

## Partie 2/2

# 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

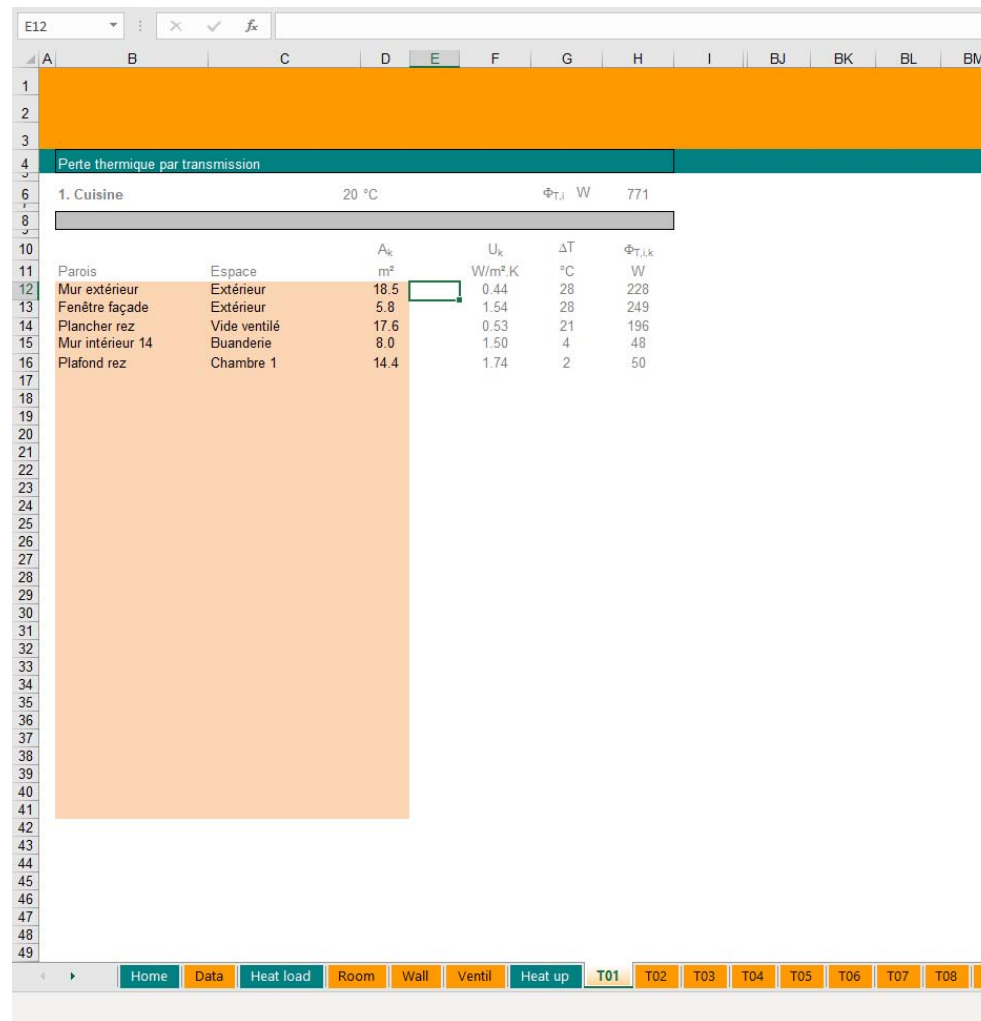
**Perte thermique par transmission**

Perte thermique par renouvellement d'air

Puissance de préchauffage supplémentaire

Charge thermique nominale

# Outil de calcul / T01 à T20



Parois	Espace	A <sub>k</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>k</sub> W/m <sup>2</sup> .K	ΔT °C	Φ <sub>T,i,k</sub> W
Mur extérieur	Extérieur	18.5	0.44	28	228
Fenêtre façade	Extérieur	5.8	1.54	28	249
Plancher rez	Vide ventilé	17.6	0.53	21	196
Mur intérieur 14	Buanderie	8.0	1.50	4	48
Plafond rez	Chambre 1	14.4	1.74	2	50

Un onglet  
par espace

- T1 = Espace 1
- T2 = Espace 2
- ...

# Outil de calcul / T01 à T20

Perte thermique par transmission						
4						
6	1. Cuisine		20 °C	$\Phi_{T,i}$ W	771	
8						
10			$A_k$	$U_k$	$\Delta T$	$\Phi_{T,i,k}$
11	Parois	Espace	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> .K	°C	W
12	Mur extérieur	Extérieur	18.5	0.44	28	228
13	Fenêtre façade	Extérieur	5.8	1.54	28	249
14	Plancher rez	Vide ventilé	17.6	0.53	21	196
15	Mur intérieur 14	Buanderie	8.0	1.50	4	48
16	Plafond rez	Chambre 1	4.4	1.74	2	50
17		Chambre 1				
18		Dressing				
19		Chambre 2				
20		Chambre 3				
21		Palier				
22		Bains				
23		WC étage				
24		Débarras				
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						

