 3          | Ed       | 529,2                   | 4200     | 126                      | 34000              | 400 | 1,8      | -2             |
| 2B          | 2B - Haute Corse          | 3          | Ed       | 504                     | 4000     | 126                      | 32000              | 400 | 1,8      | -2             |
| 21          | 21 - Côte d'Or            | 1          | Ec       | 357,7                   | 4900     | 73                       | 57000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 22          | 22 - Côtes d'Armor        | 2          | Ea       | 426,6                   | 5400     | 79                       | 51000              | 400 | 0        | -4             |
| 23          | 23 - Creuse               | 1          | Ec       | 436,8                   | 5200     | 84                       | 56000              | 340 | 1,5      | -8             |
| 24          | 24 - Dordogne             | 2          | Ec       | 435                     | 5000     | 87                       | 48000              | 340 | 0        | -5             |
| 25          | 25 - Doubs                | 1          | Ec       | 355                     | 5000     | 71                       | 57000              | 340 | 1,5      | -12            |
| 26          | 26 - Drôme                | 2          | Ed       | 528                     | 4800     | 110                      | 53000              | 340 | 1,5      | -6             |
| 27          | 27 - Eure                 | 1          | Ea       | 390                     | 5000     | 78                       | 58000              | 400 | 0        | -7             |
| 28          | 28 - Eure et Loir         | 1          | Eb       | 436,8                   | 5600     | 78                       | 63000              | 340 | 0        | -7             |
| 29          | 29 - Finistère            | 2          | Ea       | 458,2                   | 5800     | 79                       | 55000              | 400 | 0        | -4             |
| 30          | 30 - Gard                 | 3          | Ed       | 480                     | 4000     | 120                      | 36000              | 400 | 1,8      | -5             |
| 31          | 31 - Haute Garonne        | 2          | Ec       | 441                     | 4500     | 98                       | 44000              | 340 | 1,5      | -5             |
| 32          | 32 - Gers                 | 2          | Ec       | 441,6                   | 4800     | 92                       | 50000              | 340 | 0        | -5             |
| 33          | 33 - Gironde              | 2          | Ec       | 409,5                   | 4500     | 91                       | 41000              | 400 | 0        | -5             |
| 34          | 34 - Hérault              | 3          | Ed       | 471,5                   | 4100     | 115                      | 38000              | 400 | 1,8      | -5             |
| 35          | 35 - Ile et Vilaine       | 2          | Ea       | 418,7                   | 5300     | 79                       | 53000              | 400 | 0        | -5             |
| 36          | 36 - Indre                | 2          | Eb       | 445,2                   | 5300     | 84                       | 59000              | 340 | 0        | -7             |
| 37          | 37 - Indre et Loire       | 2          | Eb       | 450,5                   | 5300     | 85                       | 57000              | 340 | 0        | -7             |
| 38          | 38 - Isère                | 1          | Ec       | 480                     | 4800     | 100                      | 55000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 39          | 39 - Jura                 | 1          | Ec       | 362,6                   | 4900     | 74                       | 55000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 40          | 40 - Landes               | 2          | Ec       | 413,6                   | 4400     | 94                       | 42000              | 400 | 0        | -5             |
| 41          | 41 - Loir et Cher         | 2          | Eb       | 442,8                   | 5400     | 82                       | 59000              | 340 | 0        | -7             |
| 42          | 42 - Loire                | 1          | Ec       | 406,7                   | 4900     | 83                       | 52000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 43          | 43 - Haute Loire          | 1          | Ec       | 460                     | 5000     | 92                       | 54000              | 340 | 1,5      | -8             |
| 44          | 44 - Loire Atlantique     | 2          | Eb       | 401,8                   | 4900     | 82                       | 48000              | 400 | 0        | -5             |
| 45          | 45 - Loiret               | 1          | Eb       | 421,2                   | 5400     | 78                       | 61000              | 340 | 0        | -7             |
| 46          | 46 - Lot                  | 2          | Ec       | 404,8                   | 4600     | 88                       | 45000              | 340 | 1,5      | -6             |
| 47          | 47 - Lot et Garonne       | 2          | Ec       | 435                     | 5000     | 87                       | 53000              | 340 | 0        | -5             |
| 48          | 48 - Lozère               | 2          | Ed       | 460                     | 4600     | 100                      | 48000              | 340 | 1,5      | -8             |
| 49          | 49 - Maine et Loire       | 2          | Eb       | 431,6                   | 5200     | 83                       | 55000              | 340 | 0        | -7             |
| 50          | 50 - Manche               | 2          | Ea       | 433,2                   | 5700     | 76                       | 56000              | 400 | 0        | -4             |
| 51          | 51 - Marne                | 1          | Eb       | 414,4                   | 5600     | 74                       | 65000              | 340 | 0        | -10            |
| 52          | 52 - Haute Marne          | 1          | Eb       | 379,6                   | 5200     | 73                       | 59000              | 340 | 1,5      | -12            |
| 53          | 53 - Mayenne              | 2          | Eb       | 421,2                   | 5200     | 81                       | 56000              | 340 | 0        | -7             |
| 54          | 54 - Meurthe et Moselle   | 1          | Eb       | 400,2                   | 5800     | 69                       | 71000              | 340 | 0        | -15            |
| 55          | 55 - Meuse                | 1          | Eb       | 397,6                   | 5600     | 71                       | 68000              | 340 | 0        | -12            |
| 56          | 56 - Morbihan             | 2          | Ea       | 402,9                   | 5100     | 79                       | 48000              | 400 | 0        | -4             |
| 57          | 57 - Moselle              | 1          | Eb       | 386,4                   | 5600     | 69                       | 68000              | 340 | 0        | -15            |
| 58          | 58 - Nièvre               | 1          | Eb       | 395,2                   | 5200     | 76                       | 56000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 59          | 59 - Nord                 | 1          | Ea       | 379,5                   | 5500     | 69                       | 60000              | 400 | 0        | -9             |
| 60          | 60 - Oise                 | 1          | Ea       | 427,5                   | 5700     | 75                       | 65000              | 340 | 0        | -7             |
| 61          | 61 - Orne                 | 1          | Ea       | 442,4                   | 5600     | 79                       | 62000              | 340 | 0        | -7             |
| 62          | 62 - Pas de Calais        | 1          | Ea       | 379,5                   | 5500     | 69                       | 60000              | 400 | 0        | -9             |
| 63          | 63 - Puy de Dôme          | 1          | Ec       | 398,4                   | 4800     | 83                       | 50000              | 340 | 1,5      | -8             |
| 64          | 64 - Pyrénées Atlantiques | 2          | Ec       | 411,6                   | 4200     | 98                       | 35000              | 400 | 1,8      | -5             |
| 65          | 65 - Hautes Pyrénées      | 2          | Ec       | 450,8                   | 4600     | 98                       | 43000              | 340 | 1,5      | -5             |
| 66          | 66 - Pyrénées Orientales  | 3          | Ed       | 481                     | 3700     | 130                      | 30000              | 400 | 1,8      | -5             |
| 67          | 67 - Bas Rhin             | 1          | Eb       | 343,2                   | 5200     | 66                       | 63000              | 340 | 1,5      | -15            |

