

Partie 1/2

Méthode de calcul de la charge thermique des bâtiments

Méthode simplifiée

NBN EN 12831-1 ANB:2020

Christophe Delmotte, Ir
Division Installations Intelligentes et Solutions Durables
CSTC - Centre Scientifique et Technique de la Construction

Les notes de cours ne font pas partie des publications officielles du CSTC et ne peuvent donc être utilisées comme référence

La reproduction ou la traduction, même partielle, de ces notes n'est permise qu'avec l'autorisation du CSTC

Plan de l'exposé

Introduction

Outil de calcul et données de base

Perte thermique par transmission

Perte thermique par renouvellement d'air

Puissance de préchauffage supplémentaire

Charge thermique nominale

Norme européenne et annexe nationale

NBN EN 12831-1:2017

- Performance énergétique des bâtiments -
Méthode de calcul de la charge thermique
nominale - Partie 1 : Charge de chauffage des
locaux

prNBN EN 12831-1 ANB : 2020

- Performance énergétique des bâtiments -
Méthode de calcul de la charge thermique
nominale - Partie 1 : Charge de chauffage des
locaux - Annexe nationale

Buts de la norme

Calcul de la charge thermique

- De l'ensemble du bâtiment pour le dimensionnement du générateur de chaleur
- Pièce par pièce pour le dimensionnement des radiateurs

Méthode standard et méthode simplifiée

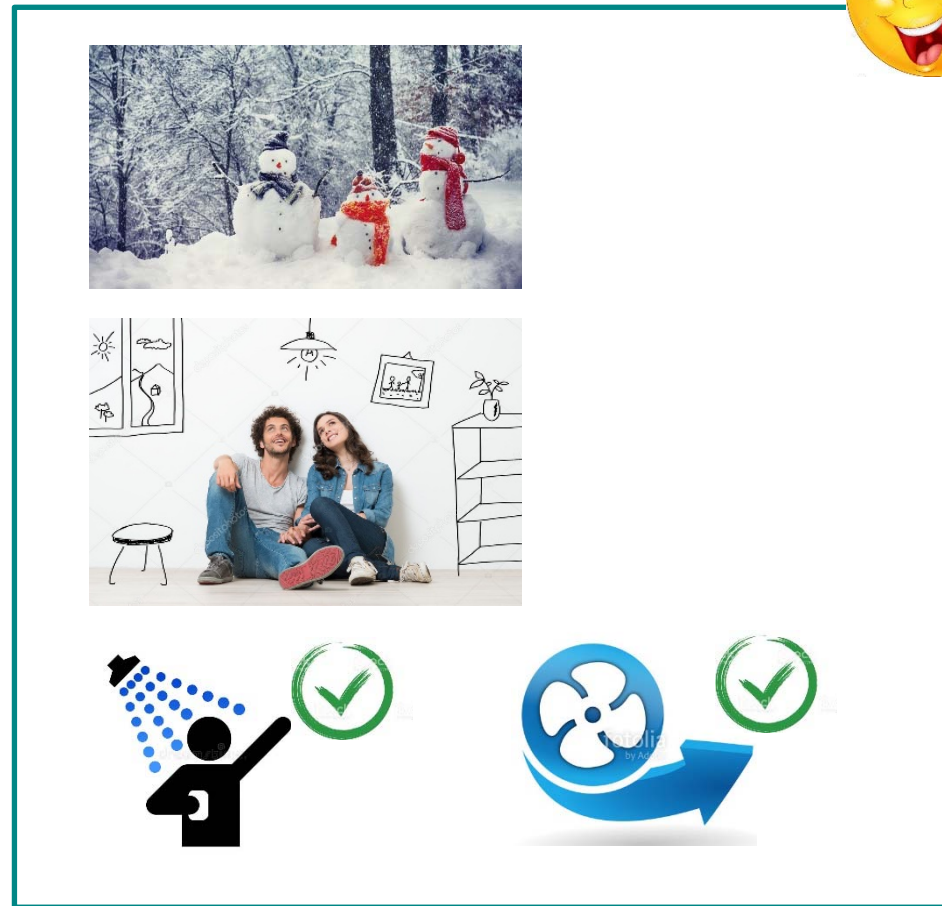
- La méthode simplifiée (ANB Annexe B) est recommandée

Charge thermique?



Puissance nécessaire pour obtenir et maintenir la température de confort dans un espace

Dimensionnement - Correct



Dimensionnement – Non correct



Dimensionnement - Non correct



Dimensionnement - Non correct



But du calcul

Pouvoir dimensionner
le système de chauffage
en toute connaissance de cause

Conditions les plus défavorables

- Température extérieure de base
- Pas de soleil
- Toutes les pièces chauffées
- Ventilation selon le débit de conception
- ...

Simultanéité des besoins

Attente implicite de l'utilisateur

- Toutes les pièces chauffées en même temps
- Toutes les pièces ventilées en même temps
- Toutes les douches utilisées en même temps

Attente implicite de l'utilisateur

- Être libre de choisir de chauffer une pièce ou pas
- Être libre de choisir de ventiler une pièce ou pas
- Être libre d'utiliser une douche ou pas

Éléments principaux du calcul



Température intérieure

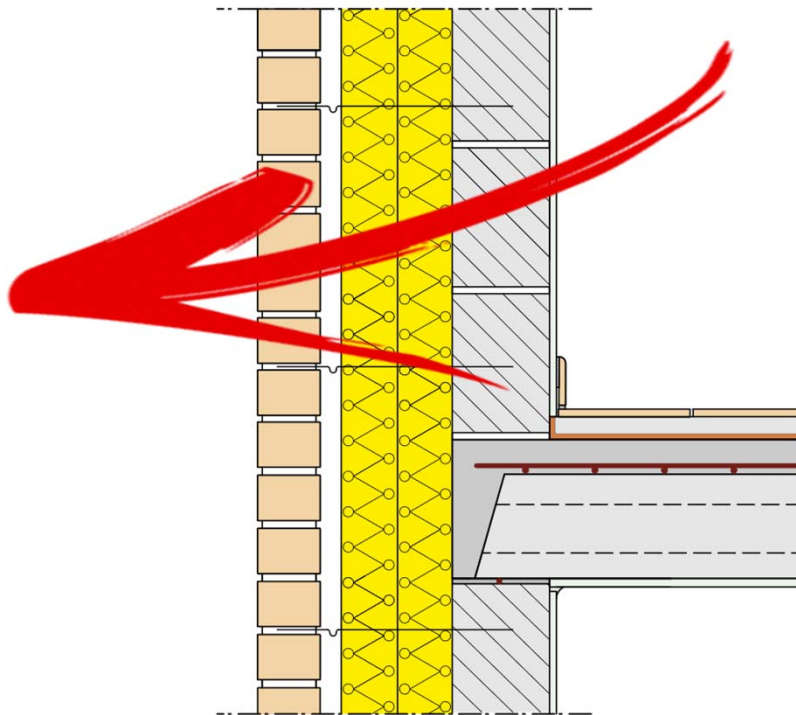
- Quelle température de confort veut-on atteindre dans les espaces?



Température extérieure

- Jusque quelle température extérieure veut-on avoir chaud dans les espaces?

Éléments principaux du calcul

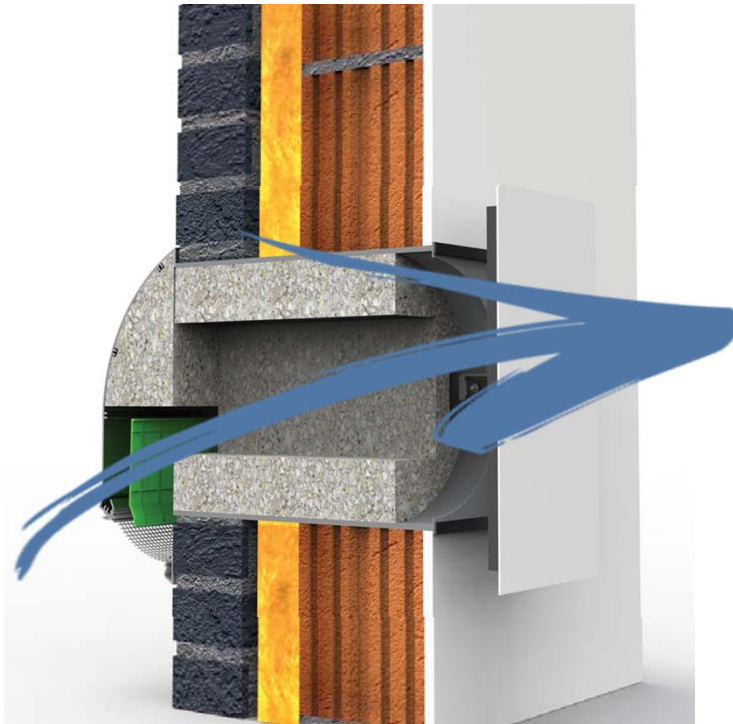


Perte thermique
par transmission

Transfert de chaleur
au travers des parois

Maintien des espaces
à température

Éléments principaux du calcul



Perte thermique par renouvellement d'air

Réchauffage d'air froid qui entre dans les espaces

Maintien des espaces à température

Éléments principaux du calcul



Puissance de
préchauffage
supplémentaire

Augmentation
de la température
dans les espaces

Eau chaude sanitaire



NBN EN 12831-3:2017

Pas encore
d'annexe nationale

Plan de l'exposé

Introduction

Outil de calcul et données de base

Perte thermique par transmission

Perte thermique par renouvellement d'air

Puissance de préchauffage supplémentaire

Charge thermique nominale

Outil de calcul

Berekening van de ontwerpwarmtebelasting van gebouwen
NBN EN 12831-1 ANB:2020 - Bijlage NB

Ontwikkeld in het kader van het Belgische project "KMO - normenantenne"

Bezoek onze website : <http://www.wtcb.be>

Het WTCB kan niet verantwoordelijk gesteld worden voor de ingevoerde gegevens, noch voor het verkeerde gebruik van de software of de verkeerde resultaten die eruit zouden voortkomen.



Calcul des déperditions calorifiques de base des bâtiments
NBN EN 12831-1 ANB:2020 - Annexe NB

Développé dans le cadre du projet belge "PME - antenne normes"

Visitez notre site web : <http://www.cstc.be>

Le CSTC ne peut être tenu responsable des données introduites, de la mauvaise utilisation du programme ou des erreurs qui en résulteraient.