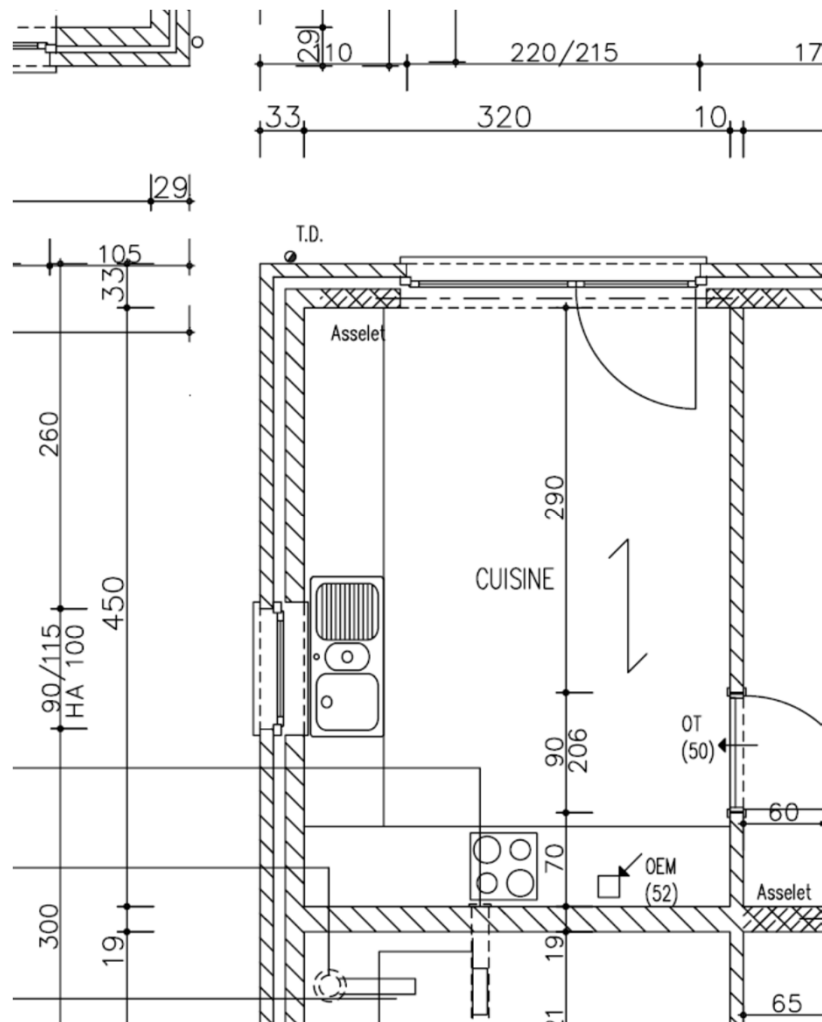
Choisir

- Parois
- Espaces
  - Listes déroulantes

Introduire

- Aire

# Exemple – T1 - Cuisine



Mur extérieur

2 fenêtres

Plancher

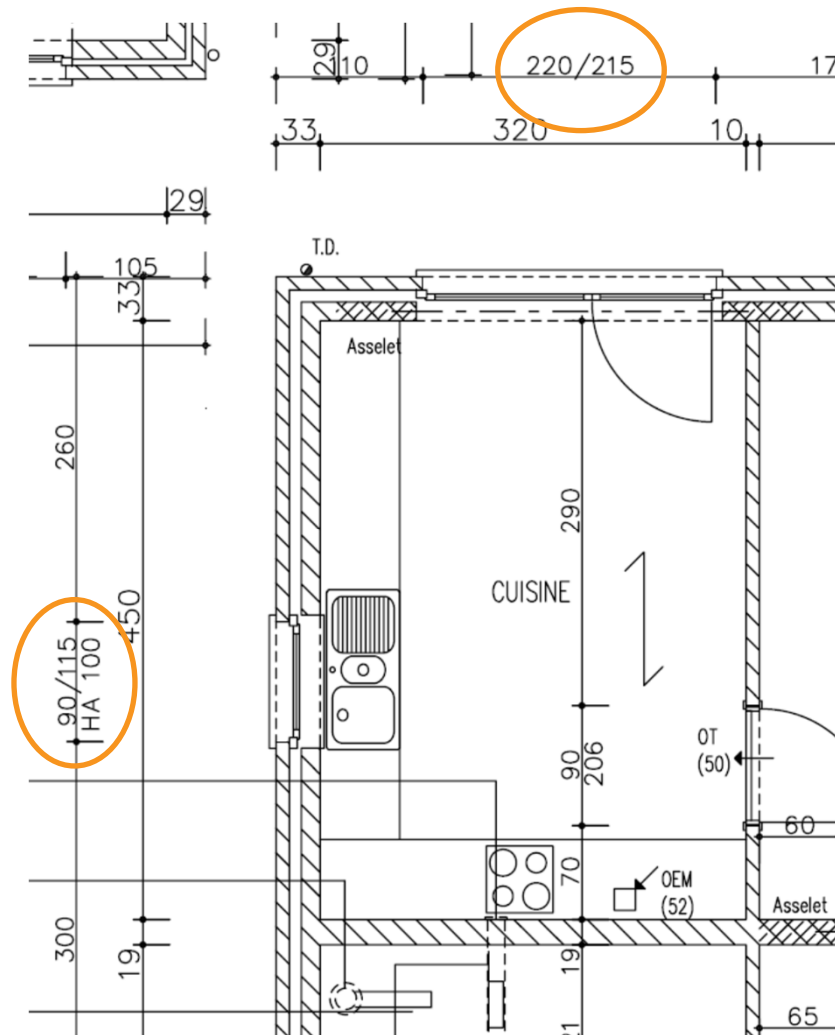
Mur intérieur 10

Porte intérieure

Mur intérieur 14

Plafond

# Exemple – T1 - Cuisine

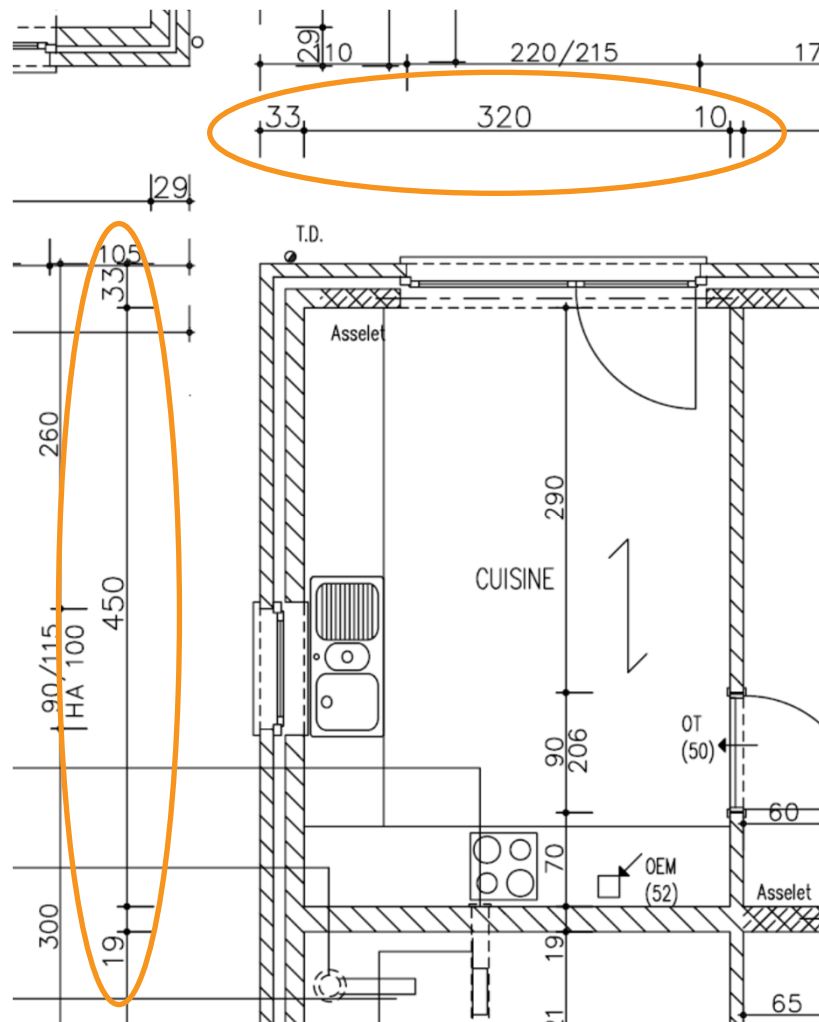


2 fenêtres

- $0.9 * 1.15 +$
- $2.2 * 2.15 =$
- $5.8 \text{ m}^2$

$$f_x = 2.2 * 2.15 + 0.9 * 1.15$$

# Exemple – T1 - Cuisine

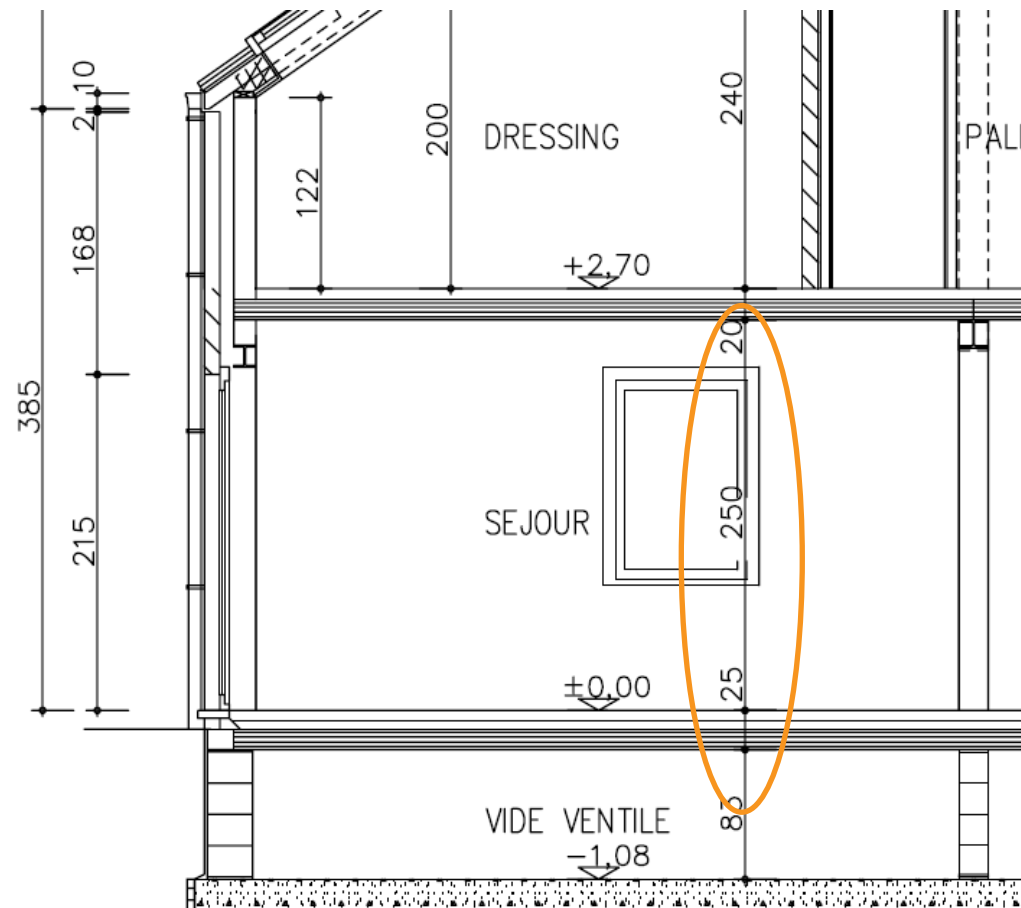


## Mur extérieur

- $(0.19/2 + 4.50 + 0.33 + 0.33 + 3.20 + 0.10/2)$ 
  - \* hauteur



# Exemple – T1 - Cuisine



## Mur extérieur

- $(0.19/2 + 4.50 + 0.33 + 0.33 + 3.20 + 0.10/2) * (0.25 + 2.50 + 0.20/2) = 24.2$
- Moins les 2 fenêtres
- = 18.5 m<sup>2</sup>

$$f_x = (0.19/2 + 4.5 + 0.33 + 0.33 + 3.2 + 0.1/2) * (0.25 + 2.5 + 0.2/2) - D13$$



# Hauteur sous plafond

Perte thermique par transmission							
1. Cuisine		20 °C		$\Phi_{T,i}$ W		911	
Parois	Espace	$A_k$ m <sup>2</sup>	$h_{m,k}$ m	$U_k$ W/m <sup>2</sup> .K	$\Delta T$ °C	$\Phi_{T,i,k}$ W	
Mur extérieur	Extérieur	18.5	2.5	0.44	30	240	
Fenêtre façade	Extérieur	5.8	3.2	1.54	30	268	
Plancher rez	Vide ventilé	17.6	0.0	0.53	20	187	
Mur intérieur 14	Buanderie	8.0	2.5	1.50	6	66	
Plafond rez	Chambre 1	14.4	5.0	1.74	6	150	