| Département |                            | Zone hiver | Zone été | E (kWh/m <sup>2</sup> ) | Nref (h) | Pref (W/m <sup>2</sup> ) | Dhref / 30ans (°C) | C2  | C3 (h/m) | Text_base (°C) |
|-------------|----------------------------|------------|----------|-------------------------|----------|--------------------------|--------------------|-----|----------|----------------|
| 68          | 68 - Haut Rhin             | 1          | Eb       | 365,7                   | 5300     | 69                       | 64000              | 340 | 1,5      | -15            |
| 69          | 69 - Rhône                 | 1          | Ec       | 392                     | 4900     | 80                       | 54000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 70          | 70 - Haute Saône           | 1          | Eb       | 376,3                   | 5300     | 71                       | 62000              | 340 | 1,5      | -12            |
| 71          | 71 - Saône et Loire        | 1          | Ec       | 384,8                   | 5200     | 74                       | 57000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 72          | 72 - Sarthe                | 2          | Eb       | 434,6                   | 5300     | 82                       | 57000              | 340 | 0        | -7             |
| 73          | 73 - Savoie                | 1          | Ec       | 460                     | 4600     | 100                      | 55000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 74          | 74 - Haute Savoie          | 1          | Ec       | 392                     | 4900     | 80                       | 58000              | 340 | 1,5      | -10            |
| 75          | 75 - Paris                 | 1          | Eb       | 336,6                   | 5100     | 66                       | 55000              | 340 | 0        | -5             |
| 76          | 76 - Seine Maritime        | 1          | Ea       | 418                     | 5500     | 76                       | 58000              | 400 | 0        | -7             |
| 77          | 77 - Seine et Marne        | 1          | Eb       | 396                     | 5500     | 72                       | 62000              | 340 | 0        | -7             |
| 78          | 78 - Yvelines              | 1          | Eb       | 417,6                   | 5800     | 72                       | 66000              | 340 | 0        | -7             |
| 79          | 79 - Deux Sèvres           | 2          | Eb       | 450,5                   | 5300     | 85                       | 56000              | 340 | 0        | -7             |
| 80          | 80 - Somme                 | 1          | Ea       | 423,4                   | 5800     | 73                       | 64000              | 400 | 0        | -9             |
| 81          | 81 - Tarn                  | 2          | Ec       | 440                     | 4400     | 100                      | 45000              | 340 | 1,5      | -5             |
| 82          | 82 - Tarn et Garonne       | 2          | Ec       | 432                     | 4800     | 90                       | 51000              | 340 | 0        | -5             |
| 83          | 83 - Var                   | 3          | Ed       | 514,8                   | 3900     | 132                      | 31000              | 400 | 1,8      | -5             |
| 84          | 84 - Vaucluse              | 2          | Ed       | 579,6                   | 4600     | 126                      | 44000              | 340 | 1,5      | -6             |
| 85          | 85 - Vendée                | 2          | Eb       | 442                     | 5200     | 85                       | 50000              | 400 | 0        | -5             |
| 86          | 86 - Vienne                | 2          | Eb       | 455,8                   | 5300     | 86                       | 56000              | 340 | 0        | -7             |
| 87          | 87 - Haute Vienne          | 1          | Ec       | 447,2                   | 5200     | 86                       | 54000              | 340 | 1,5      | -8             |
| 88          | 88 - Vosges                | 1          | Eb       | 376,3                   | 5300     | 71                       | 62000              | 340 | 1,5      | -15            |
| 89          | 89 - Yonne                 | 1          | Eb       | 410,4                   | 5400     | 76                       | 62000              | 340 | 0        | -10            |
| 90          | 90 - Territoire de Belfort | 1          | Eb       | 371                     | 5300     | 70                       | 63000              | 340 | 1,5      | -15            |
| 91          | 91 - Essonne               | 1          | Eb       | 396                     | 5500     | 72                       | 61000              | 340 | 0        | -7             |
| 92          | 92 - Hauts de Seine        | 1          | Eb       | 349,8                   | 5300     | 66                       | 58000              | 340 | 0        | -7             |
| 93          | 93 - Seine Saint Denis     | 1          | Eb       | 349,8                   | 5300     | 66                       | 58000              | 340 | 0        | -7             |
| 94          | 94 - Val de Marne          | 1          | Eb       | 349,8                   | 5300     | 66                       | 58000              | 340 | 0        | -7             |
| 95          | 95 - Val d'Oise            | 1          | Eb       | 396                     | 5500     | 72                       | 61000              | 340 | 0        | -7             |

Zone climatique : les localités situées à plus de 800m 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.

## 5.2 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 à 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  $i$ .

$$S_{se} = \sum_i A_i \times F_{ts_i} \times F_{e_i} \times C_{l_i}$$

$A_i$  : surface de la baie i (m<sup>2</sup>)

$F_{ts_i}$  : proportion d'énergie solaire incidente qui pénètre dans le logement par la paroi i

$F_{e_i}$  : facteur d'ensoleillement, qui traduit la réduction d'énergie solaire reçue par une paroi du fait des masques

$C_{l_i}$  : coefficient d'orientation et d'inclinaison pour la paroi i

## 5.2.1 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<br>Inclinaison de la paroi par rapport à l'horizontal | Orientation de la paroi |       |      |      |
|--|-------------------------|-------|------|------|
|  | Sud                     | Ouest | Est  | Nord |
| ≥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 |

Si  $F_{ts}$  est connu pour la baie, saisir directement sa valeur.

Pour les parois en polycarbonate :  $F_{ts}=0.4$

Pour les parois en brique de verre pleine ou creuse :  $F_{ts}=0.4$

Pour les doubles-fenêtres composées de fenêtres de facteur solaire  $F_{ts1}$  et  $F_{ts2}$ , le facteur solaire de la double fenêtre est :  $F_{ts} = F_{ts1} \times F_{ts2}$ .

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

| Menuiserie | Type de fenêtre   | Fenêtre ou porte-fenêtre au nu extérieur |                |                    |                |                    |
|------------|---|--|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
|            |   | Simple vitrage                           | Double vitrage | Double vitrage VIR | Triple vitrage | Triple vitrage VIR |
| Bois       | Fenêtre battante  | 0,58                                     | 0,52           | 0,45               | 0,46           | 0,41               |
|            | Porte-fenêtre battante ou coulissante sans soubassement | 0,62                                     | 0,55           | 0,48               | 0,49           | 0,44               |
|            | Porte-fenêtre battante avec soubassement                | 0,53                                     | 0,48           | 0,41               | 0,42           | 0,38               |
| PVC        | Fenêtre battante  | 0,54                                     | 0,48           | 0,42               | 0,43           | 0,39               |
|            | Porte-fenêtre battante sans soubassement                | 0,57                                     | 0,51           | 0,44               | 0,45           | 0,40               |
|            | Porte-fenêtre battante avec soubassement                | 0,50                                     | 0,45           | 0,39               | 0,40           | 0,36               |
|            | 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 | Fenêtre battante  | 0,59                                     | 0,53           | 0,46               | 0,47           | 0,42               |

|                           |                           |      |      |      |      |      |
|---------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|
| rupture de pont thermique | Porte-fenêtre battante    | 0,63 | 0,56 | 0,48 | 0,50 | 0,45 |
|                           | Fenêtre coulissante       | 0,65 | 0,58 | 0,50 | 0,52 | 0,46 |
|                           | Porte-fenêtre coulissante | 0,70 | 0,62 | 0,54 | 0,55 | 0,50 |
| Métal                     | Fenêtre battante          | 0,61 | 0,55 | 0,48 | 0,49 | 0,44 |
|                           | Porte-fenêtre battante    | 0,64 | 0,58 | 0,50 | 0,52 | 0,47 |
|                           | Fenêtre coulissante       | 0,67 | 0,60 | 0,52 | 0,53 | 0,48 |
|                           | Porte-fenêtre coulissante | 0,71 | 0,64 | 0,55 | 0,56 | 0,51 |

| 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  | 0,52  | 0,47           | 0,40               | 0,41           | 0,37               |
|                                      | Porte-fenêtre battante ou coulissante sans soubassement | 0,56  | 0,50           | 0,43               | 0,44           | 0,40               |
|                                      | Porte-fenêtre battante avec soubassement                | 0,48  | 0,43           | 0,37               | 0,38           | 0,34               |
| PVC                                  | Fenêtre battante  | 0,49  | 0,44           | 0,38               | 0,39           | 0,35               |
|                                      | Porte-fenêtre battante sans soubassement                | 0,51  | 0,46           | 0,39               | 0,40           | 0,36               |
|                                      | Porte-fenêtre battante avec soubassement                | 0,45  | 0,40           | 0,35               | 0,36           | 0,32               |
|                                      | Fenêtre coulissante                                     | 0,54  | 0,48           | 0,41               | 0,43           | 0,38               |
|                                      | Porte-fenêtre coulissante                               | 0,57  | 0,51           | 0,44               | 0,45           | 0,41               |
| Métal avec rupture de pont thermique | Fenêtre battante  | 0,53  | 0,48           | 0,41               | 0,42           | 0,38               |
|                                      | Porte-fenêtre battante                                  | 0,56  | 0,51           | 0,44               | 0,45           | 0,40               |
|                                      | Fenêtre coulissante                                     | 0,58  | 0,52           | 0,45               | 0,46           | 0,42               |
|                                      | Porte-fenêtre coulissante                               | 0,63  | 0,56           | 0,48               | 0,50           | 0,45               |
| Métal                                | Fenêtre battante  | 0,55  | 0,49           | 0,43               | 0,44           | 0,40               |
|                                      | Porte-fenêtre battante                                  | 0,58  | 0,52           | 0,45               | 0,46           | 0,42               |
|                                      | Fenêtre coulissante                                     | 0,60  | 0,54           | 0,47               | 0,48           | 0,43               |
|                                      | Porte-fenêtre coulissante                               | 0,64  | 0,57           | 0,49               | 0,51           | 0,46               |