Versie - Version 2.1 (2020)

Feuille de calcul au format Excel

- www.cstc.be
 - Outils de calcul

Outil de calcul





Navigation par onglets

- Accueil
- Informations générales
- Résultats du calcul
- Infos sur les espaces
- Infos sur les parois
- Infos sur la ventilation
- Préchauffage
- Pertes par transmission



Outil de calcul / Data


Français
Nouveau calcul 

Données administratives

Calcul de la charge thermique nominale
NBN EN 12831-1 ANB:2020 - Annexe NB


| Références | |
|-------------|---------------------|
| Dossier | 2019-CH-0214 |
| Nom | Dupont - Dubois |
| Adresse | Rue du Labrador, 10 |
| Commune | 1000 Bruxelles |
| Commentaire | |
| Date | 13-01-2020 |

| Bâtiment | |
|--------------------|---------------------|
| Adresse | Chaussée de Chastre |
| Commune | 5140 Sombrefe |
| Entité de bâtiment | Maison unifamiliale |
| Commentaire | |

| Installateur | |
|--------------|---------------------------|
| Nom | OH-KAY Plumbing & Heating |
| Adresse | |
| Commune | |
| Commentaire | |

Choix de la langue

- Français
- Allemand
- Néerlandais
- Anglais



Français

Français

Nederlands

Introduction des données

Uniquement dans les cellules orange

Ne rien indiquer dans les autres cellules

Les cellules de calcul ne sont pas modifiables

| Références | |
|-------------|---------------------|
| Dossier | 2019-CH-0214 |
| Nom | Dupont - Dubois |
| Adresse | Rue du Labrador, 10 |
| Commune | 1000 Bruxelles |
| Commentaire | |
| | Date |
| | 13-01-2020 |

Outil de calcul / Data

 Français Nouveau calcul 

Données administratives

Calcul de la charge thermique nominale NBN EN 12831-1 ANB:2020 - Annexe NB

Références

| | | | |
|-------------|---------------------|------|------------|
| Dossier | 2019-CH-0214 | Date | 13-01-2020 |
| Nom | Dupont - Dubois | | |
| Adresse | Rue du Labrador, 10 | | |
| Commune | 1000 Bruxelles | | |
| Commentaire | | | |

Bâtiment

| | |
|--------------------|---------------------|
| Adresse | Chaussée de Chastre |
| Commune | 5140 Sombrefe |
| Entité de bâtiment | Maison unifamiliale |
| Commentaire | |

Installateur

| | |
|-------------|---------------------------|
| Nom | OH-KAY Plumbing & Heating |
| Adresse | |
| Commune | |
| Commentaire | |

Données
administratives
du dossier

Données nécessaires

Commune où se situe le bâtiment

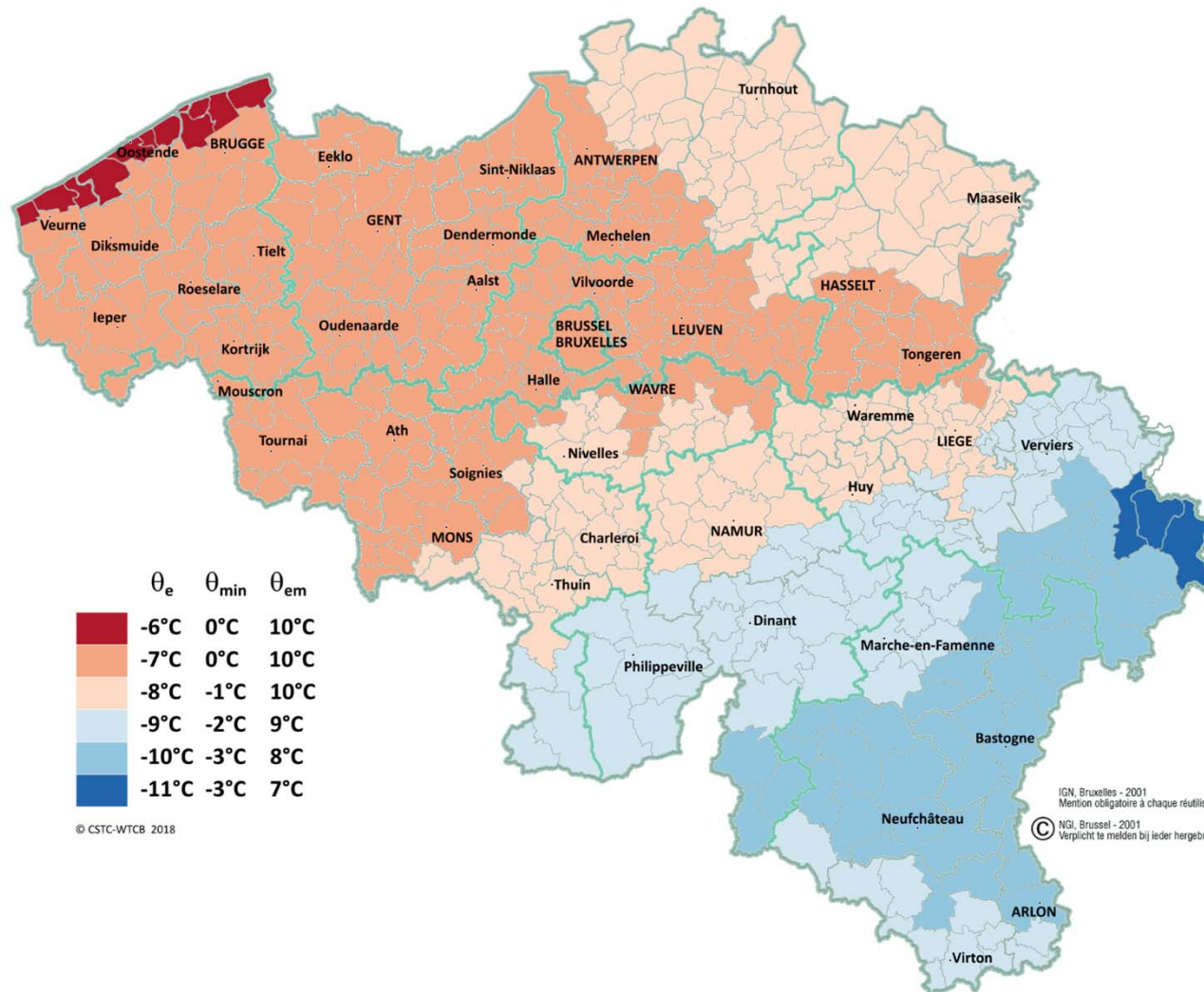
- Température extérieure de base θ_e
- Température extérieure minimale moyenne du mois le plus froid θ_{min}
- Température extérieure moyenne annuelle $\theta_{e,m}$

Tableau NA.1 - Température extérieure de base θ_e , température extérieure minimale moyenne du mois le plus froid θ_{min} et température extérieure moyenne annuelle $\theta_{e,m}$

| Code postal | Commune | θ_e °C | θ_{min} °C | $\theta_{e,m}$ °C |
|-------------|----------------|------------------|----------------------|----------------------|
| 9300 | Aalst | -7 | 0 | 10 |
| 9880 | Aalter | -7 | 0 | 10 |
| 3200 | Aarschot | -7 | 0 | 10 |
| 2630 | Aartselaar | -7 | 0 | 10 |
| 1790 | Affligem | -7 | 0 | 10 |
| 6250 | Aiseau-Presles | -8 | -1 | 10 |
| 3570 | Alken | -7 | 0 | 10 |

| Code postal | Commune | θ_e °C | θ_{min} °C | $\theta_{e,m}$ °C |
|-------------|--------------|------------------|----------------------|----------------------|
| 1547 | Bever | -7 | 0 | 10 |
| 9120 | Beveren | -7 | 0 | 10 |
| 4610 | Beyne-Heusay | -9 | -2 | 9 |
| 3360 | Bierbeek | -7 | 0 | 10 |
| 5555 | Bièvre | -10 | -3 | 8 |
| 3740 | Bilzen | -7 | 0 | 10 |
| 7130 | Binche | -8 | -1 | 10 |

Température extérieure de base



Température extérieure de base

Température extérieure moyenne journalière qui est dépassée par le bas en moyenne une fois par an

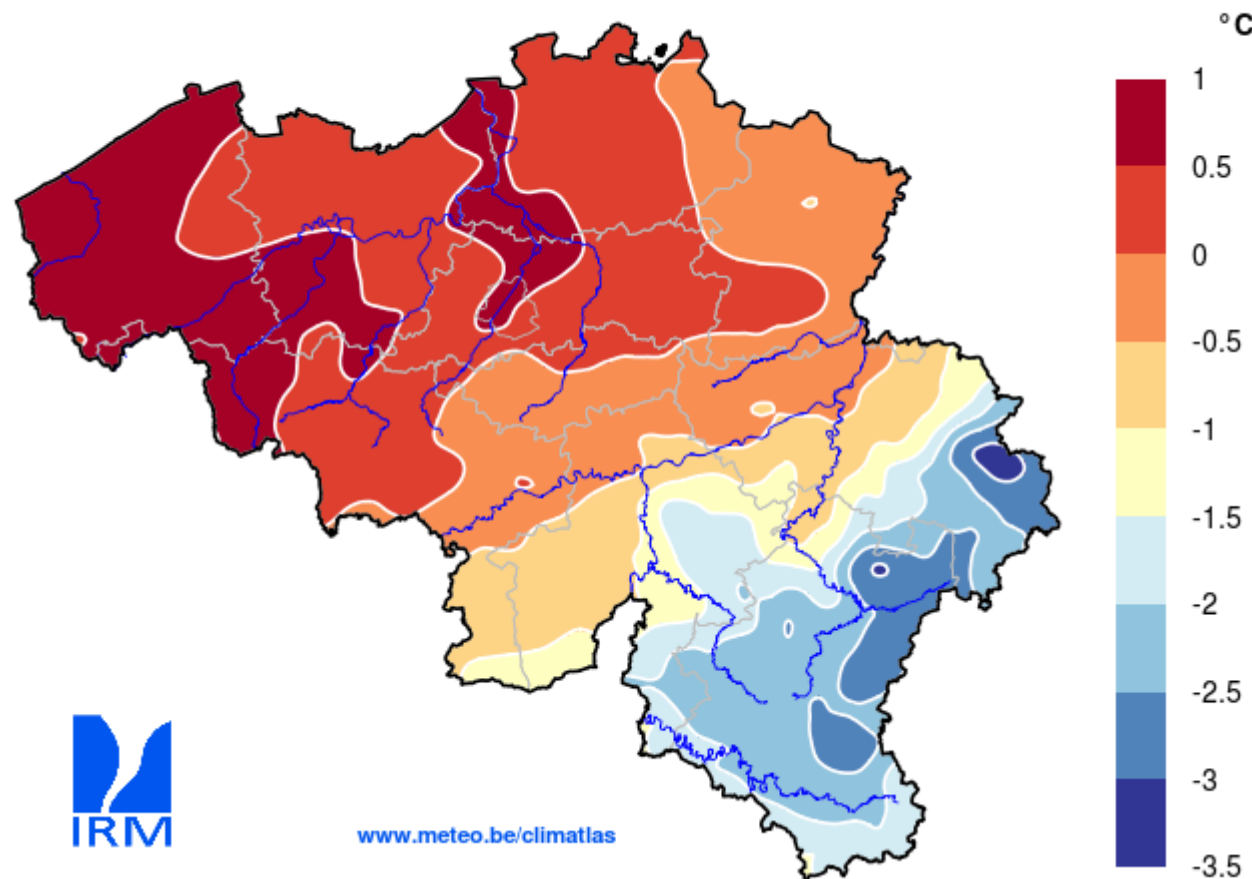
- soit donc en moyenne 20 fois en 20 ans

Vague de froid

- au moins 2 jours de suite des températures moyennes journalières inférieures à la température extérieure de base
- en moyenne une vague de froid tous les 6 ans pendant 3 jours