Si hauteur sous plafond  $\geq 4$  m

- Introduire la hauteur moyenne
  - Cellules activées par l'outil

# Plan de l'exposé

Introduction

Outil de calcul et données de base

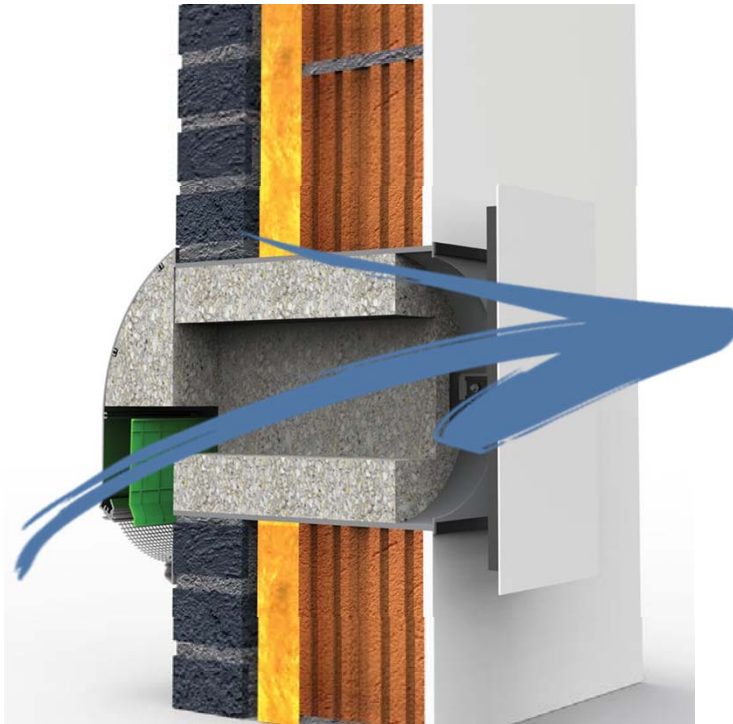
Perte thermique par transmission

**Perte thermique par renouvellement d'air**

Puissance de préchauffage supplémentaire

Charge thermique nominale

## Eléments principaux du calcul



Perte thermique par renouvellement d'air

Réchauffage d'air froid qui entre dans les espaces

Maintien des espaces à température

# Renouvellement d'air



Ventilation



Infiltration d'air

# Perte thermique par renouvellement d'air

$$\Phi_{v,i} = 0,34 \cdot$$

$$\left[ \sum_r q_{v,sup,i,r} (\theta_{int,i}^* - \theta_{rec,r}) + \sum_s q_{v,ATD,i,s} (\theta_{int,i}^* - \theta_e) + \sum_j q_{v,transfer,i,j} (\theta_{int,i}^* - \theta_{int,j}^*) + q_{v,leak,i} (\theta_{int,i}^* - \theta_e) + q_{v,inf-add,i} (\theta_{int,i}^* - \theta_e) \right] +$$

$$0,34 \cdot (\theta_{int,i}^* - \theta_e) \cdot$$

$$\max \left[ 0 ; q_{v,min,i} - \left( \sum_r q_{v,sup,i,r} + \sum_s q_{v,ATD,i,s} + \sum_j q_{v,transfer,i,j} + q_{v,leak,i} + q_{v,inf-add,i} \right) \right]$$

1. Débit d'air total d'après les calculs
2. Débit ajouté si nécessaire pour arriver au débit minimum fixé par l'ANB

# Taux minimal de renouvellement d'air

Tableau NA.8 - Taux minimal de renouvellement de l'air

Affectation	$n_{\min}$ $\text{h}^{-1}$
Bâtiment ou partie de bâtiment résidentiel	0,5
Bâtiment ou partie de bâtiment non résidentiel	0,5

S'il n'y a pas de dispositifs de ventilation

- les occupants vont ouvrir les fenêtres de temps en temps pour aérer
- ou vont faire installer la ventilation

La méthode de calcul applique la valeur minimale



# Outil de calcul / Room

- Type de chaque espace
  - Résidentiel / Non résidentiel

L31												
Espaces chauffés												
		Nom de l'espace	Température de base $\theta_{int,i}$ °C	Aire nette de plancher $A_p$ m <sup>2</sup>	Volume intérieur $V_i$ m <sup>3</sup>	Type d'espace	Système d'émission de chaleur					
17	1	Cuisine	20	14.4	36.0	RE	RH	Radiateurs				
18	2	Séjour	20	34.4	86.1	RE	RH	Radiateurs				
19	3	Bureau	20	11.3	28.3	RE	RH	Radiateurs				
20	4	Hall	16	10.1	25.2	RE	RH	Radiateurs				
21	5	WC rez	16	1.5	3.8	RE	NS	Pas de chauffage				
22	6	Buanderie	16	12.7	31.8	RE	RH	Radiateurs				
23	7	Chambre 1	18	15.3	33.5	RE	RH	Radiateurs				
24	8	Dressing	18	8.9	18.8	RE	RH	Radiateurs				
25	9	Chambre 2	18	14.4	31.5	RE	RH	Radiateurs				
26	10	Chambre 3	18	14.9	32.7	RE	RH	Radiateurs				
27	11	Palier	16	14.6	32.7	RE	RH	Radiateurs				
28	12	Bains	24	12.1	25.8	RE	RH	Radiateurs				
29	13	WC étage	16	1.3	3.1	RE	NS	Pas de chauffage				
30	14	Débarras	16	2.0	4.8	RE	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
RE	Résidentiel
NR	Non résidentiel

## Température moyenne de l'air intérieur

$\theta_{int,i}^*$  température moyenne de l'air intérieur

- Hauteur sous plafond < 4 m
  - $\theta_{int,i}^* = \theta_{int,i}$
- Hauteur sous plafond  $\geq$  4 m

$$\theta_{int,i}^* = \theta_{int,i} + G_{\theta,air,i} \left( \frac{h_i}{2} - 1 \right) - \Delta\theta_{rad}$$

# Température moyenne de l'air intérieur

$$\theta_{int,i}^* = \theta_{int,i} + G_{\theta,air,i} \left( \frac{h_i}{2} - 1 \right) - \Delta\theta_{rad}$$

Système d'émission de chaleur	Gradient de température de l'air $G_{\theta,air,i}$ °C/m	Différence entre la température de l'air et la température opérative $\Delta\theta_{rad}$ °C
Chauffage air chaud sans déstratification supplémentaire	1,00	0,0
Chauffage air chaud avec déstratification supplémentaire	0,35	0,0
Panneaux radiants montés au plafond	0,35	1,5
Chauffage par tubes radiants	0,20	1,5
Chauffages radiants à infrarouge	0,20	1,5
Émission de chaleur intégrée à la surface	0,20	1,5
Radiateurs	1,00	0,0
Pas de système	0,00	0,0

- $G_{\theta,air,i}$  gradient de température de l'air du système d'émission de chaleur utilisé
- $\Delta\theta_{rad}$  terme de correction pour tenir compte de la différence entre la température de l'air et la température opérative

# Systeme de ventilation

## Données du bâtiment

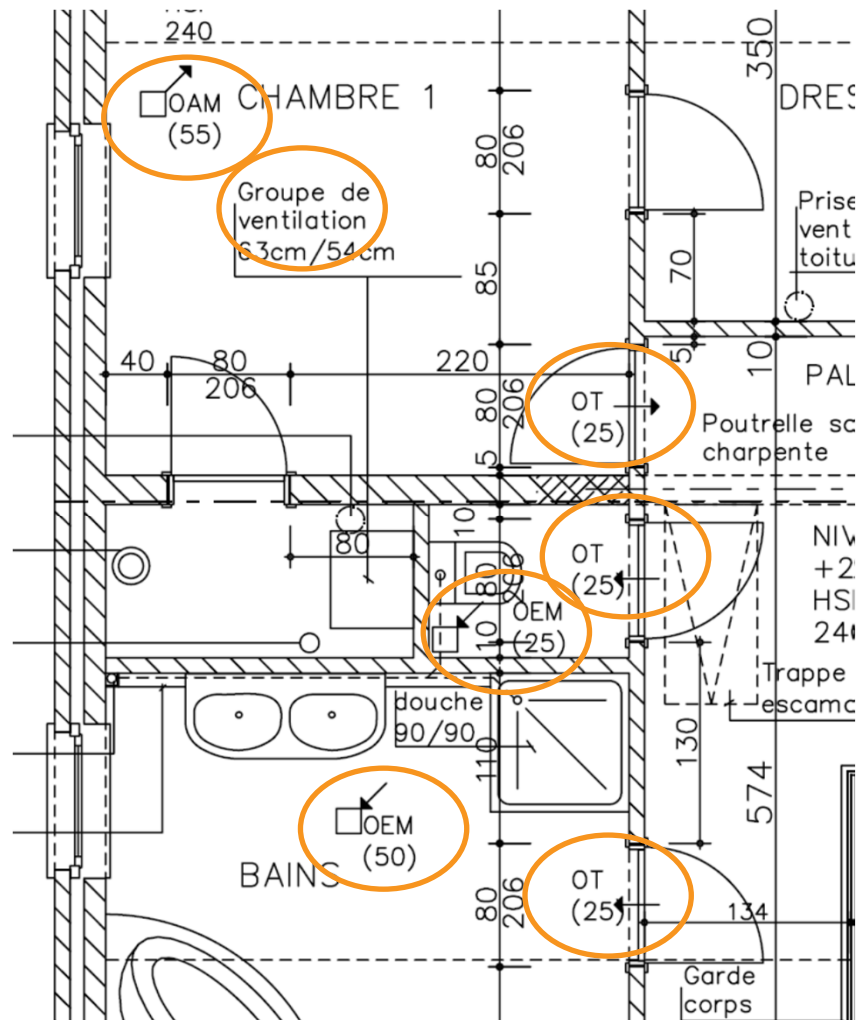
- Plans
- Cahier des charges
- Factures...