## 5.2.2 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 :

$$Fe = Fe1 \times Fe2$$

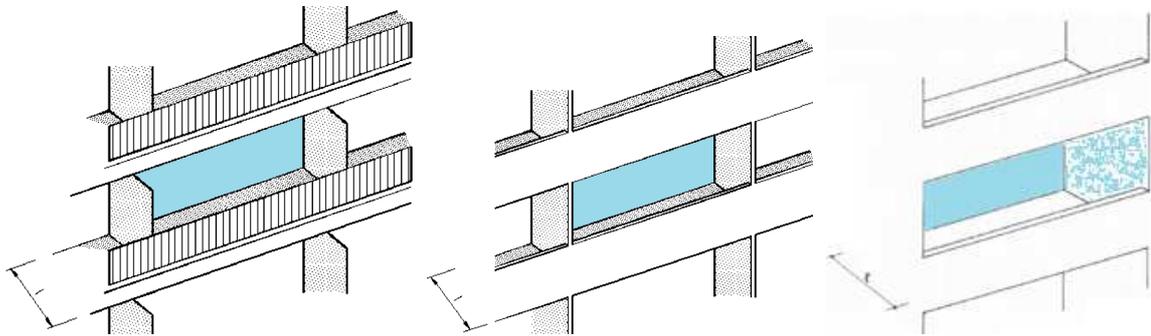
En l'absence de masque proche et pour les configurations non présentées ci dessous, Fe1 = 1.

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.

## 5.2.2.1 Masques proches

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



Configuration du masque

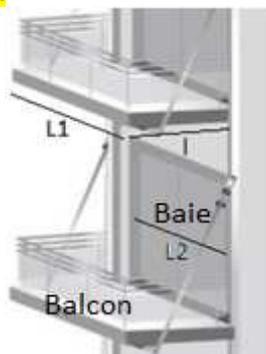
Le tableau ci-dessous donne les valeurs de Fe1 en fonction de l'orientation de la façade et de l'avancée l de la loggia ou du balcon :

| Avancée l (m) | Orientation de la façade |     |              |
|---------------|--------------------------|-----|--------------|
|               | Nord                     | Sud | Est ou Ouest |
| < 1m          | 0,4                      | 0,5 | 0,45         |
| 1 ≤ ... < 2   | 0,3                      | 0,4 | 0,35         |
| 2 ≤ ... < 3   | 0,2                      | 0,3 | 0,25         |
| 3 ≤           | 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.

## 5.2.2.2 Masques lointains

### 5.2.2.2.1 Baie sous un balcon ou auvent

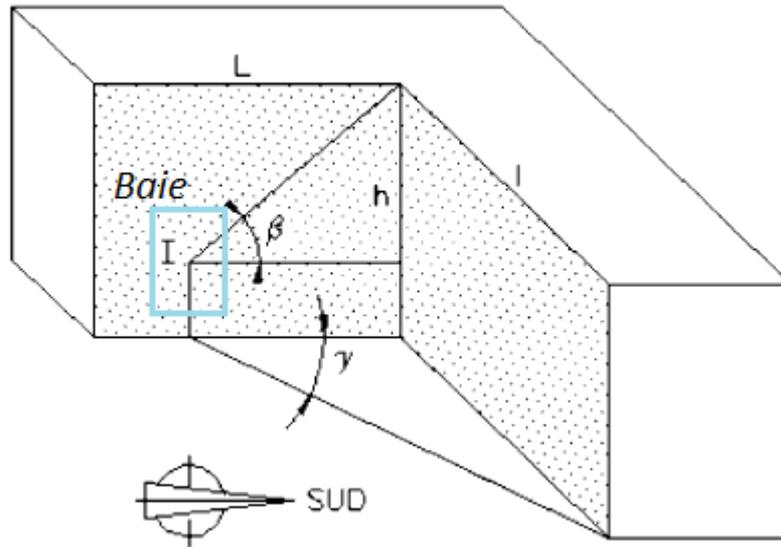


Configuration du masque

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

| Avancée I (m) | Rapport L1/L2 |      |
|---------------|---------------|------|
|               | < 1           | 1 ≤  |
| < 1           | 0,85          | 0,7  |
| 1 ≤ ... < 2   | 0,7           | 0,55 |
| 2 ≤ ... < 3   | 0,55          | 0,4  |
| 3 ≤           | 0,45          | 0,3  |

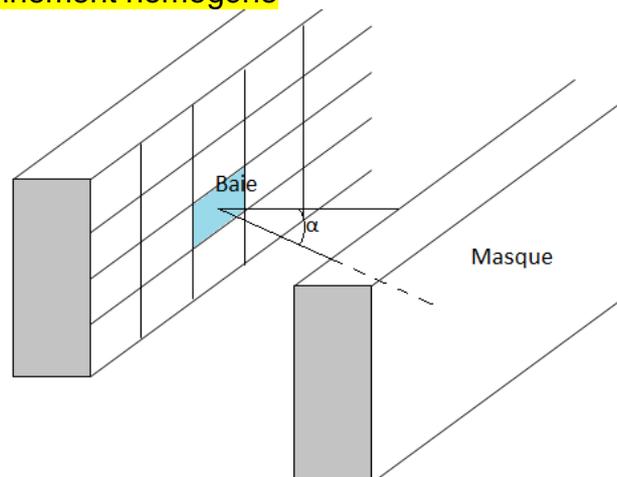
### 5.2.2.2.2 Baie masquée par une paroi latérale



Configuration du masque

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

### 5.2.2.2.3 Obstacle d'environnement homogène

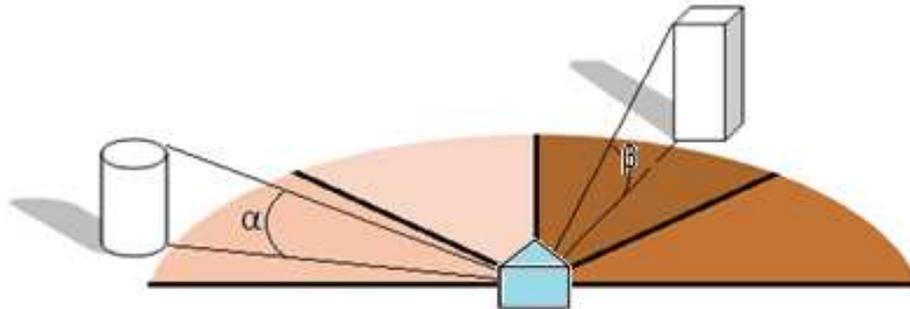


Configuration du masque

| Hauteur α (°) | Orientation de la façade |              |      |
|---------------|--------------------------|--------------|------|
|               | Sud                      | Est ou Ouest | Nord |
| I             |                          |              |      |

|               |                       |      |      |
|---------------|-----------------------|------|------|
| < 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  |

#### 5.2.2.2.4 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                         |

## 6 Détermination de l'inertie

### 6.1 Plancher haut lourd

- plancher sous toiture (terrasse, combles perdus, rampant lourd) non isolé ou isolé par l'extérieur et sans faux plafond (\*\*) et constitué de :
  - béton plein de plus de 8 cm ;

- poutrelles et hourdis béton ou terre cuite ;
- sous-face de plancher intermédiaire sans isolant et sans faux plafond (\*\*) constitué de :
  - béton plein de plus de 15 cm ;
  - poutrelles et hourdis béton ou terre cuite.