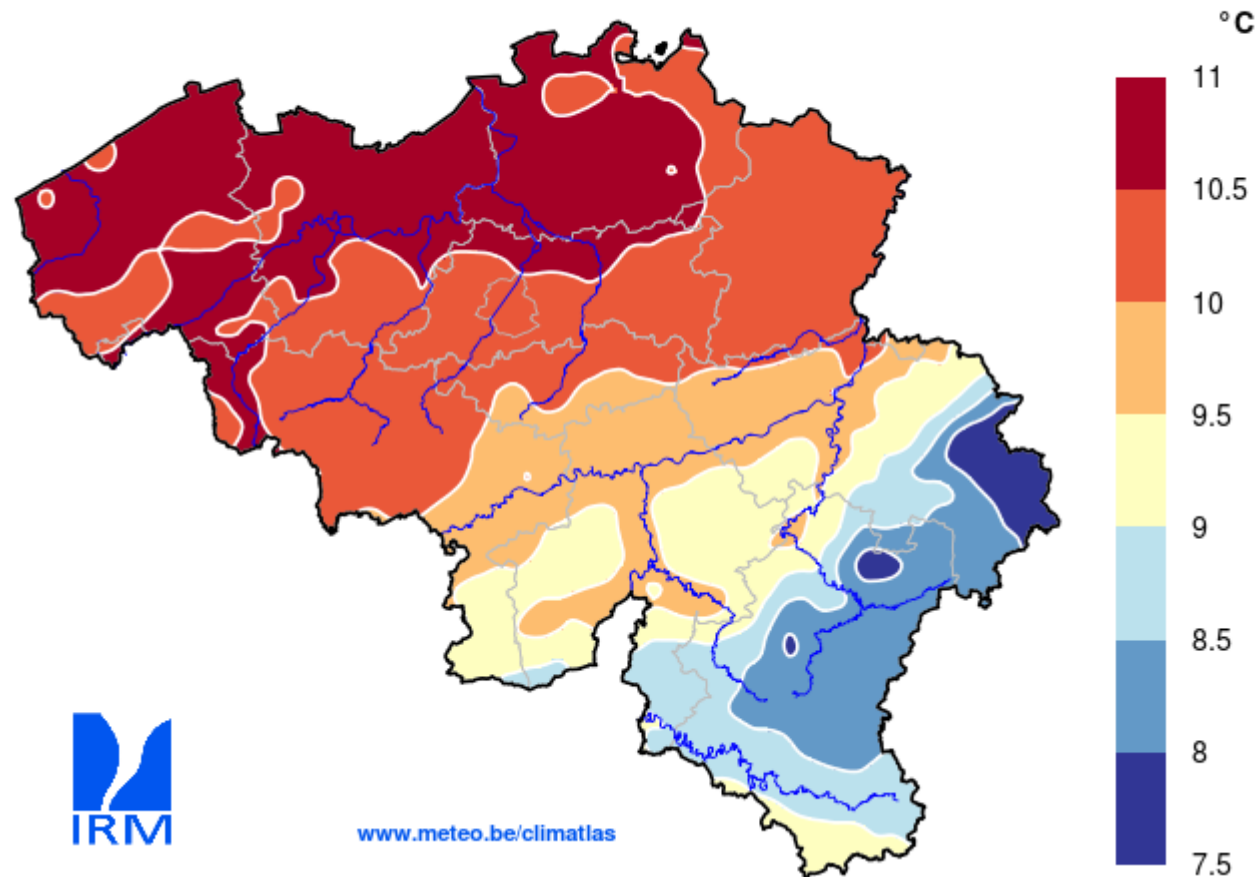
Température extérieure minimale moyenne du mois le plus froid

Températures minimales, moyennes mensuelles - février
Normales 1981 - 2010



Température extérieure moyenne annuelle

Températures, moyennes annuelles
Normales 1981 - 2010



Outil de calcul / Room

| Données relatives aux espaces | | | |
|------------------------------------|-------------------|----|------------------|
| Données climatiques | | | |
| Température extérieure de base | θ_e °C | -8 | Commune |
| Temp. min. moy. mois le plus froid | θ_{min} °C | -1 | Sombreffe |
| Température moyenne annuelle | $\theta_{e,m}$ °C | 10 | 5140 |

Rechercher une commune

Code postal

Commune

Données climatiques

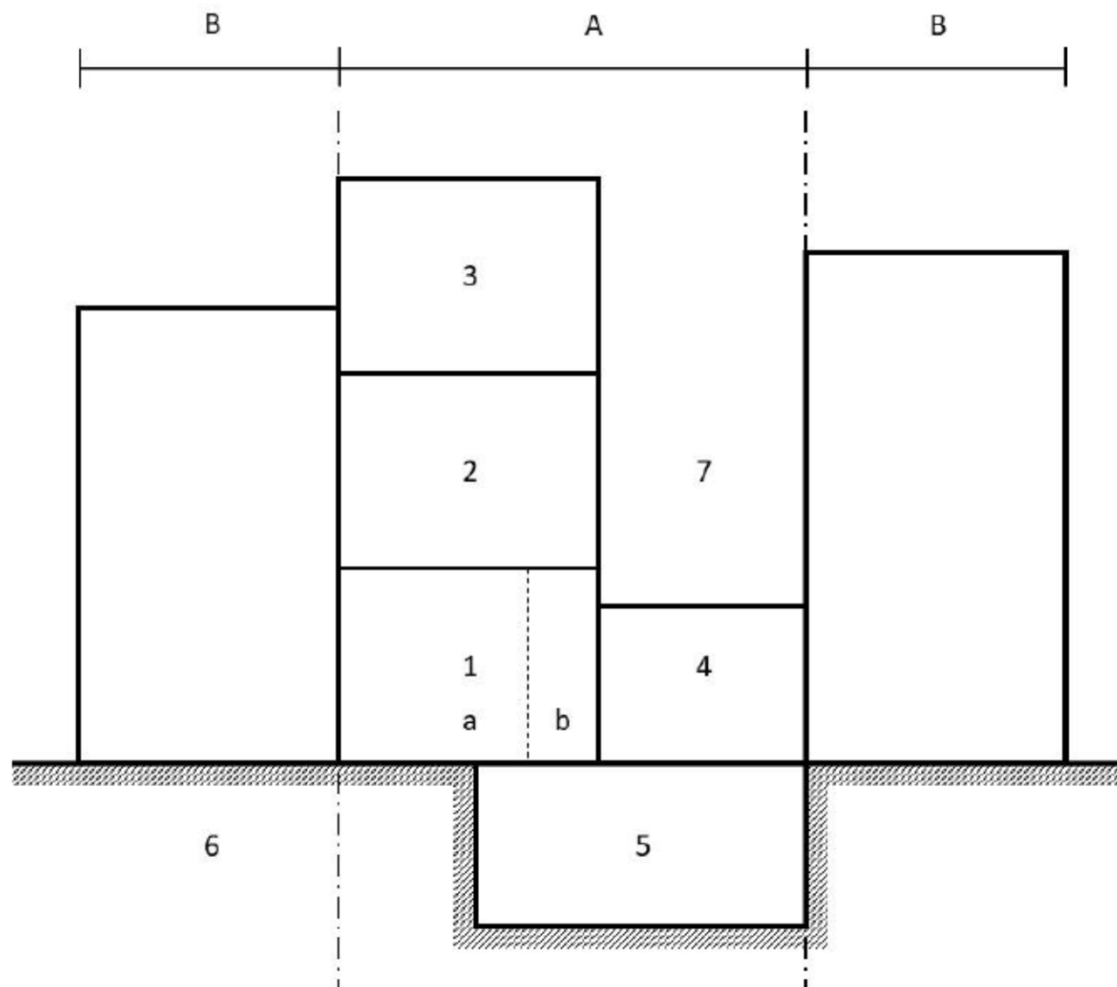
- Températures extérieures
- Moteur de recherche disponible

Données nécessaires

Données relatives au bâtiment

- Plans du bâtiment
- Entités de bâtiment adjacentes
- Bâtiments voisins
- Distinction entre espaces chauffés et espaces non chauffés
- Nom et affectation de tous les espaces chauffés
- Température intérieure de base des espaces chauffés

Terminologie



B. Bâtiment voisin

A. Bâtiment considéré

1. Entité de bâtiment considérée

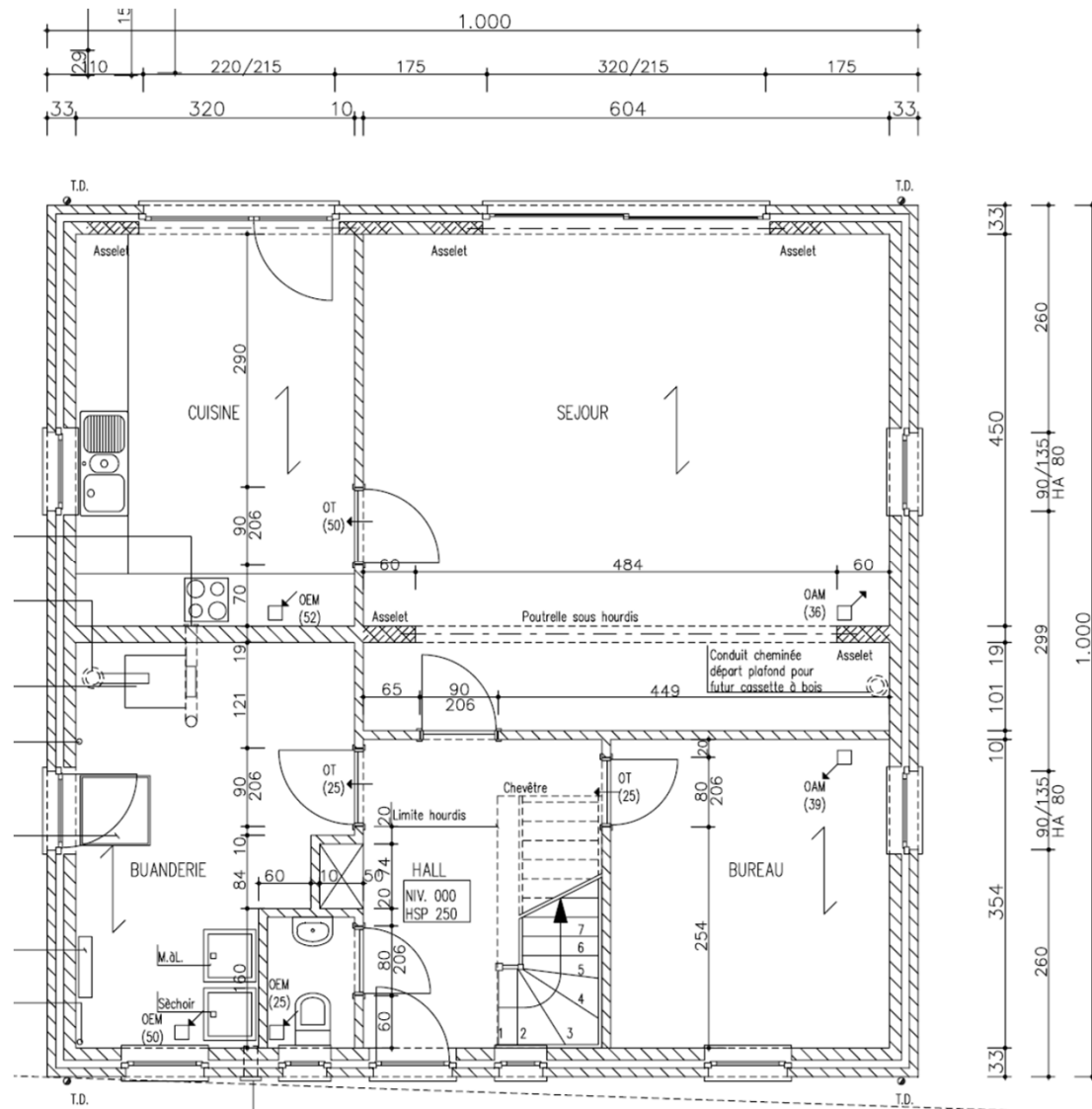
2. Entité adjacente
(p.ex. appartement, bureau)