On considère les débits de conception

Si pas d'informations disponibles

- Débits considérés comme nuls

# Exemple



- OAM Alimentation mécanique
- OEM Extraction mécanique
- OT Ouverture de transfert
- OAR Alimentation naturelle
- OER Évacuation naturelle

## Air fourni (ouvertures de transfert) - OAR



$q_{v,ATD,i,s}$   
débit d'air fourni  
à l'espace chauffé  
considéré (i) par les  
dispositifs de transfert d'air  
montés en extérieur (s)

## Air fourni (bouches) - OAM



$q_{v,sup,i,r}$   
débit d'air fourni à l'espace  
chauffé considéré (i) par les  
bouches de ventilation (r)

$\theta_{rec,r}$   
température de l'air fourni  
par les bouches de  
ventilation (r) ;

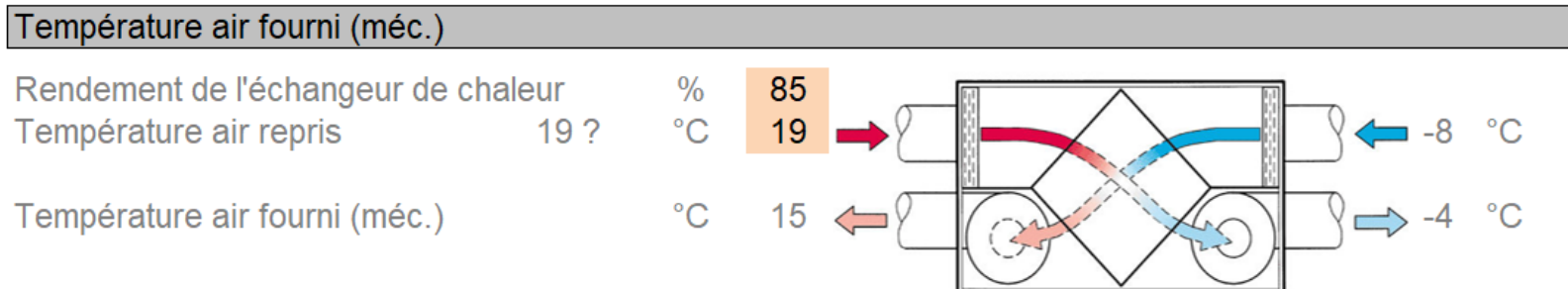
# Température de l'air fourni

Information à recevoir  
avec les données du bâtiment

- Rendement de l'échangeur en condition hivernales
- Température extérieure si pas d'information

Pour information

- Calcul simplifié disponible dans l'outil de calcul





## Air transféré (ouvertures de transfert) - OT

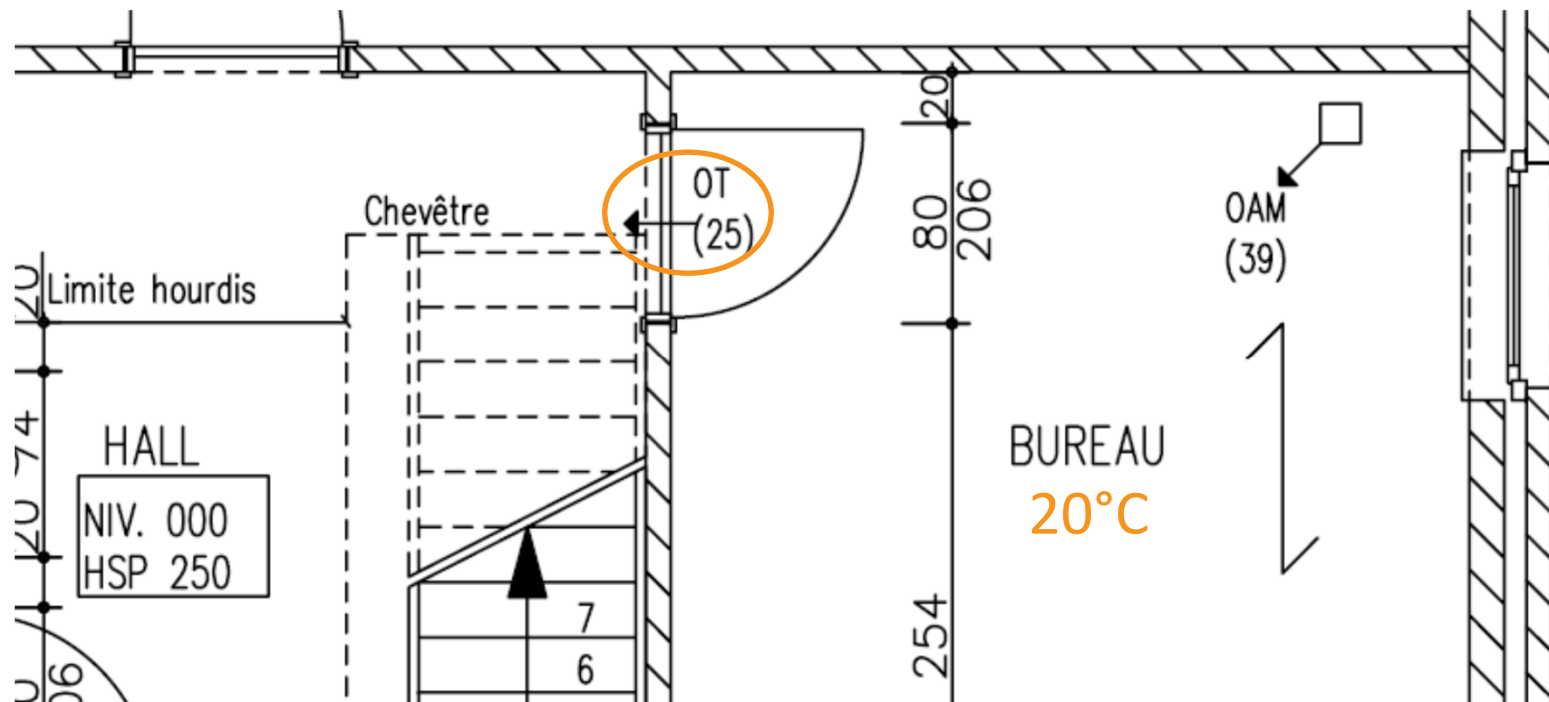


$q_{v,transfer,i,j}$   
debit de transfert d'air  
vers l'espace chauffé  
considéré (i) depuis un  
autre espace (j)



# Température de l'air transféré

Température moyenne de l'air intérieur de l'espace (j) duquel l'air est issu

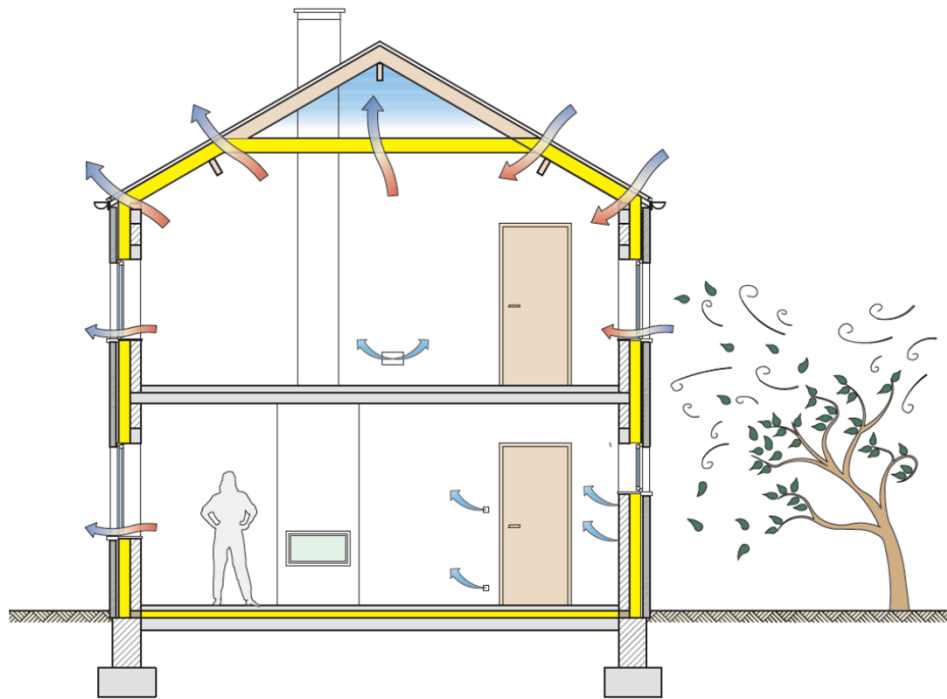


# Exemple

			Cuisine	Séjour	Bureau	Hall	WC rez	Buanderie	Chambre 1	Dressing	Chambre 2	Chambre 3	Pallier	Bains	WC étage	Débarras	Total
Volume intérieur	$V_i$	m <sup>3</sup>	36	86	28	25	4	32	34	19	32	33	33	26	3	5	394
Température extérieure	$\theta_e$	°C	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	
Température air intérieur	$\theta_{int,i}^*$	°C	20	20	20	16	16	16	18	18	18	18	16	24	16	16	
<b>Ventilation de base minimale</b>																	
Taux minimal de renouvellement	$n_{min,i}$	h <sup>-1</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Débit d'air minimal	$q_{v,min,i}$	m <sup>3</sup> /h	18	43	14	13	2	16	17	9	16	16	16	13	2	2	
<b>Infiltration d'air</b>																	
<b>Système de ventilation</b>																	
Air fourni (naturel)	$q_{v,ATD}$	m <sup>3</sup> /h															0
Air fourni (mécanique)	$q_{v,sup}$	m <sup>3</sup> /h		36	39				55		36	36					202
Température air fourni (méc.)	$\theta_{rec,r}$	°C		15	15				15		15	15					
Air transféré	$q_{v,transfer}$	m <sup>3</sup> /h	50			25		25					75	25	25		
Température air transféré	$\theta_{int}$	°C	20			20		16					18	16	16		
Air extrait	$q_{v,ext}$	m <sup>3</sup> /h	52				25	50						50	25		202
Débit d'air par infiltration supp.	$q_{v,inf-add}$	m <sup>3</sup> /h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Introduire les données disponibles