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

## 6.2 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.

## 6.3 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 aggro béton 11 cm ou plus ;
  - bloc perforé en béton (ou autres matériaux lourds) 10 cm ou plus ;
  - bloc creux béton 11 cm ou plus ;
  - brique pleine ou perforée 10,5 cm ou plus ;
  - tout matériau ancien lourd (pierre, brique ancienne, terre, pisée, ...) ;
- murs extérieurs à isolation répartie de 30 cm minimum, avec un cloisonnement réalisé en bloc de béton, en brique plâtrière enduite ou en carreau de plâtre de 5 cm minimum ou en béton cellulaire de 7 cm minimum ;
- environ les trois quarts (en surface) des doublages intérieurs des murs extérieurs et des murs de cloisonnements (parois intérieures) font 5 cm minimum et sont réalisés en bloc de béton, brique enduite ou carreau de plâtre ;
- lorsque la taille moyenne des locaux est inférieure à 30 m<sup>2</sup> :
  - environ les trois quarts des murs de cloisonnement intérieur lourds 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.

## 7 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

$$INT = \frac{I0}{1 + 0,1 \times (G - 1)}$$

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

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.

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

| I0 en Maison individuelle<br>(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                                | -                                     |

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<br>avec chauffage individuel |                                 |                      | Equipement 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 | Planchers chauffants | 0,95                       | 0,94                                | 0,93                                | 0,91                                  |
|   |                                 | Autres systèmes      | 0,90                       | 0,89                                | 0,88                                | 0,86                                  |
| Chauffage central                                     | Avec régulation pièce par pièce | Air soufflé          | 0,91                       | 0,90                                | 0,89                                | 0,87                                  |
|   |                                 | Radiateurs           | 0,93                       | 0,92                                | 0,91                                | 0,89                                  |
|   |                                 | Planchers chauffants | 0,95                       | 0,94                                | 0,93                                | 0,91                                  |
|   | Sans régulation pièce par pièce | Air soufflé          | 0,95                       | 0,94                                | 0,93                                | -                                     |
|   |                                 | Radiateurs           | 0,96                       | 0,95                                | 0,94                                | -                                     |
|   |                                 | Planchers chauffants | 0,97                       | 0,96                                | 0,95                                | -                                     |

| IO en Immeuble collectif<br>avec chauffage collectif |                                 |                      | Comptage individuel        |                   |         |                   |
|--|---------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------|---------|-------------------|
|  |                                 |                      | Absent                     |                   | Présent |                   |
|  |                                 |                      | Equipement 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              |

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

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, ....

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

## 8 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 : 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**

$$B_{ch} = \frac{BV \times DH_{cor}}{1000} - Pr \times R_{rp}$$

**Bch : besoin de chauffage (kWh PCI)**

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

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

**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 <sup>2</sup> ) |     |     |     |
|----------------------------|-----|-----|-----|
| Zone climatique            | H1  | H2  | H3  |
| Pertes récupérées Prs      | 3,6 | 3,4 | 2,9 |

| Prs2 (kWh/m <sup>2</sup> ) |                    |                 |                 |    |     |
|----------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|----|-----|
|                            |                    |                 | 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  $Bch' = Bch \times INT$

## 8.1 Installation de chauffage

$$Cch = Bch \times Ich$$

## 8.2 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.

$$Cch1 = Bch \times (1 - Fch) \times Ich \qquad Cch2 = Bch \times Fch \times Ich$$

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

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

Cch2 : consommation de chauffage solaire (kWh PCI)

### 8.3 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).

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

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)

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

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

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

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

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

### 8.5 Installation de chauffage avec en appoint un insert ou poêle bois et un chauffage électrique dans la salle de bain (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 bain est chauffée uniquement par un équipement électrique.

$$Cch1 = 0,75 \times 0,9 \times Bch \times Ich1 \qquad Cch2 = 0,25 \times 0,9 \times Bch \times Ich2 \qquad Cch3 = 0,1 \times Bch \times Ich3$$

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 bain (kWh PCI)

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

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

$$\begin{aligned} C_{ch1} &= 0,75 \times B_{ch} \times (1 - F_{ch}) \times I_{ch1} & C_{ch2} &= 0,25 \times B_{ch} \times (1 - F_{ch}) \times I_{ch2} \\ C_{ch3} &= B_{ch} \times F_{ch} \times (0,75 \times I_{ch1} + 0,25 \times I_{ch2}) \end{aligned}$$

C<sub>ch1</sub> : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage (kWh PCI)

C<sub>ch2</sub> : consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle bois (kWh PCI)

C<sub>ch3</sub> : consommation de chauffage liée à l'installation solaire (kWh PCI)

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

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

$$C_{ch1} = 0,8 \times B_{ch} \times I_{ch1} \qquad C_{ch2} = 0,2 \times B_{ch} \times I_{ch2}$$

C<sub>ch1</sub> : consommation de chauffage liée à la PAC (kWh PCI)

C<sub>ch2</sub> : consommation de chauffage liée à la chaudière (kWh PCI)

## 8.8 Installation de chauffage avec chaudière en relève 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.

$$C_{ch1} = 0,8 \times 0,75 \times B_{ch} \times I_{ch1} \qquad C_{ch2} = 0,2 \times 0,75 \times B_{ch} \times I_{ch2} \qquad C_{ch3} = 0,25 \times B_{ch} \times I_{ch3}$$

C<sub>ch1</sub> : consommation de chauffage liée à la PAC (kWh PCI)

C<sub>ch2</sub> : consommation de chauffage liée à la chaudière (kWh PCI)

C<sub>ch3</sub> : consommation de chauffage lié à l'insert ou au poêle en appoint (kWh PCI)

## 8.9 Installation de chauffage collectif avec Base + appoint

### 8.9.1 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.

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

Pe : puissance émise utile par le générateur en base (W)  $Pe = 1000 \times Pn \times Rd \times Rr \times Re$

Pn : puissance nominale du générateur en base (W)

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

DH<sub>14</sub> : degrés heures de base 14 (°C)

Le besoin de chauffage assuré par la base est :

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

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

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

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
- Zone H2 : Tmoy=8.08°C
- Zone H3 : Tmoy=9.65°C

$$Cch1 = Bch_{\text{base}} \times Ich1$$

$$Cch2 = (Bch' - Bch_{\text{base}}) \times Ich2$$

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

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

## 8.9.2 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.

$$C_{ch1} = 0,6 \times B_{ch} \times I_{ch1} \qquad C_{ch2} = 0,4 \times B_{ch} \times I_{ch1}$$

C<sub>ch1</sub> : consommation de chauffage liée au circuit collectif assurant la base (kWh PCI)

C<sub>ch2</sub> : consommation de chauffage liée au circuit individuel assurant l'appoint (kWh PCI)

## 8.9.3 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.

$$C_{ch1} = 0,75 \times B_{ch} \times I_{ch1} \qquad C_{ch2} = 0,25 \times B_{ch} \times I_{ch2}$$

C<sub>ch1</sub> : consommation de chauffage liée à la chaudière bois (kWh PCI)

C<sub>ch2</sub> : consommation de chauffage liée à la chaudière gaz ou fioul (kWh PCI)

## 8.10 Installation de chauffage avec plusieurs systèmes différents indépendants et / ou plusieurs systèmes couplés différents indépendants

Surface chauffée par le système 1 : Sh<sub>1</sub> (m<sup>2</sup>) ; Surface chauffée par le système 2 : Sh<sub>2</sub> (m<sup>2</sup>)

Surface chauffée par le système 3 : Sh<sub>3</sub> (m<sup>2</sup>) ; Surface chauffée par le système 4 : Sh<sub>4</sub> (m<sup>2</sup>)

Surface chauffée par le système 5 : Sh<sub>5</sub> (m<sup>2</sup>) ; Surface chauffée par le système 6 : Sh<sub>6</sub> (m<sup>2</sup>)

Surface chauffée par le système i : Sh<sub>i</sub> (m<sup>2</sup>) (plus de 6 systèmes peuvent être renseignés)

$$C_{ch1} = \frac{Sh_1}{Sh} \times B_{ch} \times I_{ch1} \qquad C_{ch2} = \frac{Sh_2}{Sh} \times B_{ch} \times I_{ch2} \qquad C_{ch3} = \frac{Sh_3}{Sh} \times B_{ch} \times I_{ch3}$$

$$C_{ch4} = \frac{Sh_4}{Sh} \times B_{ch} \times I_{ch4} \qquad C_{ch5} = \frac{Sh_5}{Sh} \times B_{ch} \times I_{ch5} \qquad C_{ch6} = \frac{Sh_6}{Sh} \times B_{ch} \times I_{ch6}$$