4. Espace non chauffé
(p.ex. garage)

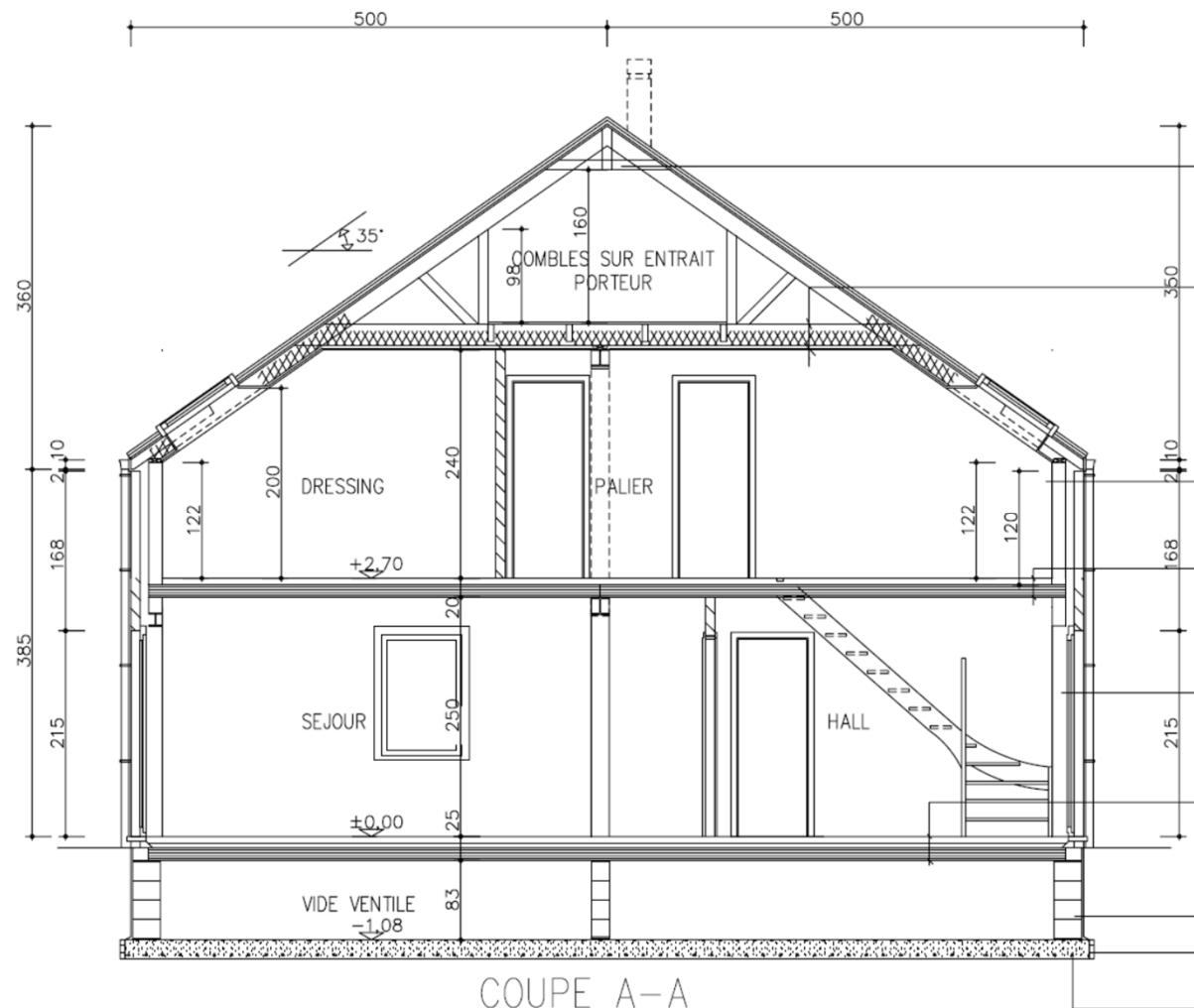
5. Espace non chauffé
(p.ex. cave)

a. b. Espaces chauffés

Plans du bâtiment



Plans du bâtiment



Température intérieure de base

Tableau NA.2 - Température intérieure de base

| Destination de l'espace | $\theta_{int,i}$ °C |
|--|------------------------|
| Espace où des gens habillés normalement sont au repos ou exercent une activité physique très légère EXEMPLE Salle de séjour, cuisine, bureau, salle de classe, cabinet de travail, chambre d'hôtel, cafétéria, restaurant, salle de réunion, salle de conférence, auditorium, espace commercial, garderie | 20 |
| Espace où des gens peu habillés ou pas habillés sont au repos ou exercent une activité physique très légère EXEMPLE Salle de bains, cabinet de consultation | 24 |
| Chambre à coucher, garde-robe (dressing) | 18 |
| Espace où des gens habillés normalement exercent une activité physique légère EXEMPLE Atelier, magasin de commerce, église, musée, galerie | 16 |
| Espace où des gens peu habillés exercent une activité physique intense EXEMPLE Salle de gymnastique, salle de sport, espace industriel | 16 |
| Espace qui ne sert que de passage ou de résidence de courte durée pour des gens habillés normalement EXEMPLE Corridor, débarras, buanderie, cage d'escalier, vestiaire, WC | 16 |
| Chaufferie | 10 |
| Espace que l'on veut uniquement garder à l'abri du gel EXEMPLE Garage | 5 |
| Espace dont la destination n'est pas déterminée | 18 |

Outil de calcul / Room

| Espaces chauffés | | |
|------------------|-----------------|---|
| | Nom de l'espace | Température de base $\theta_{int,i}$ °C |
| 1 | Cuisine | 20 |
| 2 | Séjour | 20 |
| 3 | Bureau | 20 |
| 4 | Hall | 16 |
| 5 | WC rez | 16 |
| 6 | Buanderie | 16 |
| 7 | Chambre 1 | 18 |
| 8 | Dressing | 18 |
| 9 | Chambre 2 | 18 |
| 10 | Chambre 3 | 18 |
| 11 | Palier | 16 |
| 12 | Bains | 24 |
| 13 | WC étage | 16 |
| 14 | Débarras | 16 |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |

Nom de chaque espace

- 20 espaces maximum

Température intérieure de base choisie par le client ou issue du tableau

- Ne pas oublier les espaces chauffés indirectement p.ex. wc ou débarras

Données nécessaires

Données relatives au bâtiment

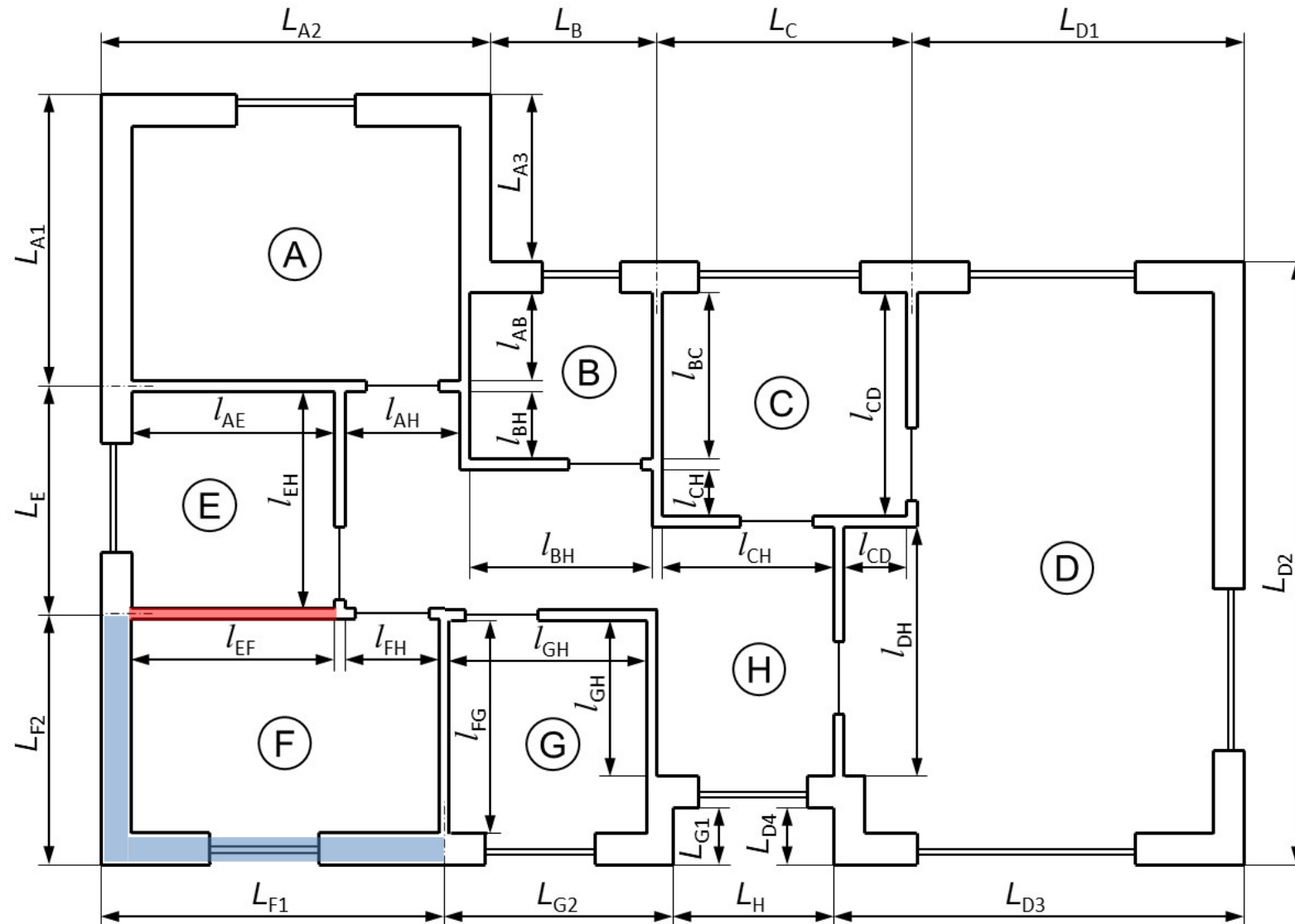
- Aire nette de plancher des espaces
- Volume interne des espaces
- Surface des différentes parois