# Infiltration d'air



## Données du bâtiment

- Mesure de l'étanchéité à l'air
- Cahier des charges
- Règlement

Si pas d'informations disponibles

- Valeur par défaut

# Infiltration d'air

DEPRESSURISATION				PRESSURISATION			
<b>Conditions de température et de vent</b>				<b>Conditions de température et de vent</b>			
	<i>Avant</i>	<i>Après</i>			<i>Avant</i>	<i>Après</i>	
Force du vent	2	2	Beaufort	Force du vent	2	2	Beaufort
Température int.	20.7	20.8	°C	Température int.	20.8	20.9	°C
Température ext.	20.9	22.7	°C	Température ext.	22.7	21.7	°C
<b>Différence de pression à débit nul</b>				<b>Différence de pression à débit nul</b>			
	<i>Avant</i>	<i>Après</i>			<i>Avant</i>	<i>Après</i>	
$\Delta p_{0,+}$		0.1	Pa	$\Delta p_{0,+}$	0.1		Pa
$\Delta p_{0,-}$	-0.1		Pa	$\Delta p_{0,-}$	-0.1		Pa
$\Delta p_0$	-0.1	-0.1	Pa	$\Delta p_0$	-0.1	-0.1	Pa
<b>Séquence de différence de pression</b>				<b>Séquence de différence de pression</b>			
	Différence de pression - Pa	Débit d'air m <sup>3</sup> /h			Différence de pression - Pa	Débit d'air m <sup>3</sup> /h	
	9.8	235			10.1	244	
	19.8	365			19.8	373	
	29.9	476			30.1	493	
	39.9	569			40.1	581	
	49.9	652			50.0	666	
	59.9	732			60.2	747	
	70.0	811			70.1	817	
	79.9	884			80.1	887	
	89.9	961			90.2	951	
	99.9	1032			100.2	1014	
<b>Calcul du débit de fuite d'air</b>				<b>Calcul du débit de fuite d'air</b>			
			<i>Int. Confiance 95%</i>				<i>Int. Confiance 95%</i>
$C_{env}$	54.7	m <sup>3</sup> /h.Pa <sup>1</sup>	53.3 56.2	$C_{env}$	58.9	m <sup>3</sup> /h.Pa <sup>1</sup>	57 60.8
$n$	0.6355	-	0.6287 0.6424	$n$	0.6192	-	0.6108 0.6276
$C_L$	54.6	m <sup>3</sup> /h.Pa <sup>1</sup>	53.2 56.1	$C_L$	58.8	m <sup>3</sup> /h.Pa <sup>1</sup>	56.9 60.7
$q_{50}$	656.3	m <sup>3</sup> /h	653.1 659.5	$q_{50}$	662.9	m <sup>3</sup> /h	659 666.8
<b>Grandeurs dérivées</b>				<b>Grandeurs dérivées</b>			
			<i>Int. Confiance 95%</i>				<i>Int. Confiance 95%</i>
Débit de fuite d'air moyen à 50 Pa	$q_{50}$	659.6	m <sup>3</sup> /h	657.4	661.8		
Taux de renouvellement d'air à 50 Pa	$n_{50}$	3.93	1/h	3.73	4.13		
Surface de fuite effective	ELA <sub>10</sub>	163.8	cm <sup>2</sup>	162.5	165.1		