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

$$B_{chi} = \frac{Sh_i}{Sh} \times B_{ch}$$

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 :

$$C_{chi} = B_{chi} \times I_{chi}$$

- Installation de chauffage avec chauffage solaire :

$$C_{chi1} = B_{chi} \times (1 - F_{ch}) \times I_{chi} \quad C_{chi2} = B_{chi} \times F_{ch} \times I_{chi}$$

$F_{ch}$  : facteur de couverture solaire pour le chauffage (voir annexes)

$C_{chi1}$  : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage de l'installation i (kWh PCI)

$C_{chi2}$  : consommation de chauffage solaire (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.

$$C_{chi1} = 0,75 \times B_{chi} \times I_{chi1} \quad C_{chi2} = 0,25 \times B_{chi} \times I_{chi2}$$

$C_{chi1}$  : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage de l'installation i (kWh PCI)

$C_{chi2}$  : 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 bain :

$$C_{chi1} = 0,9 \times B_{chi} \times I_{chi1} \quad C_{chi2} = 0,1 \times B_{chi} \times I_{chi2}$$

$C_{chi1}$  : consommation de chauffage liée au poêle bois de l'installation i (kWh PCI)

$C_{chi2}$  : consommation de chauffage liée au chauffage électrique de la salle de bain 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 bain (différent du chauffage principal) :

$$C_{chi1} = 0,75 \times 0,9 \times B_{chi} \times I_{chi1} \quad C_{chi2} = 0,25 \times 0,9 \times B_{chi} \times I_{chi2} \quad C_{chi3} = 0,1 \times B_{chi} \times I_{chi3}$$

$C_{chi1}$  : consommation de chauffage liée au système principal de chauffage de l'installation i (kWh PCI)

$C_{chi2}$  : consommation de chauffage liée à l'insert ou au poêle de l'installation i (kWh PCI)

$C_{chi3}$  : consommation de chauffage liée au chauffage électrique de la salle de bain de l'installation i (kWh PCI)

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

$$Cchi1 = 0,75 \times Bchi \times (1 - Fch) \times Ichi1 \quad Cchi2 = 0,25 \times Bchi \times (1 - Fch) \times Ichi2$$

$$Cchi3 = Bchi \times Fch \times (0,75 \times Ichi1 + 0,25 \times Ichi2)$$

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)

Cchi3 : consommation de chauffage liée à l'installation solaire de l'installation i (kWh PCI)

- Installation de chauffage avec chaudière en relève de PAC :

$$Cchi1 = 0,8 \times Bchi \times Ichi1 \quad Cchi2 = 0,2 \times Bchi \times Ichi2$$

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

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

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

$$Cchi1 = 0,8 \times 0,75 \times Bchi \times Ichi1 \quad Cchi2 = 0,2 \times 0,75 \times Bchi \times Ichi2 \quad Cchi3 = 0,25 \times Bchi \times Ichi3$$

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) :

$$Cchi1 = Bch_{base} i \times Ichi1 \quad Cchi2 = (Bchi' - Bch_{base} i) \times Ichi2$$

Avec conformément au paragraphe 8.9.1 :

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

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 :

$$Cchi1 = 0,6 \times Bchi \times Ichi1 \quad Cchi2 = 0,4 \times Bchi \times Ichi1$$

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 avec chaudière gaz ou fioul en relève d'une chaudière bois

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

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)

## 9 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.

### 9.1 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 |

### 9.2 Rendement de distribution

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

## 9.3 Rendement de régulation

|                           | Type d'installation  | Rr   |
|---------------------------|--|------|
| Installation individuelle | Convecteur électrique NFC  | 0,99 |
|                           | Panneau rayonnant électrique NFC   | 0,99 |
|                           | Radiateur électrique NFC   | 0,99 |
|                           | Autres émetteurs à effet joule   | 0,96 |
|                           | Plancher ou plafond rayonnant électrique avec régulation terminale       | 0,98 |
|                           | Plancher ou plafond rayonnant électrique sans régulation                 | 0,96 |
|                           | Radiateur électrique à accumulation                                      | 0,95 |
|                           | Plancher chauffant à eau   | 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 sur chaudière ou réseau de chaleur sans robinet thermostatique | 0,90 |
|                           | Radiateur sur chaudière ou réseau de chaleur avec robinet thermostatique | 0,95 |
|                           | PAC air/air ; air/eau ; eau/eau ; géothermie                             | 0,95 |
| Installation collective   | Radiateur sans robinet thermostatique                                    | 0,90 |
|                           | Radiateur avec robinet thermostatique                                    | 0,95 |
|                           | Convecteur bi-jonction   | 0,90 |
|                           | Plancher ou plafond rayonnant  | 0,90 |

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

*Données d'entrée :*

Type de générateur

Type de régulation des PAC

### 10.1 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 |

### 10.2 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   |

## 10.3 COP des PAC neuves recommandées

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

COP : coefficient de performance annuel de la PAC

COP<sub>nom</sub> : 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/>.

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

|        |           |                  |
|--------|-----------|------------------|
|        | Planchers | Autres émetteurs |
| Cregul | 0,95      | 0,85             |

## 11 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 |
| 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.

## 11.1 Profil de charge des générateurs

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

### 11.1.1 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 charge Tch <sub>x</sub>                    | 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 <sub>x</sub> | 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  $\text{Coeff}_{\text{pond}_x}$  est associé au taux de charge Tch<sub>x</sub> qui correspond à l'intervalle  $[\text{Tch}_x - 5\%; \text{Tch}_x + 5\%[$ .

### 11.1.2 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<sub>dimref</sub> qui permet de prendre en compte les charges partielles.

Pour un seul générateur à combustion de puissance installée P<sub>n<sub>gen</sub></sub> :

$$C_{\text{dimref}} = \frac{1000 \times P_{n_{\text{gen}}}}{GV \times (19 - T_{\text{base}_{\text{ext}}})}$$

Pour N générateurs à combustion :

$$C_{\text{dimref}} = \frac{1000 \times (P_{n_{\text{gen}1}} + P_{n_{\text{gen}2}} + \dots + P_{n_{\text{gen}N}})}{GV \times (19 - T_{\text{base}_{\text{ext}}})}$$

P<sub>n<sub>geni</sub></sub> : puissance installée du générateur à combustion i (kW)

GV : déperditions totales du bâtiment (W/K)

T<sub>base<sub>ext</sub></sub> : température extérieure de base (°C)

Les profils de charge conventionnels sont modifiés pour prendre en compte C<sub>dimref</sub> : le coefficient  $\text{Coeff}_{\text{pond}_{x_{\text{dim}}}}$  est alors affecté au taux de charge Tch<sub>x<sub>dim</sub></sub>.

$$\text{Coeff}_{\text{pond}_{x_{\text{dim}}}} = \text{Coeff}_{\text{pond}_x} \quad \text{Tch}_{x_{\text{dim}}} = \frac{\text{Tch}_x}{C_{\text{dimref}}}$$

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

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

En présence d'un ou de N générateurs indépendants :

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

### 11.1.3 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  $CTch_{x_{dim}}(gen_i)$  au taux de charge du système  $Tch_{x_{dim}}$  .