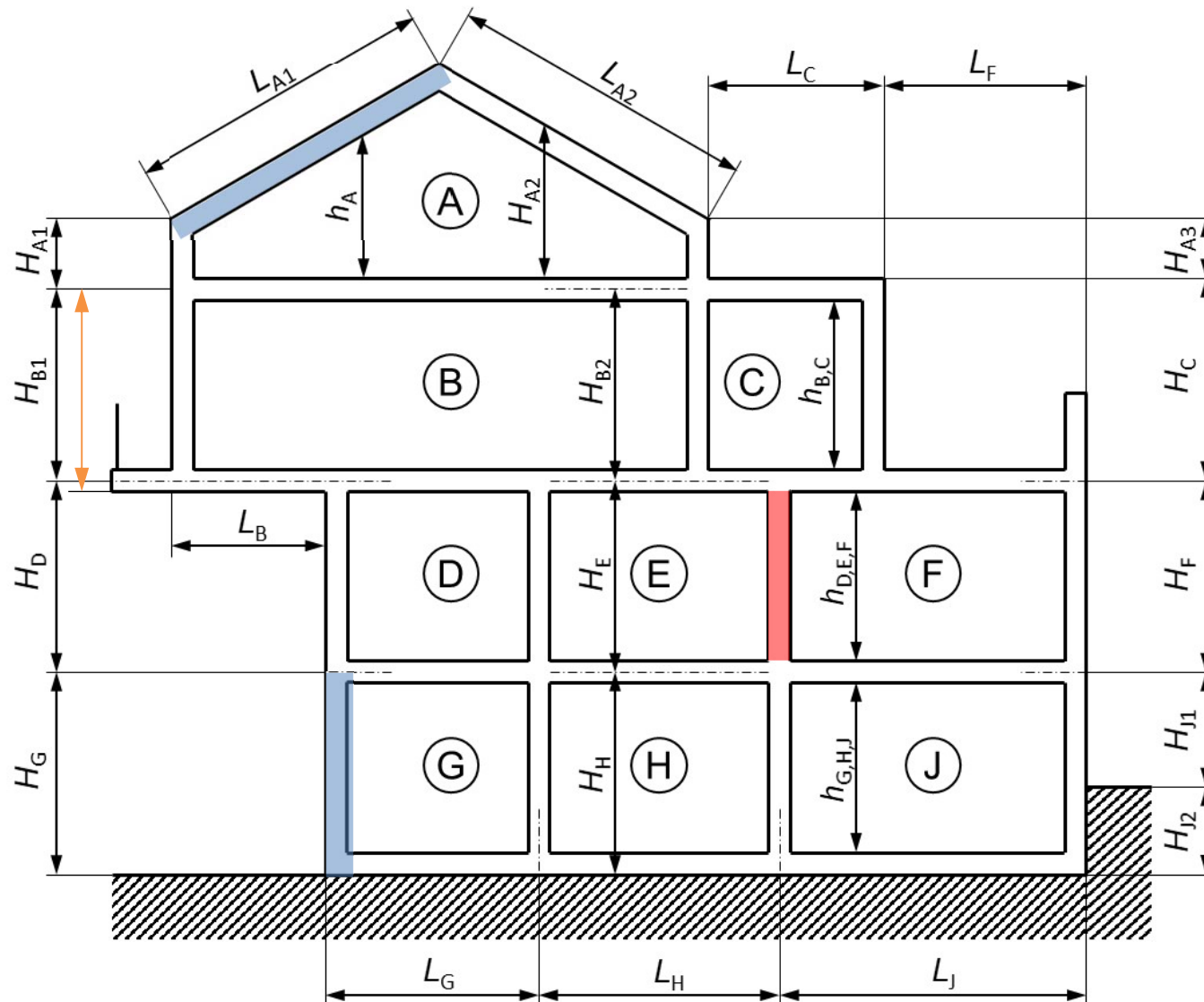
Conventions relatives aux dimensions

Parois de l'enveloppe mesurées
sur base des dimensions extérieures

- Pour deux espaces voisins,
mesure jusqu'à l'axe de la paroi commune
- Dimensions verticales mesurées
de plancher à plancher
- Portes et fenêtres mesurées sur base
des dimensions extérieures des ouvertures

Parois intérieures mesurées
sur base des dimensions intérieures





Outil de calcul / Room

| Espaces chauffés | | | | |
|------------------|-----------------|---|---|---------------------------------------|
| | Nom de l'espace | Température de base $\theta_{int,i}$ °C | Aire nette de plancher A_i m ² | Volume intérieur V_i m ³ |
| 1 | Cuisine | 20 | 14,4 | 36,0 |
| 2 | Séjour | 20 | 34,4 | 86,1 |
| 3 | Bureau | 20 | 11,3 | 28,3 |
| 4 | Hall | 16 | 10,1 | 25,2 |
| 5 | WC rez | 16 | 1,5 | 3,8 |
| 6 | Buanderie | 16 | 12,7 | 31,8 |
| 7 | Chambre 1 | 18 | 15,3 | 33,5 |
| 8 | Dressing | 18 | 8,9 | 18,8 |
| 9 | Chambre 2 | 18 | 14,4 | 31,5 |
| 10 | Chambre 3 | 18 | 14,9 | 32,7 |
| 11 | Palier | 16 | 14,6 | 32,7 |
| 12 | Bains | 24 | 12,1 | 25,8 |
| 13 | WC étage | 16 | 1,3 | 3,1 |
| 14 | Débarras | 16 | 2,0 | 4,8 |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| | Total | | 167,8 | 394,0 |

Nom de chaque espace

Température de base choisie

Aire nette de plancher

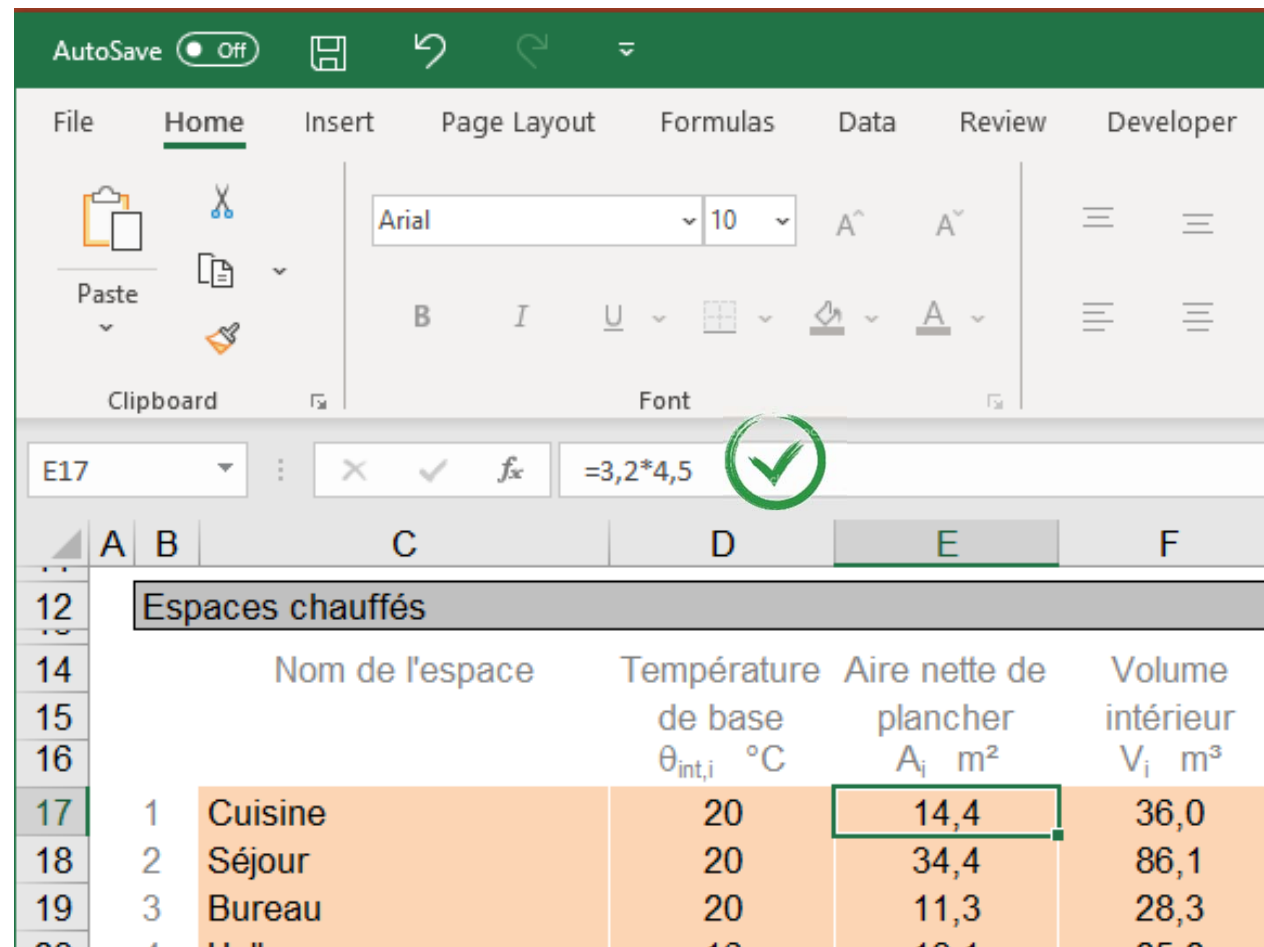
Volume intérieur (hauteur moyenne)

Outil de calcul



$$\begin{array}{r}
 573 \\
 \times 42 \\
 \hline
 1146 \\
 2292 \\
 \hline
 = 24066
 \end{array}$$

(Red X mark over the calculation)



AutoSave Off

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review Developer

Paste Font: Arial 10

Clipboard Font

E17 f_x =3,2*4,5 (Green checkmark)

| | A | B | C | D | E | F |
|----|------------------|---------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 12 | Espaces chauffés | | | | | |
| 14 | | | Nom de l'espace | Température de base | Aire nette de plancher | Volume intérieur |
| 15 | | | | $\theta_{int,i}$ °C | A_i m ² | V_i m ³ |
| 16 | | | | | | |
| 17 | 1 | Cuisine | 20 | 14,4 | 36,0 | |
| 18 | 2 | Séjour | 20 | 34,4 | 86,1 | |
| 19 | 3 | Bureau | 20 | 11,3 | 28,3 | |

Données nécessaires

Données relatives au bâtiment

- Coefficient de transmission thermique des différentes parois
- Coefficients de transmission thermique supplémentaires de couverture pour les ponts thermiques

Coefficients de transmission thermique

Calcul du niveau d'isolation thermique globale d'un bâtiment suivant NBN B62-301

| | Panels de la superficie de déperdition thermique | $A_{p,i}$ (m ²) | k_j (W/m ² /K) | A_j (m ²) | $k_j \cdot A_j$ (W/K) | $\Sigma k_j \cdot A_j$ (W/K) | η_j | $\Sigma \eta_j \cdot k_j \cdot A_j$ (W/K) |
|--------|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------|---|
| 1 | Fenêtres, coupoles, tabatières et autres parois translucides | 2 | 1,5 | 2 | 3 | 30 | 1 | 30 |
| 2 | Portes extérieures | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 6,25 | 12,5 | 1 | 12,5 |
| 3 | Murs extérieurs, façades | 13 | 0,57 | 13 | 7,4 | 42,8 | 1 | 42,8 |
| 4 | Toitures (plates ou inclinées) ou plafonds supérieurs en dessous des espaces non protégés | 30 | 0,38 | 30 | 11,4 | 30,4 | 1 | 30,4 |
| 5 | Planchers au-dessus de l'ambiance extérieure | | | | | | 1 | |
| 6 | Plancher au-dessus d'espaces voisins non à l'abri du gel | | | | | | 1 | |
| 7 | Planchers au-dessus d'espaces voisins à l'abri du gel (caves) | | | | | | 2/3 | |
| 8 | Planchers sur le sol | 30 | 0,76 | 30 | 22,8 | 60,8 | 1/3 | 20,3 |
| 9 | Murs extérieurs en contact avec le sol | | | | | | 2/3 | |
| 10 | Panels intérieurs en contact avec des espaces voisins non à l'abri du gel | | | | | | 1 | |
| 11 | Panels intérieurs en contact avec des espaces voisins à l'abri du gel | | | | | | 2/3 | |
| Totaux | $S = \Sigma A_{p,i}$ = Somme des superficies des parois transformées ou reconstruites (m ²) | 77,5 | | | | | | |
| | Superficie de déperdition $A_T = \Sigma A_j$ (m ²) | | | 26,0 | | | | $\Sigma \eta_j \cdot k_j \cdot A_j = 136,0$ (W/K) |