## Rapport de mesure de l'étanchéité à l'air

- $q_{50}$
- Débit de fuite à 50 Pa

Débit de fuite en conditions de dimensionnement

- $q_{50} / 10$

# Infiltration d'air

Valeur par défaut  
si pas d'autre information  
pertinente disponible

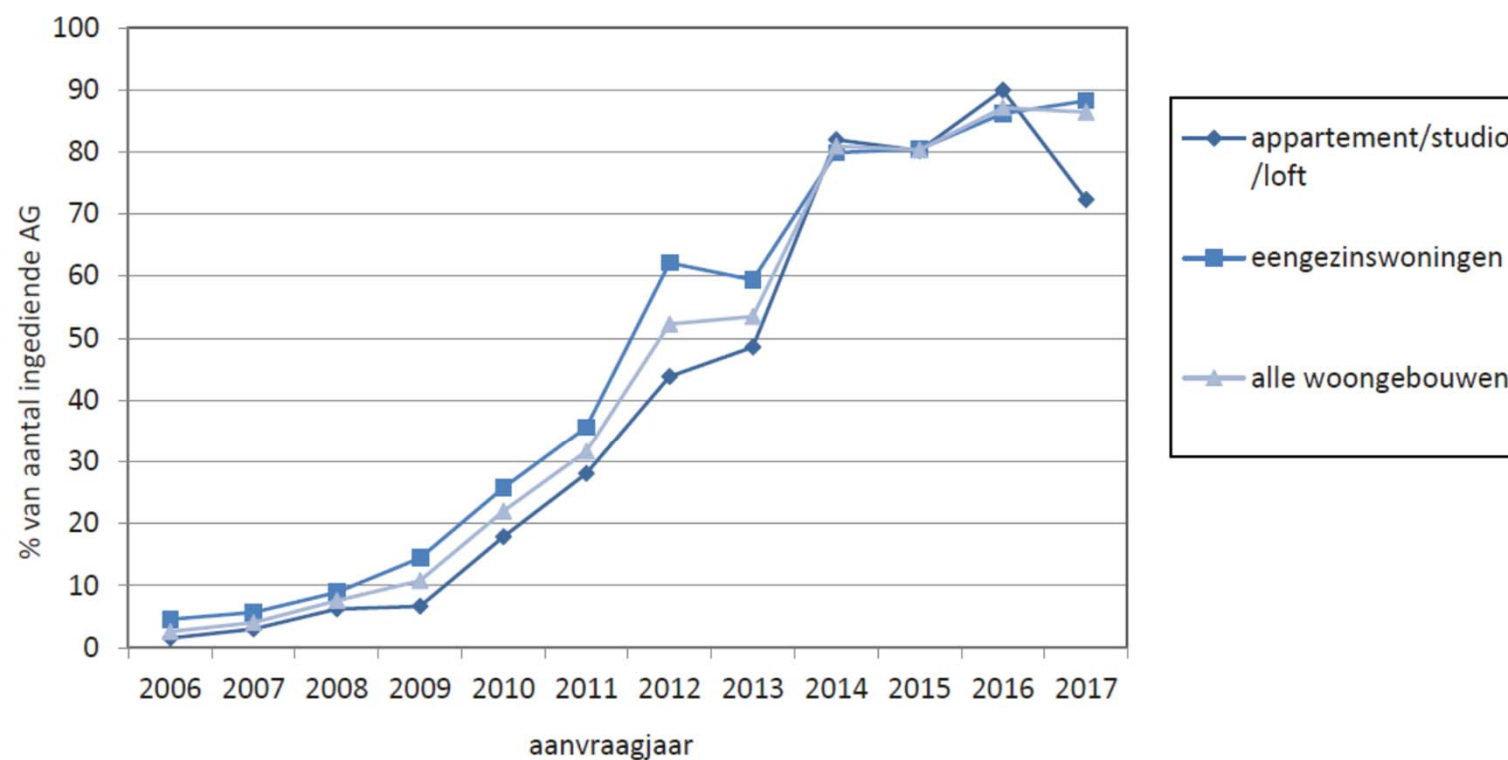
Tableau NA.7 – Étanchéité à l'air

Bâtiment	$n_{50}$ $h^{-1}$
Tous les bâtiments	6

$$q_{50} = n_{50} \sum V_i$$

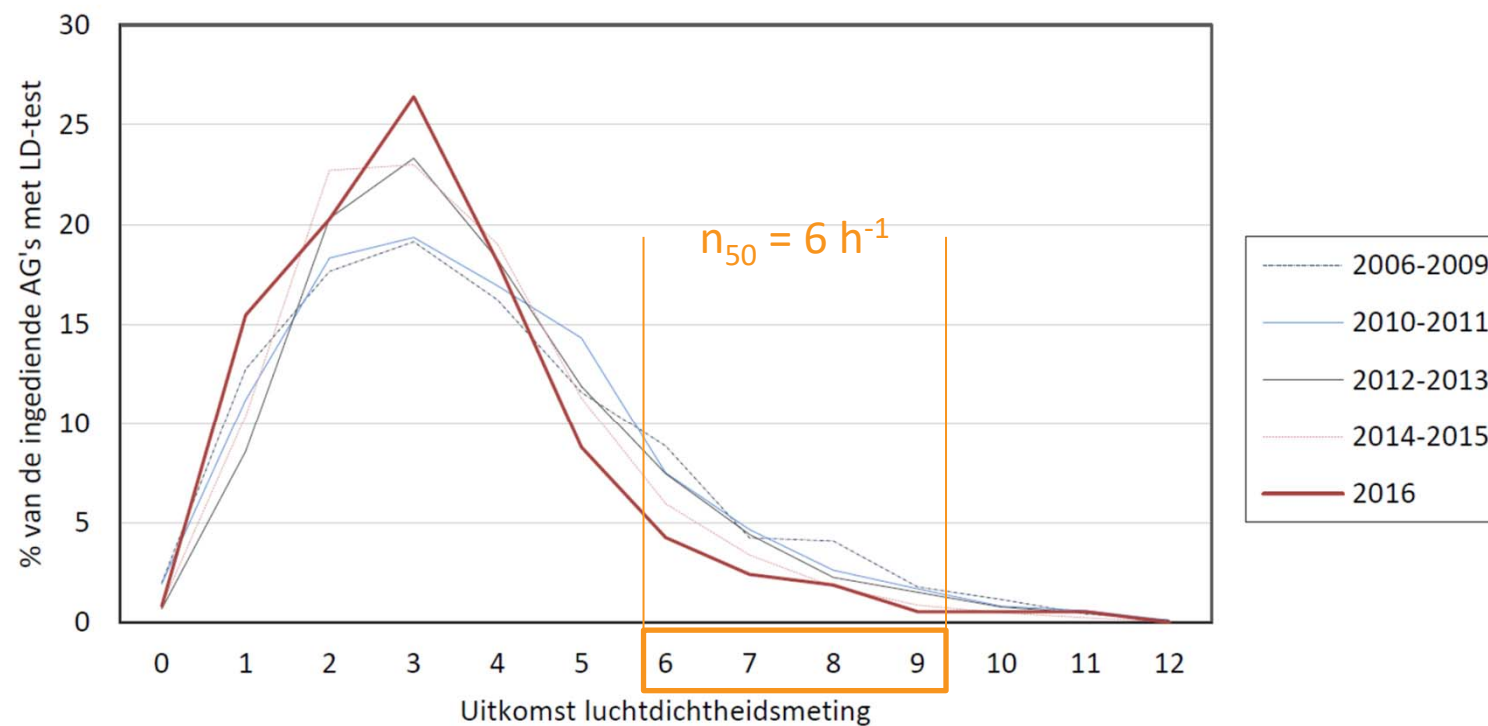
- $V_i$  volume intérieur de l'espace chauffé

# Étanchéité à l'air des nouveaux logements



Grafiek 51 - % van de EPB-aangiften woongebouwen mét uitgevoerde luchtdichtheidsmeting, per aanvraagjaar

# Étanchéité à l'air des nouveaux logements



Grafiek 52 - spreiding van aantal EPB-aangiften van woongebouwen met uitgevoerde luchtdichtheidsmeting, volgens behaald resultaat, per aanvraagjaar



### 3.1.3 Compactheid

De compactheid is de verhouding van het beschermd volume tot de warmteverliesoppervlakte van een gebouw of van een deel van een gebouw. Hoe groter dat getal, hoe compacter het gebouw is:

- De appartementen zijn het meest compact. De mediaan voor aanvraagjaar 2006 is ongeveer 2,1 m. Voor aanvraagjaar 2016 daalt dit naar ongeveer 1,9 m (zie Grafiek 41).
- De rijwoningen starten in 2006 minder compact dan de appartementen, met een mediaan van ongeveer 1,8 m. Over de jaren heen stijgt die compactheid heel licht, richting 1,9 m voor aanvraagjaar 2016.
- Iets minder compact zijn de halfopen bebouwingen met een mediaan voor de compactheid van ongeveer 1,55 voor alle aanvraagjaren.
- De gemiddelde compactheid van de vrijstaande woningen ligt nog wat lager, namelijk in de buurt van 1,40 m voor aanvraagjaar 2006. Hierboven was te zien dat zowel het beschermd volume als de verliesoppervlakte van de vrijstaande woningen daalden naarmate de tijd vordert, waardoor hun compactheid min of meer constant blijft.

Tableau 2 Correspondance entre la perméabilité à l'air  $\dot{V}_{50}$  et le taux de renouvellement d'air  $n_{50}$  en fonction de la compacité du bâtiment pour un rapport  $V_{int}/V_{ext}$  de 0,75.

Taux de renouvellement d'air $n_{50}$ [h <sup>-1</sup> ]	Perméabilité à l'air $\dot{V}_{50}$ [m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )]																
	Compacité du bâtiment [m]																
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,60	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	1,08	1,17	1,26	1,35	1,44	1,53	1,62	1,71	1,80
0,80	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,32	1,44	1,56	1,68	1,80	1,92	2,04	2,16	2,28	2,40
1,00	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80	1,95	2,10	2,25	2,40	2,55	2,70	2,85	3,00
1,25	0,75	0,94	1,13	1,31	1,50	1,69	1,88	2,06	2,25	2,44	2,63	2,81	3,00	3,19	3,38	3,56	3,75
1,50	0,90	1,13	1,35	1,58	1,80	2,03	2,25	2,48	2,70	2,93	3,15	3,38	3,60	3,83	4,05	4,28	4,50
1,75	1,05	1,31	1,58	1,84	2,10	2,36	2,63	2,89	3,15	3,41	3,68	3,94	4,20	4,46	4,73	4,99	5,25
2,00	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	3,90	4,20	4,50	4,80	5,10	5,40	5,70	6,00
2,25	1,35	1,69	2,03	2,36	2,70	3,04	3,38	3,71	4,05	4,39	4,73	5,06	5,40	5,74	6,08	6,41	6,75
2,50	1,50	1,88	2,25	2,63	3,00	3,38	3,75	4,13	4,50	4,88	5,25	5,63	6,00	6,38	6,75	7,13	7,50
2,75	1,65	2,06	2,48	2,89	3,30	3,71	4,13	4,54	4,95	5,36	5,78	6,19	6,60	7,01	7,43	7,84	8,25
3,00	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	4,95	5,40	5,85	6,30	6,75	7,20	7,65	8,10	8,55	9,00
3,50	2,10	2,63	3,15	3,68	4,20	4,73	5,25	5,78	6,30	6,83	7,35	7,88	8,40	8,93	9,45	9,98	10,50
4,00	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00	9,60	10,20	10,80	11,40	12,00
4,50	2,70	3,38	4,05	4,73	5,40	6,08	6,75	7,43	8,10	8,78	9,45	10,13	10,80	11,48	12,15	12,83	13,50
5,00	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00	6,75	7,50	8,25	9,00	9,75	10,50	11,25	12,00	12,75	13,50	14,25	15,00
5,50	3,30	4,13	4,95	5,78	6,60	7,43	8,25	9,08	9,90	10,73	11,55	12,38	13,20	14,03	14,85	15,68	16,50
6,00	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20	8,10	9,00	9,90	10,80	11,70	12,60	13,50	14,40	15,30	16,20	17,10	18,00
6,50	3,90	4,88	5,85	6,83	7,80	8,78	9,75	10,73	11,70	12,68	13,65	14,63	15,60	16,58	17,55	18,53	19,50
7,00	4,20	5,25	6,30	7,35	8,40	9,45	10,50	11,55	12,60	13,65	14,70	15,75	16,80	17,85	18,90	19,95	21,00
7,50	4,50	5,63	6,75	7,88	9,00	10,13	11,25	12,38	13,50	14,63	15,75	16,88	18,00	19,13	20,25	21,38	22,50
8,00	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60	10,80	12,00	13,20	14,40	15,60	16,80	18,00	19,20	20,40	21,60	22,80	24,00
8,50	5,10	6,38	7,65	8,93	10,20	11,48	12,75	14,03	15,30	16,58	17,85	19,13	20,40	21,68	22,95	24,23	25,50
9,00	5,40	6,75	8,10	9,45	10,80	12,15	13,50	14,85	16,20	17,55	18,90	20,25	21,60	22,95	24,30	25,65	27,00
9,50	5,70	7,13	8,55	9,98	11,40	12,83	14,25	15,68	17,10	18,53	19,95	21,38	22,80	24,23	25,65	27,08	28,50
10,00	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00	13,50	15,00	16,50	18,00	19,50	21,00	22,50	24,00	25,50	27,00	28,50	30,00



# Outil de calcul / Room

Etanchéité à l'air				
	Type de valeur	Débit de fuite $q_{50}$ m <sup>3</sup> /h	n50 mesuré 1/h	Volume m <sup>3</sup>
77	n50M	552	1.4	394
78	q50M			
79	n50M			
80	v50M			
81	n50E			
82	v50E			
83	DV			

q50M	Débit mesuré
n50M	n50 mesuré
v50M	v50 mesuré
n50E	n50 estimé
v50E	v50 estimé
DV	Valeur par défaut

Home Data Heat load **Room** Wall Ventil Heat up T01 T02 T03 T04 T05 T06 T07 T08 T09 T10 T11 T12 ...