#### 11.1.3.1 Cascade avec priorité

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

La contribution  $CTch_{x_{dim}}$  de chaque générateur au taux de charge  $Tch_{x_{dim}}$  est :

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

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

Avec le taux de charge final suivant :

$$Tch_{x_{final}}(gen_1) = \min(1; \frac{CTch_{x_{dim}}(gen_1)}{Prel(gen_1)})$$

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

$$Coeff_{pond_{x_{dim}}}(gen_1) = Coeff_{pond_x}(gen_1)$$

$$Coeff_{pond_{x_{dim}}}(gen_2) = Coeff_{pond_x}(gen_2)$$

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

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

Avec le taux de charge final suivant :

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

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

$$Coeff_{pond_{x_{dim}}}(gen_1) = Coeff_{pond_x}(gen_1)$$

$$Coeff_{pond_{x_{dim}}}(gen_2) = Coeff_{pond_x}(gen_2)$$

Le coefficient de pondération final est :

$$Coeff_{pond_{x_{final}}}(gen_1) = \frac{\frac{CTch_{x_{dim}}(gen_1)}{Tch_{x_{dim}}} \times Coeff_{pond_{x_{dim}}}(gen_1)}{\frac{CTch_{5_{dim}}(gen_1)}{Tch_{5_{dim}}} \times Coeff_{pond_{5_{dim}}}(gen_1) + \dots + \frac{CTch_{95_{dim}}(gen_1)}{Tch_{95_{dim}}} \times Coeff_{pond_{95_{dim}}}(gen_1)}$$

$$Coeff_{pond_{x_{final}}}(gen_2) = \frac{\frac{CTch_{x_{dim}}(gen_2)}{Tch_{x_{dim}}} \times Coeff_{pond_{x_{dim}}}(gen_2)}{\frac{CTch_{5_{dim}}(gen_2)}{Tch_{5_{dim}}} \times Coeff_{pond_{5_{dim}}}(gen_2) + \dots + \frac{CTch_{95_{dim}}(gen_2)}{Tch_{95_{dim}}} \times Coeff_{pond_{95_{dim}}}(gen_2)}$$

## 11.2 Pertes au point de fonctionnement

QP<sub>x</sub> : pertes au point de fonctionnement x (taux de charge à x%) (kW)

QP<sub>0</sub> : pertes à l'arrêt (kW)

R<sub>Pn</sub> et R<sub>Pint</sub> : respectivement les rendements à pleine charge et à charge intermédiaire

Pn : puissance nominale du générateur (kW)

### 11.2.1 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 :**

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

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

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

- **Pour les chaudières à condensation :**

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

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

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

Tfonc<sub>100</sub> (°C) est la température de fonctionnement de la chaudière à 100% de charge. Elle est donnée dans le tableau suivant en fonction du type d'émetteur et des différentes périodes de leur installation :

| Température de distribution/ Type d'émetteur | Période    |                    |            |
|--|------------|--------------------|------------|
|  | Avant 1980 | 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         |

**Température de fonctionnement des chaudières à 100 % de charge**

Tfonc<sub>30</sub> (°C) est la température de fonctionnement de la chaudière à 30% de charge. Elle est donnée dans le tableau suivant selon le type d'installation :

| Chaudière Condensation                        |                     |                    |            |
|---|---------------------|--------------------|------------|
| Température de distribution / Type d'émetteur | Période (émetteurs) |                    |            |
|   | Avant 1980          | 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 1980          | 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.

### 11.2.2 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 :

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

$$QP_{30} = \frac{0,3 \times P_n \times (100 - (R_{P_{int}} + 0,1 \times (50 - T_{fonc_{30}})))}{R_{P_{int}} + 0,1 \times (50 - T_{fonc_{30}})}$$

S'il y a une régulation

$$QP_{30} = \frac{0,3 \times P_n \times (100 - (R_{P_{int}} + 0,1 \times (50 - T_{fonc_{100}})))}{R_{P_{int}} + 0,1 \times (50 - T_{fonc_{100}})}$$

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) : température de fonctionnement de la chaudière à 100% de charge. Elle est donnée dans le paragraphe précédent sur les chaudières basse température et à condensation.

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

| Chaudières standard ou classiques jusqu'en 1990 |                     |                    |            |
|---|---------------------|--------------------|------------|
| Température de distribution / Type d'émetteur   | Période (émetteurs) |                    |            |
|   | Avant 1980          | 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 1980          | 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.

### 11.2.3 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 :

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

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

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

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)

$$R_{P_n} = 77\% \quad R_{P_{int}} = 74\%$$

- Si les équipements sont neufs (après 2006)

- Pour un générateur standard

$$R_{P_n} = 84\% \quad R_{P_{int}} = 77\%$$

- Pour un générateur à condensation

$$R_{P_n} = 90\% \quad R_{P_{int}} = 83\%$$

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.

## 11.2.4 Radiateurs à gaz

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

- Pour les radiateurs à gaz neufs (après 2006) :

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

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

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

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

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

## 11.2.5 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 :

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

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

- Pour les chaudières classe 3 :

$$R_{P_n} = 67 + 6 \times \log P_n \quad R_{P_{int}} = 68 + 6 \times \log P_n$$

- Pour les chaudières classe 2 :

$$R_{P_n} = 57 + 6 \times \log P_n \quad R_{P_{int}} = 58 + 6 \times \log P_n$$

- Pour les chaudières classe 1 :

$$R_{P_n} = 47 + 6 \times \log P_n \quad R_{P_{int}} = 48 + 6 \times \log P_n$$

Les expressions de  $R_{P_n}$  et  $R_{P_{int}}$  sont valables pour  $P_n \leq 70$  kW. On prendra la valeur  $P_n = 70$  kW si  $P_n > 70$  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 $P_n \leq 400$ kW                             | $QP_0$ Si $P_n > 400$ kW                                |
|------------------------------------|----------------------|---|---|
| Chaudière atmosphérique à biomasse | Avant 1978           | $QP_0 = P_n \times \frac{0,08}{100} \times P_n^{-0,27}$ | $QP_0 = P_n \times \frac{0,08}{100} \times 400^{-0,27}$ |
|                                    | De 1978 à 1994       | $QP_0 = P_n \times \frac{0,07}{100} \times P_n^{-0,3}$  | $QP_0 = P_n \times \frac{0,07}{100} \times 400^{-0,3}$  |
|                                    | Après 1994           | $QP_0 = P_n \times \frac{0,085}{100} \times P_n^{-0,4}$ | $QP_0 = P_n \times \frac{0,085}{100} \times 400^{-0,4}$ |
| Chaudière à biomasse assistée par  | Avant 1978           | $QP_0 = P_n \times \frac{0,09}{100} \times P_n^{-0,28}$ | $QP_0 = P_n \times \frac{0,09}{100} \times 400^{-0,28}$ |

|             |                |  |  |
|-------------|----------------|--|--|
| ventilateur | De 1978 à 1994 | $QP_0 = P_n \times \frac{0,075}{100} \times P_n^{-0,31}$ | $QP_0 = P_n \times \frac{0,075}{100} \times 400^{-0,31}$ |
|             | Après 1994     | $QP_0 = P_n \times \frac{0,085}{100} \times P_n^{-0,4}$  | $QP_0 = P_n \times \frac{0,085}{100} \times 400^{-0,4}$  |

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

## 11.3 Valeurs par défaut des caractéristiques des chaudières

### 11.3.1 Chaudières gaz

| Chaudières gaz- valeurs par défaut $R_{Pn}$ , $R_{Pint}$ et $Q_{P0}$ |              |                               |                              |                                |  |  |       |
|--|--------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|--|-------|
| 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) |       |
| Classique  | Avant 1980   | <14                           | 79 %                         | 74 %                           | 4 %                                    | 240                                      |       |
|  |              | =23                           | 82 %                         | 77 %                           | 4 %                                    | 240                                      |       |
|  |              | $P_n$                         | $79+2\log P_n$               | $73+3\log P_n$                 | 4 %                                    | 240                                      |       |
|  | 1981 - 1985  | =23                           | 85 %                         | 80 %                           | 2 %                                    | 150                                      |       |
|  |              | $P_n$                         | $82+2\log P_n$               | $76+3\log P_n$                 | 2 %                                    | 150                                      |       |
|  |              | 1986 - 1990                   | =23                          | 86 %                           | 83 %                                   | 1.5 %                                    | 150   |
| standard   | 1991 - 2000  | 23                            | 87 %                         | 84 %                           | 1.2 %                                  | 120                                      |       |
|  |              | $P_n$                         | $84 + 2\log P_n$             | $80 + 3\log P_n$               | 1.2 %                                  | 120                                      |       |
|  |              | Après 2000 *                  | 23                           | 87 %                           | 84 %                                   | 1 %                                      | NA    |
|  | $P_n$        |                               | $84+ 2\log P_n$              | $80+3\log P_n$                 | 1 %                                    | NA                                       |       |
|  | BT           |                               | 1991 - 2000                  | 23                             | 89.5 %                                 | 89.5 %                                   | 1.2 % |
|  |              | $P_n$                         |                              | $87.5 +1.5\log P_n$            | $87.5 +1.5\log P_n$                    | 1.2 %                                    | 120   |
| Après 2000 *   |              | 23                            | 89.5 %                       | 89.5 %                         | 1 %                                    | NA                                       |       |
|  | $P_n$        | $87.5 +1.5\log P_n$           | $87.5 +1.5\log P_n$          | 1 %                            | NA                                     |  |       |
| Condensation   | 1981 - 1985  | 23                            | 93 %                         | 98 %                           | 1 %                                    | 150                                      |       |
|  |              | $P_n$                         | $91+1\log P_n$               | $97+1\log P_n$                 | 1 %                                    | 150                                      |       |
|  | 1986 - 2000  | 23                            | 93 %                         | 98 %                           | 1 %                                    | 120                                      |       |
|  |              | $P_n$                         | $91+1\log P_n$               | $97+1\log P_n$                 | 1 %                                    | 120                                      |       |
|  | Après 2000 * | 23                            | 93 %                         | 98 %                           | 1 %                                    | NA                                       |       |
|  |              | $P_n$                         | $91+1\log P_n$               | $97+1\log P_n$                 | 1 %                                    | NA                                       |       |