* La superficie des parois qui font l'objet d'une transformation ou d'une reconstruction s'inscrit dans la colonne A_j

Sources de l'information

Nouveaux bâtiments

- Cahier des charges
- Dossier PEB

Bâtiments existants

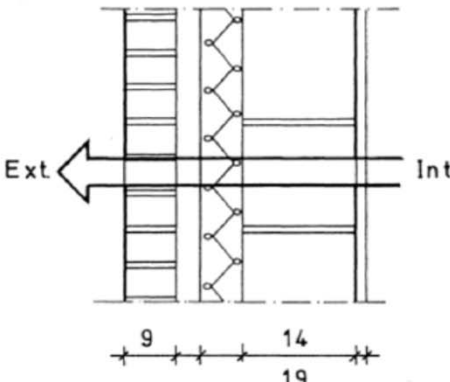
- Dossier de construction
- Formulaire du niveau K
- Calcul
- Valeurs indicatives

Catalogue de valeurs indicatives

Calcul du coefficient de transmission thermique

Fiche n° : 02
Type de paroi : Murs extérieurs



| Composition de la paroi | d (m) | λ (W/mK) | R_g, R_{ui} (m ² K/W) | R (m ² K/W) | | |
|--|------------------------------------|---------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Enduit de plâtre | 0.015 | 0.56 | | 0.03 |  | |
| Bloc de terre cuite 1200-1299 kg/m ³ | 0.14 | 0.51 | | 0.27 | | |
| Isolation thermique | | | 0.09 | 0.09 | | |
| Couche d'air peu ventilée | 0.03 | | | 0.09 | | |
| Briques de terre cuite 2000-2099 kg/m ³ | 0.09 | 1.59 | | 0.06 | | |
| Résistances thermiques d'échange aux surfaces | | | $R_{si} + R_{se}$ $R_{si} + R_{si}$ R_{si} | 0.17 | | |
| Paroi sans couche d'air ou avec une couche d'air non ou peu ventilée | | | | | | |
| Somme des résistances partielles | | | | 0.62 | | |
| Résistance de différentes épaisseurs d'isolant | | d (m) | R_{isol} (m ² K/W) | R_T (m ² K/W) | U (W/m ² K) | U_c (W/m ² K) |
| Type d'isolant : | Laine minérale (panneaux, matelas) | 0.00 | 0.00 | 0.62 | 1.62 | 1.62 |
| | Polystyrène expansé (plaques) | 0.03 | 0.60 | 1.22 | 0.82 | 0.92 |
| | Polystyrène extrudé (plaques) | 0.04 | 0.80 | 1.42 | 0.71 | 0.78 |
| | Polystyrène extrudé (plaques) | 0.06 | 1.20 | 1.82 | 0.55 | 0.60 |
| Conductivité thermique : | 0.05 (W/mK) | 0.08 | 1.60 | 2.22 | 0.45 | 0.49 |
| | | 0.10 | 2.00 | 2.62 | 0.38 | 0.41 |
| Fixation mécanique : | Oui | 0.12 | 2.40 | 3.02 | 0.33 | 0.36 |
| Fraction bois : | | 0.15 | 3.00 | 3.62 | 0.28 | 0.30 |

Ponts thermiques

Méthode simplifiée

- Pas de calcul détaillé

Tableau NA.3 — Coefficients de transmission thermique supplémentaires de couverture pour les ponts thermiques

| Critères de sélection | ΔU_{TB} W/m ² ·K |
|--|--|
| Bâtiments neufs à niveau élevé d'isolation thermique et minimisation attestée des ponts thermiques dépassant les règles de pratique généralement reconnues | 0,02 |
| Bâtiments neufs conformes aux règles de pratique généralement reconnues en matière de minimisation des ponts thermiques | 0,05 |
| Bâtiments possédant principalement une isolation thermique intérieure interrompue par des plafonds pleins (par exemple du béton armé) | 0,15 |
| Tous les autres bâtiments | 0,10 |

Outil de calcul / Wall

Données relatives aux parois

| | Description | Coefficient de transmission | | Ponts thermiques | |
|----|------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| | | U_k | W/m ² .K | ΔU_{TB} | W/m ² .K |
| 1 | Mur extérieur | 0,39 | | 0,05 | |
| 2 | Mur intérieur 14 | 1,50 | | | |
| 3 | Mur intérieur 10 | 1,87 | | | |
| 4 | Plancher rez | 0,53 | | 0,05 | |
| 5 | Plafond rez | 1,74 | | | |
| 6 | Plancher étage | 1,40 | | | |
| 7 | Plafond étage | 0,24 | | 0,05 | |
| 8 | Toiture | 0,24 | | 0,05 | |
| 9 | Fenêtre façade | 1,49 | | 0,05 | |
| 10 | Fenêtre toiture | 1,59 | | 0,05 | |
| 11 | Porte extérieure | 1,73 | | 0,05 | |
| 12 | Porte intérieure | 2,12 | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | | |
| 19 | | | | | |
| 20 | | | | | |

Description
et propriétés
des différentes
parois
et des ponts
thermiques

Plan de l'exposé

Introduction

Outil de calcul et données de base

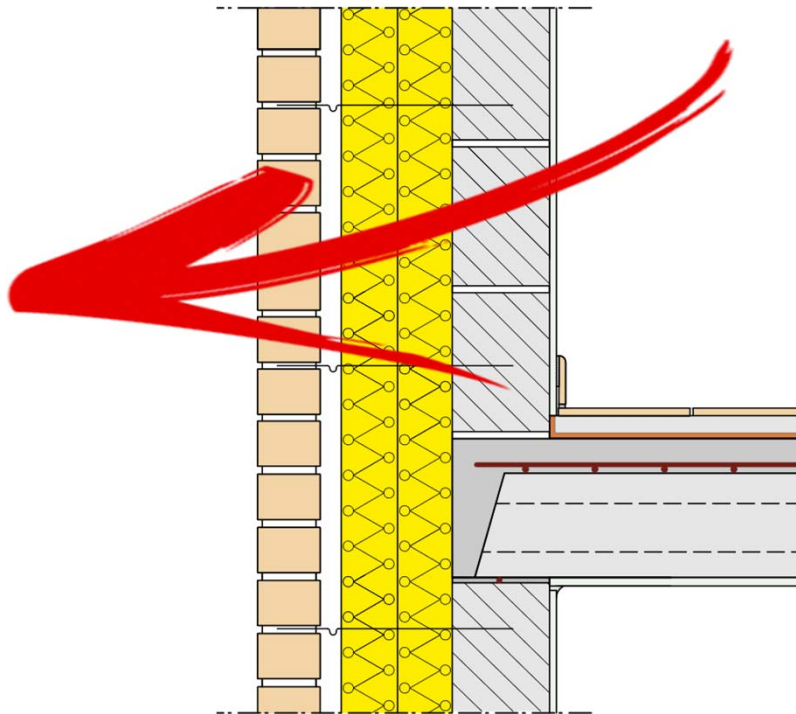
Perte thermique par transmission

Perte thermique par renouvellement d'air

Puissance de préchauffage supplémentaire

Charge thermique nominale

Éléments principaux du calcul



Perte thermique
par transmission

Transfert de chaleur
au travers des parois

Maintien des espaces
à température

Perte thermique par transmission

$$\Phi_{T,i} = (\mathbf{H}_{T,ie} + \mathbf{H}_{T,ia} + \mathbf{H}_{T,iaBE} + \mathbf{H}_{T,iae} + \mathbf{H}_{T,ig})(\theta_{int,i} - \theta_e)$$

H_T Coefficient de transfert thermique vers

- l'extérieur
- les espaces chauffés adjacents
- les entités de bâtiments adjacentes
- les espaces non chauffés et les bâtiments voisins
- le sol

Transmission vers l'extérieur

$$\Phi_{T,i} = (\mathbf{H}_{T,ie} + \mathbf{H}_{T,ia} + \mathbf{H}_{T,iaBE} + \mathbf{H}_{T,iae} + \mathbf{H}_{T,ig}) (\cancel{\theta_{int,i}} - \theta_e)$$

$$\mathbf{H}_{T,ie} = \sum_k A_k (U_k + \Delta U_{TB}) \frac{(\theta_{int,k}^* - \theta_e)}{(\cancel{\theta_{int,i}} - \theta_e)}$$

Simplification entre les deux formules

- Différence de température au numérateur et au dénominateur

Transmission vers l'extérieur

$$\mathbf{H}_{T,ie} = \sum_k A_k (U_k + \Delta U_{TB}) \frac{(\theta_{int,k}^* - \theta_e)}{(\theta_{int,i} - \theta_e)}$$

- A_k : aire (paroi k)
- U_k : Coef. de transmission thermique (paroi k)
- ΔU_{TB} : Coef. de transmission thermique supplémentaire (pont thermique)
 - Pont thermiques pris en compte vers l'extérieur uniquement

Transmission vers l'extérieur

$$\mathbf{H}_{T,ie} = \sum_k A_k (U_k + \Delta U_{TB}) \frac{(\theta_{int,k}^* - \theta_e)}{(\theta_{int,i} - \theta_e)}$$

- $\theta_{int,k}^*$ température moyenne de la surface intérieure de l'élément de bâtiment
- Hauteur sous plafond < 4 m
 - $\theta_{int,k}^* = \theta_{int,i}$
- Hauteur sous plafond \geq 4 m

$$\theta_{int,k}^* = \theta_{int,i} + G_{\theta,air,i} (h_{m,k} - 1)$$

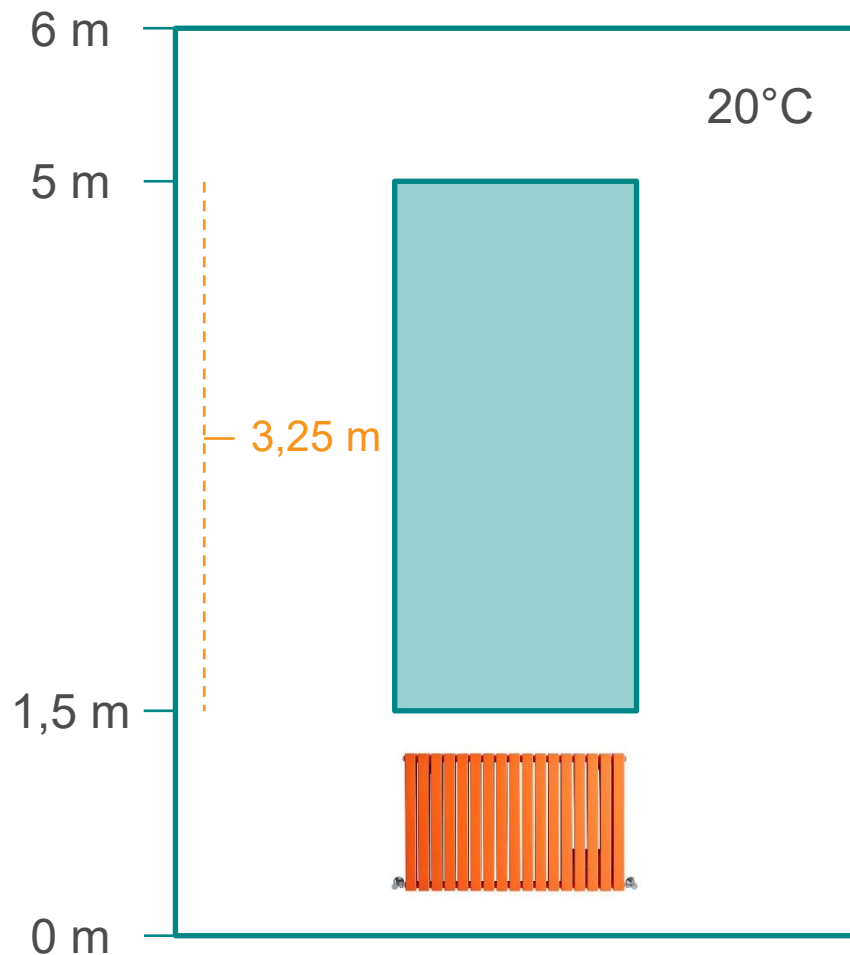
Température moyenne de la surface intérieure

| Système d'émission de chaleur | Gradient de température de l'air $G_{\theta,air,i}$ °C/m |
|--|--|
| Chauffage air chaud sans déstratification supplémentaire | 1,00 |
| Chauffage air chaud avec déstratification supplémentaire | 0,35 |
| Panneaux radiants montés au plafond | 0,35 |
| Chauffage par tubes radiants | 0,20 |
| Chauffages radiants à infrarouge | 0,20 |
| Émission de chaleur intégrée à la surface | 0,20 |
| Radiateurs | 1,00 |
| Pas de système | 0,00 |

$$\theta_{int,k}^* = \theta_{int,i} + G_{\theta,air,i} (h_{m,k} - 1)$$

- $G_{q,air,i}$ gradient de température de l'air du système d'émission de chaleur utilisé
- $h_{m,k}$ hauteur moyenne au-dessus du niveau du plancher de l'élément de bâtiment