# Exemple

			Cuisine	Séjour	Bureau	Hall	WC rez	Buanderie	Chambre 1	Dressing	Chambre 2	Chambre 3	Pallier	Bains	WC étage	Débarras	Total
Volume intérieur	$V_i$	m <sup>3</sup>	36	86	28	25	4	32	34	19	32	33	33	26	3	5	394
Température extérieure	$\theta_e$	°C	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	
Température air intérieur	$\theta_{int,i}^*$	°C	20	20	20	16	16	16	18	18	18	18	16	24	16	16	
<b>Ventilation de base minimale</b>																	
Taux minimal de renouvellement	$n_{min,i}$	h <sup>-1</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Débit d'air minimal	$q_{v,min,i}$	m <sup>3</sup> /h	18	43	14	13	2	16	17	9	16	16	16	13	2	2	
<b>Infiltration d'air</b>																	
Débit de fuite à 50 Pa	$q_{50}$	m <sup>3</sup> /h	50	120	40	35	5	44	47	26	44	46	46	36	4	7	552
Coefficient de débit volumique	$f_{qv}$	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Débit d'infiltration	$q_{v,leak}$	m <sup>3</sup> /h	5	12	4	4	1	4	5	3	4	5	5	4	0	1	
<b>Système de ventilation</b>																	
Air fourni (naturel)	$q_{v,ATD}$	m <sup>3</sup> /h															0
Air fourni (mécanique)	$q_{v,sup}$	m <sup>3</sup> /h		36	39				55		36	36					202
Température air fourni (méc.)	$\theta_{rec,r}$	°C		15	15				15		15	15					
Air transféré	$q_{v,transfer}$	m <sup>3</sup> /h	50			25		25					75	25	25		
Température air transféré	$\theta_{int}$	°C	20			20		16					18	16	16		
Air extrait	$q_{v,ext}$	m <sup>3</sup> /h	52				25	50						50	25		202
Débit d'air par infiltration supp.	$q_{v,inf-add}$	m <sup>3</sup> /h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Perte thermique par renouvellement d'air</b>																	
Débit d'air total	$q_{v,i}$	m <sup>3</sup> /h	55	48	43	29	2	29	60	9	40	41	80	29	25	2	
Perte thermique	$\Phi_{V,i}$	W	48	176	104	-5	15	36	98	83	76	77	-14	107	4	20	825

## Air extrait (bouches) - OEM



$Q_{v,exh,tot}$   
somme de tous les  
débits d'air rejeté  
(extraction mécanique)  
de conception de l'entité  
de bâtiment considéré

## Débit d'air par infiltration supplémentaire

$$q_{v,inf-add,i} = \max \left[ 0 ; 0,5 \left( q_{v,exh,tot} - q_{v,sup,tot} - q_{v,ATD,tot} \right) \frac{V_i}{\sum V_i} \right]$$

Si le débit d'air extrait mécaniquement est supérieur au débit d'air fourni (OAR et OAM)

- cela va engendrer une infiltration d'air supplémentaire dans le bâtiment
- ce supplément est réparti dans les différents espaces au prorata de leur volume

# 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



# Puissance supplémentaire de préchauffage

Si on laisse les espaces se refroidir

- la nuit ou le week-end par exemple

il faudra parfois une puissance complémentaire pour les réchauffer dans un délai raisonnable

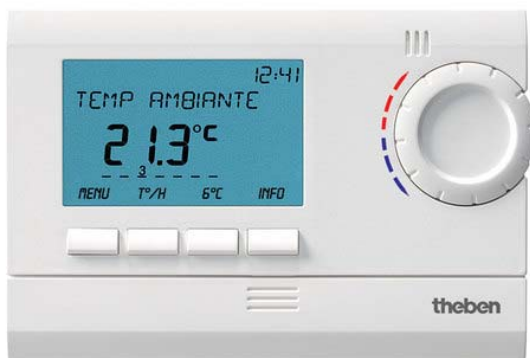
Cette surpuissance de relance dépend

- de la capacité calorifique des matériaux
- du délai souhaité pour le réchauffage
- de l'écart de température

# Recommandations

## Bâtiments résidentiels

- Pas de puissance supplémentaire de préchauffage
  - Ou seulement pour quelques espaces
- Système de régulation capable d'empêcher l'abaissement de la température pendant les jours les plus froids



# Recommandations

## Bâtiments non-résidentiels

- Grande diversité des affectations possibles
- convenir explicitement des besoins en matière de puissance supplémentaire de préchauffage
- Si pas de convention explicite
  - Pas de puissance supplémentaire de préchauffage

# Puissance supplémentaire de préchauffage

Peut être calculée de façon détaillée par des méthodes de calcul dynamiques

- Non décrites dans la norme

Méthode de calcul simplifiée

$$\Phi_{hu,i} = A_i \varphi_{hu,i}$$

- $A_i$  Aire de plancher de l'espace
  - Dimensions intérieures
- $\varphi_{hu,i}$  Puissance spécifique

**Tableau F.1 — Puissance spécifique de préchauffage pour des temps sans utilisation compris entre 8 h et 168 h**

Période de non-utilisation $t_{du,i}$ [h]	8		14				62				168			
	— abaissement nocturne dans les bâtiments résidentiels		— abaissement nocturne dans les bureaux				— abaissement de fin de semaine				— période de vacances			
Taux de renouvellement de l'air pendant l'abaissement <sup>a</sup> $n_{sb,i}$ [h]	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	-			
Temps de préchauffage	Capacité de stockage thermique <sup>b</sup>													
	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h
$t_{hu,i}$ [h]	Puissance spécifique de préchauffage $\varphi_{hu,i}$ [W/m <sup>2</sup> ]													
0,5	63	16	74	26	88	38	91	56	92	> 100	92	> 100	92	> 100
1	34	10	43	16	50	29	50	43	55	100	55	> 100	55	> 100
2	14	3	21	8	28	18	28	29	32	86	32	> 100	32	> 100
3	5	0	10	2	17	12	18	21	23	73	22	94	23	> 100
4	0	0	3	0	11	7	12	15	17	64	17	84	17	95
6	0	0	0	0	3	1	5	5	10	52	10	70	10	81
12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	31	2	45	2	57

<sup>a</sup> Un taux de renouvellement de l'air de  $n_{sb,i} = 0,1 \text{ h}^{-1}$  peut être supposé si les fenêtres et les portes sont fermées.

<sup>b</sup> l - basse ; h - moyenne/élevée ; voir  $c_{eff}$ , Paragraphe 6.3.5, Paragraphe A.2.7/B.2.7.

# Temps de préchauffage

Valeur à convenir avant le calcul

Valeurs par défaut

- 2 h pour une période d'abaissement ou de non-utilisation  $\leq 8$  h ;
- 2 h pour une période d'abaissement ou de non-utilisation  $> 8$  h et  $\leq 14$  h ;
- 4 h pour une période d'abaissement ou de non-utilisation  $> 14$  h et  $\leq 62$  h ;
- 6 h pour une période d'abaissement ou de non-utilisation  $> 62$  h et  $\leq 168$  h.

# Outil de calcul / Room

- Inertie du bâtiment
- Période d'abaissement

65

67 Surpuissance de relance

69 Inertie du bâtiment Période d'abaissement

70 h

71 H 8 Inertie moyenne/élevée

73 Eta L H

75 Type de valeur Débit de fuite n50 mesuré Volume

76 q<sub>50</sub> m<sup>3</sup>/h 1/h m<sup>3</sup>

77 n50M 552 1.4 394

78

79

80

81

82

82

L	Inertie basse
H	Inertie moyenne/élevée

q50M	Débit mesuré
n50M	n50 mesuré
v50M	v50 mesuré
n50E	n50 estimé
v50E	v50 estimé
DV	Valeur par défaut

Home Data Heat load Room Wall Ventil Heat up T01 T02 T03 T04 T05 T06 T07 T08 T09 T10 T11 T12

# Inertie du bâtiment

**Tableau B.4 — Capacité volumique de stockage thermique, valeurs nationales par défaut**

Catégorie	Caractérisation	$C_{eff}$ [Wh/(m <sup>3</sup> ·K)]
<b>basse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) rapport élevé entre le volume intérieur et le volume extérieur (par exemple des halles industrielles ou de stockage)</li> <li>b) construction principalement légère, telle que :               <ul style="list-style-type: none"> <li>1) toits légers</li> <li>2) murs légers (structure en bois, panneaux sandwich, etc.)</li> </ul> </li> <li>c) plafonds suspendus</li> <li>d) faux-planchers</li> </ul>	15
<b>moyenne/ élevée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) faible rapport entre le volume intérieur et le volume extérieur, faible hauteur des pièces, murs épais</li> <li>b) construction principalement massive, telle que :               <ul style="list-style-type: none"> <li>1) murs en briques ou en béton</li> <li>2) planchers/plafonds en béton</li> </ul> </li> </ul>	50