\* Les valeurs de la base <http://www.rt2005-chauffage.com/> peuvent aussi être utilisées pour les chaudières recommandées.

### 11.3.2 Chaudières fioul

| Type         | Ancienneté  | Puissance nominale P <sub>n</sub> (kW) | Rendement (PCI) R <sub>p<sub>n</sub></sub> (%) | Rendement (PCI) R <sub>p<sub>int</sub></sub> (%) | Q <sub>p0</sub> en % puissance nominale P <sub>n</sub> |
|--------------|-------------|--|--|--|--|
| Classique    | Avant 1970  | 23                                     | 77 %   | 67 %   | 4 %  |
|              |             | P <sub>n</sub>                         | 74+2logP <sub>n</sub>                          | 63+3logP <sub>n</sub>                            | 4 %  |
|              | 1970 - 1975 | 23                                     | 80 %   | 75 %   | 3 %  |
|              |             | P <sub>n</sub>                         | 77+2logP <sub>n</sub>                          | 71+3logP <sub>n</sub>                            | 3 %  |
|              | 1976 - 1980 | 23                                     | 81 %   | 80 %   | 2 %  |
|              |             | P <sub>n</sub>                         | 78+2logP <sub>n</sub>                          | 76+3logP <sub>n</sub>                            | 2 %  |
|              | 1981 - 1990 | 23                                     | 83 %   | 82 %   | 1 %  |
|              |             | P <sub>n</sub>                         | 80+2logP <sub>n</sub>                          | 78+3logP <sub>n</sub>                            | 1 %  |
| standard     | Depuis 1991 | 23                                     | 87 %   | 84 %   | 1 %  |
|              |             | P <sub>n</sub>                         | 84+2logP <sub>n</sub>                          | 80+3logP <sub>n</sub>                            |  |
| BT           | Depuis 1991 | 23                                     | 89.5 %   | 89.5 %   | 1 %  |
|              |             | P <sub>n</sub>                         | 87.5+1.5P <sub>n</sub>                         | 87.5+1.5P <sub>n</sub>                           |  |
| Condensation | Depuis 1996 | 23                                     | 92.5 %   | 98 %   | 1 %  |
|              |             | P <sub>n</sub>                         | 91+1logP <sub>n</sub>                          | 97+1logP <sub>n</sub>                            |  |

## 11.4 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 :

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

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

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

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

## 11.5 Rendement conventionnel annuel moyen de génération de chauffage

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

P<sub>veil</sub> : puissance de la veilleuse (kW)

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

## 12 Expression du besoin d'ECS (Beccs)

Données d'entrée :

$\theta_{cw}$  : température de l'eau froide entrant dans le système de préparation d'eau chaude : 10,5°C en H1 ; 12°C en H2 ; 14,5°C en H3

Sh : surface habitable des maisons et appartements (m<sup>2</sup>)

Sh<sub>moy</sub> : surface habitable moyenne d'un appartement dans un immeuble collectif (m<sup>2</sup>)

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

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

### 12.1 Surface habitable ≤ 27m<sup>2</sup>

#### 12.1.1 Maison ou appartement

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

#### 12.1.2 Immeuble de N appartements

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

### 12.2 Surface habitable > 27m<sup>2</sup>

#### 12.2.1 Maison ou appartement

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

#### 12.2.2 Immeuble de N appartements

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

## 13 Calcul de la consommation d'ECS

Données d'entrée :

Rendement de génération : Rg (sans dimension)

Rendement de distribution : Rd (sans dimension)

Rendement de stockage : Rs (sans dimension)

Type d'installation d'ECS : avec ou sans solaire

Puissance nominale des générateurs : Pn (W)

Type d'installation

$$C_{ecs} = B_{ecs} \times I_{ecs} \quad (\text{kWh PCI})$$

$$I_{ecs} = \frac{1}{R_s \times R_d \times R_g}$$

Becs : besoin d'ECS (kWh)

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

$$C_{ecs} = B_{ecs} \times (1 - F_{ecs}) \times I_{ecs}$$

Fecs : facteur de couverture solaire (voir annexe)

### 13.2 Deux systèmes d'ECS dans une maison ou un appartement

$$C_{ecs1} = 0,5 \times B_{ecs} \times I_{ecs1}$$

$$C_{ecs2} = 0,5 \times B_{ecs} \times I_{ecs2}$$

### 13.3 Cas d'un immeuble avec plusieurs systèmes d'ECS

Pour un DPE réalisé sur un immeuble de surface habitable  $S_h$  et de  $N$  appartements pourvu de plusieurs types d'équipements individuels pour la production 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 :

- $N_i$  appartements avec l'équipement  $E_i$  de production 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  $S_{hi}$  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  $S_{hj}$  obtenue est :

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

Avec :

She : surface habitable de l'échantillon (m<sup>2</sup>)

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

- Nj appartements avec l'équipement Ei de production d'ECS alimentant une surface Sj

Pour chaque surface Sj le besoin d'ECS est calculé selon la méthode présentée au paragraphe 12 sur le calcul du besoin en énergie d'un immeuble pour la production d'ECS.

## 14 Rendement de distribution de l'ECS

*Données d'entrée :*

*Type d'installation*

*Localisation de la production*

*Configuration des logements*

*Isolation du réseau collectif*

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

### 14.2 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                           |

## 15 Rendement de stockage de l'ECS

*Données d'entrée :*

*Volume des ballons*

*Type de ballon*

*Catégorie des ballons*

*Type d'alimentation du 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.

### 15.1 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 (litres).

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

### 15.2 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)

### 15.3 Rendement de stockage

$$Rs = \frac{1}{1 + \frac{Q_{g,w} \times Rd}{Be_{cs}}}$$

# 16 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.

## 16.1 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 : 1720 h (5 heures par jour)
- Nombre d'heures de vacances : 504 h
- Les générateurs de production d'ECS ne sont pas maintenus en température

### 16.1.1 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)

$QP_0$  : pertes à l'arrêt du générateur (kW)

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

Pour un chauffe-eau gaz, les valeurs de  $Pveil$ ,  $QP_0$  et  $R_{pn}$  sont données dans le tableau suivant :

| Ancienneté  | P <sub>n</sub> < 10 kW              |  | P <sub>n</sub> > 10 kW              |  | Puissance veilleuse en W (si veilleuse) |
|-------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|---|
|             | Rendement (PCI) R <sub>Pn</sub> (%) | Q <sub>P0</sub> en % puissance nominale P <sub>n</sub> | Rendement (PCI) R <sub>Pn</sub> (%) | Q <sub>P0</sub> en % puissance nominale P <sub>n</sub> |   |
| Avant 1980  | 70.0 %                              | 4.0 %  | 70.0 %                              | 4.0 %  | 150                                     |
| 1981-1989   | 75.0 %                              | 2.0 %  | 75.0 %                              | 2.0 %  | 120                                     |
| 1990 - 2000 | 81.0 %                              | 1.2 %  | 82.0 %                              | 1.2 %  | 120                                     |
| Après 2000* | 82.0 %                              | 1.0 %  | 84.0 %                              | 1.0 %  | 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.