Espace de 6 m sous plafond



- **Plafond**

$$\theta_{int}^* = 20 + 1 (6 - 1) = 25^{\circ}\text{C}$$

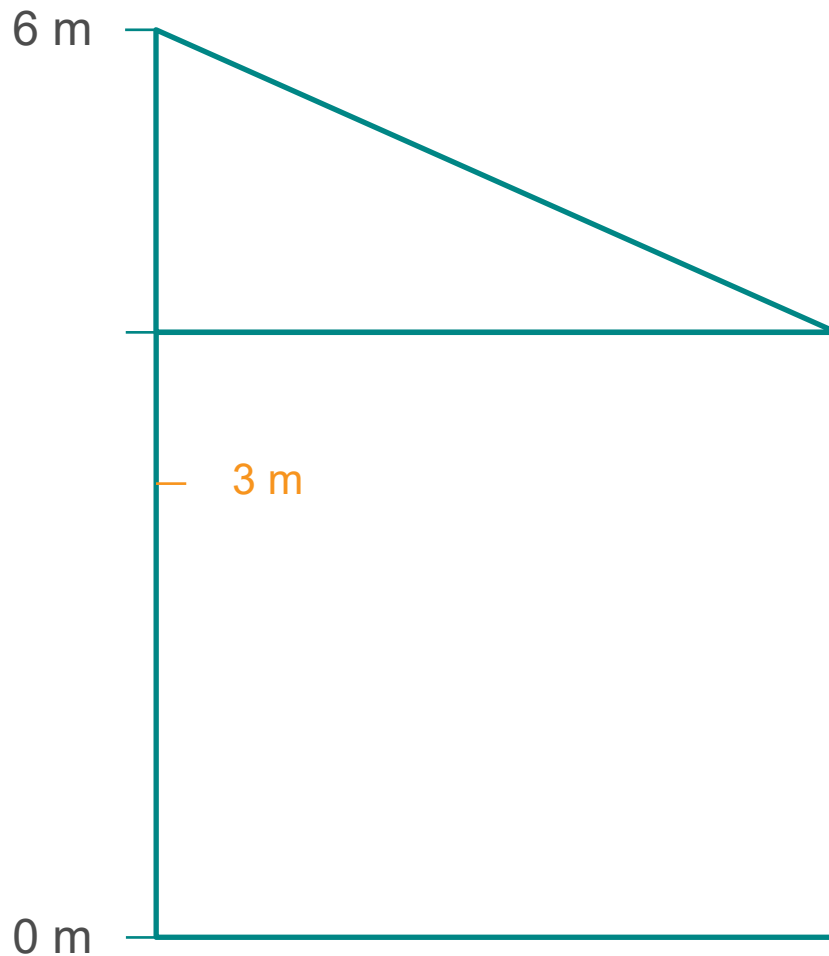
- **Fenêtre**

$$\theta_{int}^* = 20 + 1 (3,25 - 1) = 22,25^{\circ}\text{C}$$

- **Plancher**

$$\theta_{int}^* = 20 + 1 (0 - 1) = 19^{\circ}\text{C}$$

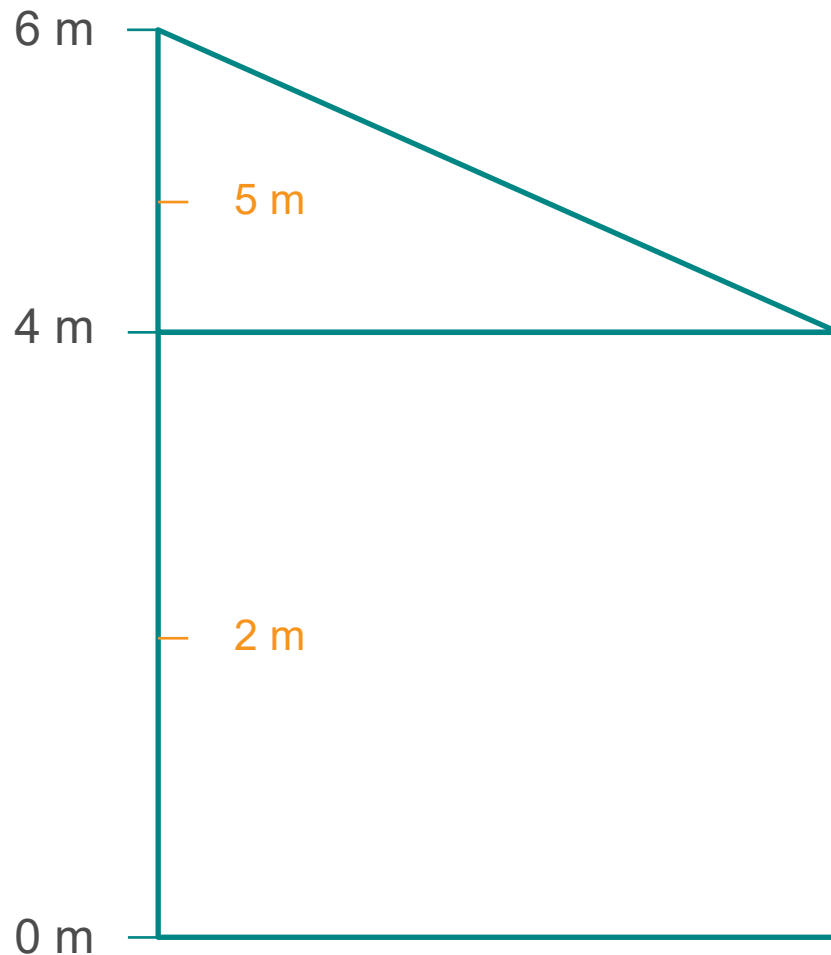
Calcul de la hauteur moyenne



Approche simple

- Moyenne entre le point le plus bas et le point le plus haut
 $h_{m,k} = 3 \text{ m}$

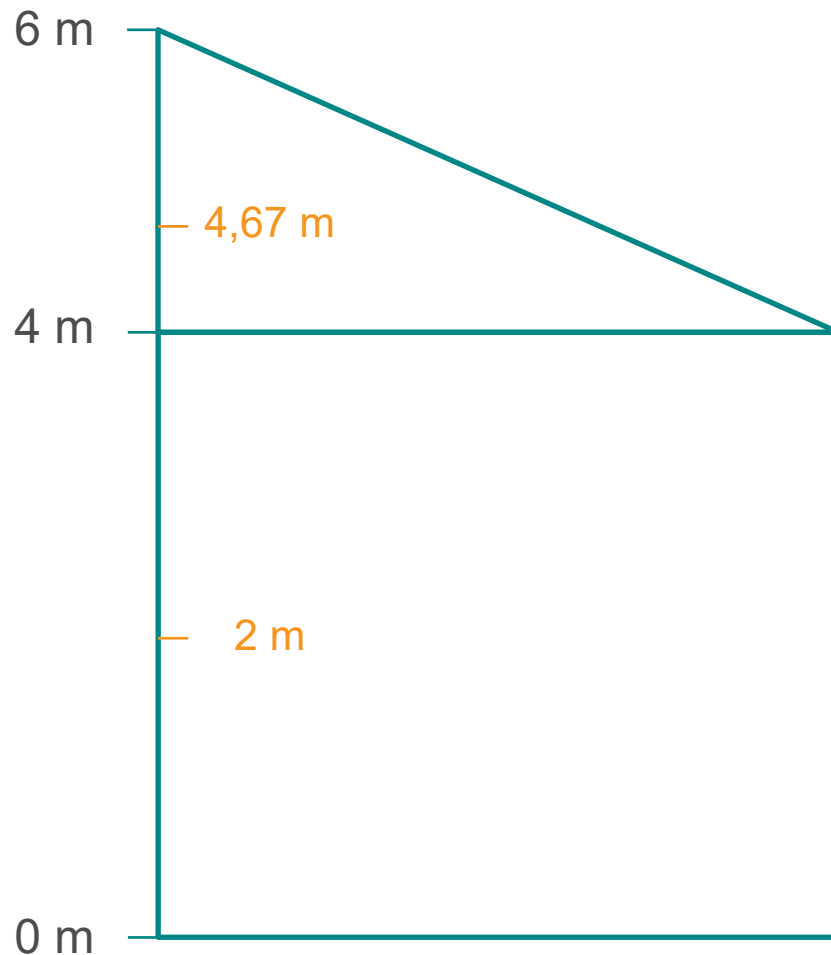
Calcul de la hauteur moyenne



Approche simple

- **Surface décomposée**
 - triangle $h_{m,k} = 5 \text{ m}$
 - rectangle $h_{m,k} = 2 \text{ m}$
- **Pour chacune**
 - moyenne entre le point le plus bas et le point le plus haut