### 16.1.2 Production mixte par chaudière gaz, fioul, bois

$$R_g = \frac{1}{\frac{1}{R_{Pn}} + 1720 \times \frac{QP_0}{Becs} + 6536 \times \frac{0,5 \times P_{veil}}{Becs}}$$

Q<sub>P0</sub> : pertes à l'arrêt de la chaudière (kW)

R<sub>Pn</sub> : rendement à 100% de charge

Becs : Besoin de chauffage (kWh)

### 16.1.3 Accumulateur gaz

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

Avec :  $Q_{g,w} = 8256 \times (11 \times V_s^{2/3} + 0,015 \times P_n)$  (kWh)

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

| Ancienneté | Type de chaudière | Qp0 en % de Pn |
|------------|-------------------|----------------|
| Avant 1989 | Classique         | 2%             |
| 1990-2000  |                   | 1.2%           |
| Après 2000 |                   | 1%             |
| 1996-2000  | Condensation      | 1%             |
| Après 2000 |                   | 1%             |

| Ancienneté   | Type           | R <sub>p</sub> n (rendement PCI à 100 % de charge) | Pveil (Puissance de la veilleuse)<br>W |
|--------------|----------------|--|--|
| Avant 1989   | Classique      | 81 %   | 200                                    |
| 1990 - 2000  |                | 84 %   | 150                                    |
| Après 2000   |                | 84 %   | 150                                    |
| 1996-2000    | A condensation | 98 %   | NA                                     |
| Après 2000 * |                |  |  |

### 16.1.4 Chauffe-bain au gaz à production instantanée

Le rendement de stockage est égal à 1.

- Pour un chauffe-bain sans veilleuse :

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

- Pour un chauffe-bain avec veilleuse :

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

## 16.2 Chauffe-eau thermodynamique à accumulation

- En présence d'un appoint électrique :

$$Rs \times R_g = \frac{1}{\frac{3}{1 + 2 \times COP} + Rd \times \frac{11,9 \times Cr \times V_s \times (Cef - 0,0576 \times \frac{Becs}{Pn \times Rd \times COP})}{Becs}}$$

- Sans appoint électrique :

$$Rs \times R_g = \frac{1}{\frac{1}{COP} + Rd \times \frac{11,9 \times Cr \times V_s \times (Cef - 0,0576 \times \frac{Becs}{Pn \times Rd \times COP})}{Becs}}$$

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)

Capacité de stockage en litre

|    | ≤ 100 | entre 100 et 200 | entre 200 et 300 | entre 300 et 400 | 400 < |
|----|-------|------------------|------------------|------------------|-------|
| Cr | 0.48  | 0.38             | 0.36             | 0.35             | 0.34  |

$V_s$  : volume de stockage du chauffe-eau (litre)

Rd : rendement de distribution

Pn : puissance nominale du chauffe-eau (W)

Becs : 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                          |

## 16.3 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 :  $R_s \cdot R_g = 0.9$  ;
- sinon :  $R_s \cdot R_g = 0.75$ .

## 17 Expression des consommations de refroidissement

### 17.1 Cas des maisons

$$C_{c\lim} = R_{c\lim} \times S_{c\lim}$$

Données d'entrée :

Surface habitable ( $m^2$ ) :  $Sh$

Pourcentage de surface habitable climatisée :  $\alpha$

Zone climatique été

Calcul de  $S_{c\lim}$  :  $S_{c\lim} = \alpha \times Sh$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

Calcul de  $R_{c\lim}$  :

| Rclim |    | Sclim < 150m <sup>2</sup> | Sclim ≥ 150m <sup>2</sup> |
|-------|----|---------------------------|---------------------------|
| Zone  | Ea | 2                         | 4                         |
|       | Eb | 3                         | 5                         |
|       | Ec | 4                         | 6                         |
|       | Ed | 5                         | 7                         |

### 17.2 Cas des immeubles

Données d'entrée :

Type de climatisation  
Etage

$$C_{c \text{ lim}} = R_{c \text{ lim}} \times S_{c \text{ lim}} \times \text{COR}_{c \text{ lim}} \quad (\text{kWh PCS})$$

Calcul de  $S_{c \text{ lim}}$  :  $S_{c \text{ lim}} = \alpha \times S_h$

Calcul de  $R_{c \text{ lim}}$  :

|      | Rclim | Autre | Dernier étage |
|------|-------|-------|---------------|
| Zone | Ea    | 1.5   | 2             |
|      | Eb    | 2     | 3             |
|      | Ec    | 3     | 4             |
|      | Ed    | 4     | 5             |

Calcul de  $\text{COR}_{c \text{ lim}}$  :

Si refroidissement au gaz naturel :  $\text{COR}_{c \text{ lim}} = 2.8$  ; sinon  $\text{COR}_{c \text{ lim}} = 1$ .

Gaz naturel : Consommation PCS = 1.11 \* Consommation PCI

## 18 Prise en compte de la production d'énergie

Production d'électricité par des capteurs photovoltaïques ( $P_{pv}$ ) :  $P_{pv} = 100 \times S_{\text{capteurs}} \quad (\text{kWh/an})$

Production d'électricité par une micro-éolienne ( $P_{eo}$ ) :  $P_{eo} = 2000 \quad (\text{kWh/an})$

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.

## 19 Traitement de configuration particulière : 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<sup>2</sup>)

$Sh$  : surface de l'immeuble (m<sup>2</sup>)

$P_i$  : 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. Mais attention, les rendements de distribution et régulation et éventuellement de stockage sont ceux de l'installation collective.

## 20 Détermination des abonnements d'électricité

### 20.1 Evaluation de la puissance souscrite $P_s$

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

$Sh$  : surface habitable (m<sup>2</sup>)

$P_s$  : puissance souscrite (kVA)

$P_{ch}$  : Puissance électrique pour le chauffage (m<sup>2</sup>)

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

Avec :

$GV$  : déperditions du bâtiment (W/K)

$R_g$  : 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

## 20.2 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 (8.93 c€/kWh).

| Ps                        | Puissance souscrite  | Montant de l'abonnement (€TTC) | Prix du kWh (c€TTC) |
|---------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|
| Ps ≤ 6,9 kVA              | 6 kVA simple tarif   | 78,25                          | 11,86               |
|                           | 6 kVA double tarif   | 94,06                          | 11,44               |
| 6,9 kVA < Ps ≤ 10,35 kVA  | 9 kVA simple tarif   | 91,25                          | 12,09               |
|                           | 9 kVA double tarif   | 112,87                         | 11,44               |
| 10,35 kVA < Ps ≤ 13,8 kVA | 12 kVA double tarif  | 191,59                         | 11,44               |
| 13,8 kVA < Ps ≤ 17,25 kVA | 15 kVA double tarif  | 225,47                         | 11,44               |
| Ps > 17.25 kVA            | ≥ 18kVA double tarif | 257,19                         | 11,44               |

## 21 Annexes

### 21.1 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 Hte 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    |
| 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 - Ile 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    |
| 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    |

| Département                | Fecs ancien | Fecs neuf |
|----------------------------|-------------|-----------|
| 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      |
| 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.

| Département                | Fecs (%) |
|----------------------------|----------|
| 01 - Ain                   | 89       |
| 02 - Aisne                 | 86       |
| 03 - Allier                | 90       |
| 04 - Alpes de Hte 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       |
| 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 - Ile 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       |

| Département                | Fecs (%) |
|----------------------------|----------|
| 48 - Lozère                | 94       |
| 49 - Maine et Loire        | 92       |
| 50 - Manche                | 89       |
| 51 - Marne                 | 86       |
| 52 - Haute Marne           | 88       |
| 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       |
| 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.

**Fch pour une maison avec chauffage solaire seul**

| Département                | Fch (%) |
|----------------------------|---------|
| 01 - Ain                   | 26      |
| 02 - Aisne                 | 24,3    |
| 03 - Allier                | 29      |
| 04 - Alpes de Hte 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    |
| 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 - Ile et Vilaine        | 32,9    |
| 36 - Indre                 | 25,5    |
| 37 - Indre et Loire        | 26,1    |
| 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    |

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

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

## 21.4 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 Hte 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      |
| 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 - Ile 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      |

| Département                | Ancienne | Récente |
|----------------------------|----------|---------|
| 48 - Lozère                | 35       | 49      |
| 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      |
| 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.