Calcul de la hauteur moyenne

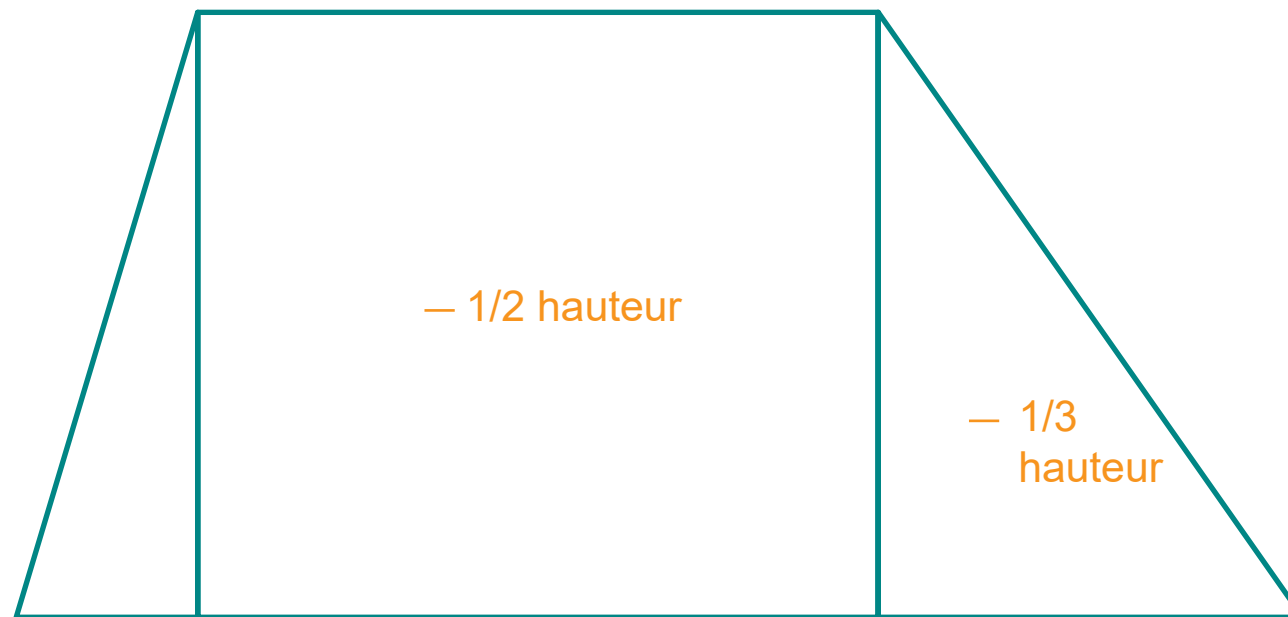


Approche rigoureuse

- Surface décomposée
- Hauteur pondérée par la surface
 - triangle $h_{m,k} = 4,67$ m
(1/3 de la hauteur)
 - rectangle $h_{m,k} = 2$ m

Calcul de la hauteur moyenne

Décomposition d'un trapèze



Outil de calcul / Room

- Système d'émission de chaleur pour chaque espace

| Espaces chauffés | | | | | |
|------------------|-----------------|---|---|---------------------------------------|-------------------------------|
| | Nom de l'espace | Température de base $\theta_{int,i}$ °C | Aire nette de plancher A_p m ² | Volume intérieur V_i m ³ | Système d'émission de chaleur |
| 17 | 1 Cuisine | 20 | 14.4 | 36.0 | RH Radiateurs |
| 18 | 2 Séjour | 20 | 34.4 | 86.1 | RH Radiateurs |
| 19 | 3 Bureau | 20 | 11.3 | 28.3 | RH Radiateurs |
| 20 | 4 Hall | 16 | 10.1 | 25.2 | RH Radiateurs |
| 21 | 5 WC rez | 16 | 1.5 | 3.8 | NS Pas de chauffage |
| 22 | 6 Buanderie | 16 | 12.7 | 31.8 | RH Radiateurs |
| 23 | 7 Chambre 1 | 18 | 15.3 | 33.5 | RH Radiateurs |
| 24 | 8 Dressing | 18 | 8.9 | 18.8 | RH Radiateurs |
| 25 | 9 Chambre 2 | 18 | 14.4 | 31.5 | RH Radiateurs |
| 26 | 10 Chambre 3 | 18 | 14.9 | 32.7 | RH Radiateurs |
| 27 | 11 Palier | 16 | 14.6 | 32.7 | RH Radiateurs |
| 28 | 12 Bains | 24 | 12.1 | 25.8 | RH Radiateurs |
| 29 | 13 WC étage | 16 | 1.3 | 3.1 | NS Pas de chauffage |
| 30 | 14 Débarras | 16 | 2.0 | 4.8 | NS Pas de chauffage |
| 31 | 15 | | | | |
| 32 | 16 | | | | |
| 33 | 17 | | | | |
| 34 | 18 | | | | |
| 35 | 19 | | | | |
| 36 | 20 | | | | |
| 37 | | Total | 167.8 | 394.0 | |

| | |
|----|------------------------------|
| RH | Radiateurs |
| FH | Chauffage par le sol |
| WH | Chauffage par les murs |
| AS | Air sans déstratification |
| AD | Air avec déstratification |
| CP | Panneaux radiants au plafond |
| LR | Radiants à infrarouge |
| RT | Tubes radiants |
| NS | Pas de chauffage |

Perte thermique par transmission

$$\Phi_{T,i} = (\mathbf{H}_{T,ie} + \mathbf{H}_{T,ia} + \mathbf{H}_{T,iaBE} + \mathbf{H}_{T,iae} + \mathbf{H}_{T,ig})(\theta_{int,i} - \theta_e)$$

H_T Coefficient de transfert thermique vers

- l'extérieur
- les espaces chauffés adjacents
- les entités de bâtiments adjacentes
- les espaces non chauffés et les bâtiments voisins
- le sol

Transmission vers les espaces chauffés adjacents

$$\mathbf{H}_{T,ia} = \sum_j \sum_k A_k U_k \frac{(\theta_{int,k}^* - \theta_{int,j})}{(\theta_{int,i} - \theta_e)}$$

Par exemple de la salle de bains (24°C)
vers la buanderie (16°C)

- **A compter dans les 2 sens**
 - Perte thermique pour la salle de bains
 - Gain thermique pour la buanderie

Perte thermique par transmission

$$\Phi_{T,i} = (\mathbf{H}_{T,ie} + \mathbf{H}_{T,ia} + \mathbf{H}_{T,iaBE} + \mathbf{H}_{T,iae} + \mathbf{H}_{T,ig})(\theta_{int,i} - \theta_e)$$

H_T Coefficient de transfert thermique vers

- l'extérieur
- les espaces chauffés adjacents
- les entités de bâtiments adjacentes
- les espaces non chauffés et les bâtiments voisins
- le sol

Transmission vers entités de bâtiments adjacentes

$$\mathbf{H}_{T,iaBE} = \sum_n \sum_k A_k U_k \frac{(\theta_{int,k}^* - \theta_{u,n})}{(\theta_{int,i} - \theta_e)}$$

- $\theta_{u,n}$ température intérieure de l'entité de bâtiment adjacente

Température intérieure des entités de bâtiment adjacentes

NA.5.4 Température intérieure des entités de bâtiment adjacentes

La température intérieure des entités de bâtiment adjacentes qui sont considérées comme non chauffées (θ_u) est égale à la température extérieure moyenne annuelle ($\theta_{e,m}$).

Dimensionnement de la chaudière ou des radiateurs d'un appartement

- Les autres appartements
sont considérés comme non chauffés

Dimensionnement de la chaudière du bâtiment

- Tous les appartements
sont considérés comme chauffés

Outil de calcul / Room

Entités de bâtiment adjacentes

| | Nom de l'espace | θ_u °C |
|---|---------------------|---------------|
| 1 | Appartement étage 2 | 10 |
| 2 | Magasin étage 0 | 10 |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

Perte thermique par transmission

$$\Phi_{T,i} = (\mathbf{H}_{T,ie} + \mathbf{H}_{T,ia} + \mathbf{H}_{T,iaBE} + \mathbf{H}_{T,iae} + \mathbf{H}_{T,ig})(\theta_{int,i} - \theta_e)$$

H_T Coefficient de transfert thermique vers

- l'extérieur
- les espaces chauffés adjacents
- les entités de bâtiments adjacentes
- les espaces non chauffés et les bâtiments voisins
- le sol

Température intérieure des espaces non chauffés

Tableau NA.4 - Température intérieure des espaces non chauffés

| Espace non chauffé | θ_{ae} °C |
|---|--|
| Espace ouvert sur l'extérieur (aire des ouvertures/volume de l'espace > 0,005 m ² /m ³) | θ_e |
| Espace sous toiture avec toiture isolée avec toiture non isolée | θ_{min} θ_e |
| Sous-sol (> 70% de l'aire des murs extérieurs en contact avec le sol) sans fenêtre ni porte extérieure avec fenêtres ou portes extérieures | $\theta_{e,m}$ θ_{min} |
| Vide sanitaire | θ_{min} |
| Autre espace sans mur extérieur avec seulement 1 mur extérieur avec 2 murs extérieurs et sans porte extérieure avec 2 murs extérieurs et avec au moins 1 porte extérieure avec 3 murs extérieurs ou plus | $\theta_{e,m}$ $\theta_{e,m}$ $\theta_{e,m}$ θ_{min} θ_{min} |

Température intérieure des bâtiments voisins

Tableau NA.5 - Température intérieure des bâtiments voisins

| Bâtiment voisin | θ_{ae} °C |
|--|---------------------|
| Habité | $\theta_{e,m}$ |
| Non habité, normalement isolé et pas ou peu aéré | θ_{min} |
| Non habité, pas isolé ou fortement aéré | θ_e |

Transmission vers les espaces non chauffés et les bâtiments voisins

$$\mathbf{H}_{T,iae} = \sum_p \sum_k A_k U_k \frac{(\theta_{int,k}^* - \theta_{ae,p})}{(\theta_{int,i} - \theta_e)}$$

- $\theta_{ae,p}$ température intérieure de l'espace non chauffé ou du bâtiment voisin

Outil de calcul / Room

| Espaces non chauffés / Bâtiments voisins | | |
|--|-----------------------|------------------|
| | Nom de l'espace | θ_{ae} °C |
| 1 | Vide ventilé | -1 |
| 2 | Combles | -8 |
| 3 | Garage ouvert | -8 |
| 4 | Maison voisine gauche | 10 |
| 5 | | |

Perte thermique par transmission

$$\Phi_{T,i} = (\mathbf{H}_{T,ie} + \mathbf{H}_{T,ia} + \mathbf{H}_{T,iaBE} + \mathbf{H}_{T,iae} + \mathbf{H}_{T,ig})(\theta_{int,i} - \theta_e)$$

H_T Coefficient de transfert thermique vers

- l'extérieur
- les espaces chauffés adjacents
- les entités de bâtiments adjacentes
- les espaces non chauffés et les bâtiments voisins
- le sol

Transmission vers le sol

$$\mathbf{H}_{T,ig} = f_{\theta_{ann}} f_{GW} \sum_k A_k U_k \frac{(\theta_{int,k}^* - \theta_{e,m})}{(\theta_{int,i} - \theta_e)}$$

- $\theta_{e,m}$ température extérieure moyenne annuelle
- $f_{q_{ann}}$ facteur de correction tenant compte de la variation annuelle de la température extérieure
 - 1,45
- f_{GW} facteur de correction tenant compte de l'influence de l'eau souterraine
 - 1,15

Outil de calcul / Room

| Extérieur | | | | |
|-----------|-----------------|---------------|--|--|
| | Nom de l'espace | θ_e °C | | |
| 1 | Extérieur | -8 | | |

| Sol | | | | |
|-----|-----|---------------|------------|----------|
| | | θ_g °C | f_{qann} | f_{GW} |
| 1 | Sol | 10 | 1.45 | 1.15 |

| Entités de bâtiment adjacentes | | |
|--------------------------------|---------------------|---------------|
| | Nom de l'espace | θ_u °C |
| 1 | Appartement étage 2 | 10 |
| 2 | Magasin étage 0 | 10 |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

| Espaces non chauffés / Bâtiments voisins | | |
|--|-----------------------|------------------|
| | Nom de l'espace | θ_{ae} °C |
| 1 | Vide ventilé | -1 |
| 2 | Combles | -8 |
| 3 | Garage ouvert | -8 |
| 4 | Maison voisine gauche | 10 |
| 5 | | |

Fin de la première partie

Suite et fin le 16 septembre