# Outil de calcul / Room

- Temps de préchauffage pour chaque espace

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
12	Espaces chauffés												
14		Nom de l'espace	Température de base $\theta_{int,i}$ °C	Aire nette de plancher $A_p$ m <sup>2</sup>	Volume intérieur $V_i$ m <sup>3</sup>	Temps de préchauffage h	Type d'espace	Système d'émission de chaleur					
15													
16													
17	1	Cuisine	20	14.4	36.0	2	RE	RH	Radiateurs				
18	2	Séjour	20	34.4	86.1	2	RE	RH	Radiateurs				
19	3	Bureau	20	11.3	28.3	1	RE	RH	Radiateurs				
20	4	Hall	16	10.1	25.2	-	RE	RH	Radiateurs				
21	5	WC rez	16	1.5	3.8	-	RE	NS	Pas de chauffage				
22	6	Buanderie	16	12.7	31.8	-	RE	RH	Radiateurs				
23	7	Chambre 1	18	15.3	33.5	1	RE	RH	Radiateurs				
24	8	Dressing	18	8.9	18.8	2	RE	RH	Radiateurs				
25	9	Chambre 2	18	14.4	31.5	1	RE	RH	Radiateurs				
26	10	Chambre 3	18	14.9	32.7	1	RE	RH	Radiateurs				
27	11	Palier	16	14.6	32.7	-	RE	RH	Radiateurs				
28	12	Bains	24	12.1	25.8	0.5	RE	RH	Radiateurs				
29	13	WC étage	16	1.3	3.1	-	RE	NS	Pas de chauffage				
30	14	Débarras	16	2.0	4.8	-	RE	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
RE	Résidentiel
NR	Non résidentiel

# Plan de l'exposé

Introduction

Outil de calcul et données de base

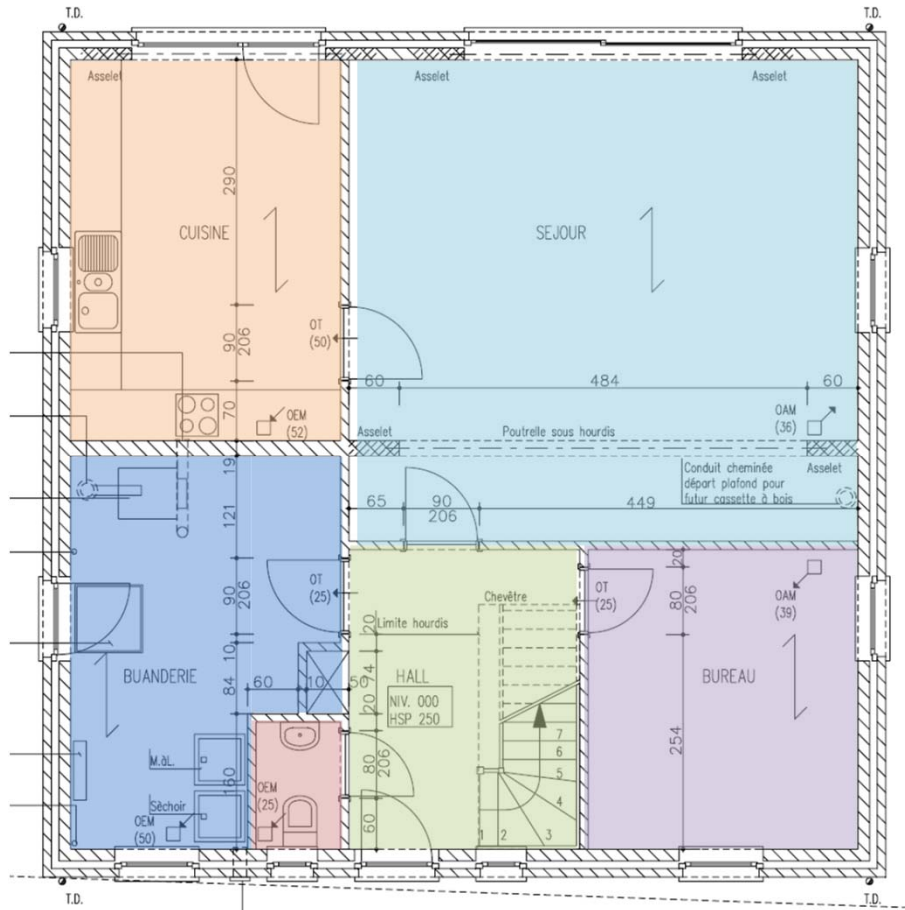
Perte thermique par transmission

Perte thermique par renouvellement d'air

Puissance de préchauffage supplémentaire

Charge thermique nominale

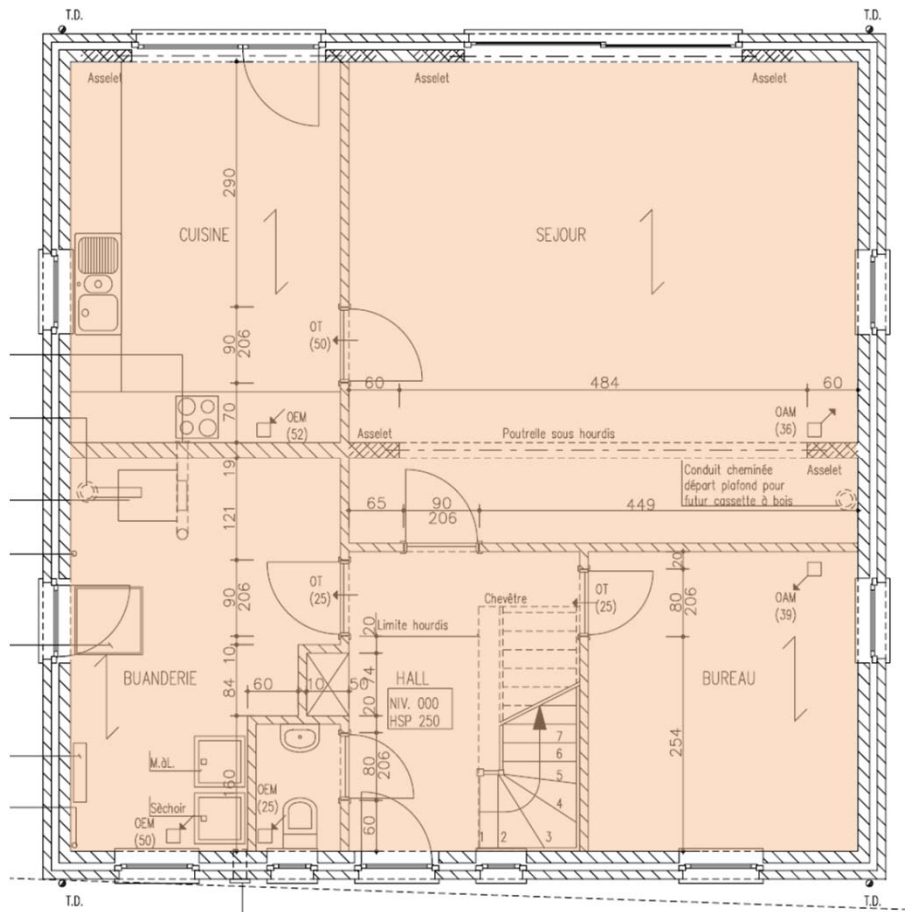
# Charge thermique nominale d'un espace



$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{hu,i}$$

- $\Phi_{T,i}$  Perte thermique par transmission
- $\Phi_{V,i}$  Perte thermique par renouvellement d'air
- $\Phi_{hu,i}$  Puissance de préchauffage supplémentaire

# Charge thermique nominale d'une entité de bâtiment



$$\Phi_{HL, BE, n} = \sum_i \Phi_{HL, i}$$

- $\Phi_{T, i}$  Charge thermique nominale des espaces chauffés

# Outil de calcul / Heat load

3 Charge thermique nominale					
6	Espace	Perte thermique par transmission	Perte thermique par renouvellement d'air	Puissance supplémentaire de préchauffage	Charge thermique nominale
7		$\Phi_{T,i}$ W	$\Phi_{V,i}$ W	$\Phi_{RH,i}$ W	$\Phi_{HL,i}$ W
9	1 Cuisine	771	206	43	1019
10	2 Séjour	1326	553	103	1982
11	3 Bureau	602	228	113	943
12	4 Hall	133	89	0	222
13	5 WC rez	45	18	0	63
14	6 Buanderie	291	155	0	446
15	7 Chambre 1	357	234	153	744
16	8 Dressing	140	99	27	267
17	9 Chambre 2	322	204	144	670
18	10 Chambre 3	360	210	149	719
19	11 Palier	-52	109	0	57
20	12 Bains	759	237	193	1189
21	13 WC étage	-47	15	0	-32
22	14 Débarras	-41	24	0	-17
23	15				
24	16				
25	17				
26	18				
27	19				
28	20				
29					
30	Total	4966	2382	925	
31					
32	Total sans surpuissance de relance				7348
33	Total avec surpuissance de relance				8273
34					
35					
36					
37					
38					
39					

Corps de chauffe

Générateur

# Sauvegarde et impression des résultats

Sauvegarde des données  
et des résultats au format Excel



Impression sur papier ou au format pdf

- Sélectionner tous les onglets à imprimer
- Choisir une imprimante papier ou pdf




# Impression des résultats

- ←
- Home
- New
- Open
- Info
- Save
- Save As
- Save as Adobe PDF
- Print
- Share
- Export
- Publish
- Close
- Account
- Feedback
- Options

## Print

Copies: 1

**Printer**  
 B1-CANON-C356i-P31 on v...  
 Ready [Printer Properties](#)

**Settings**

Print Active Sheets  
Only print the active sheets

Pages:  to

Print on Both Sides  
Flip pages on long edge

Collated  
1,2,3 1,2,3 1,2,3

Landscape Orientation

A4  
21 cm x 29.7 cm

Custom Margins

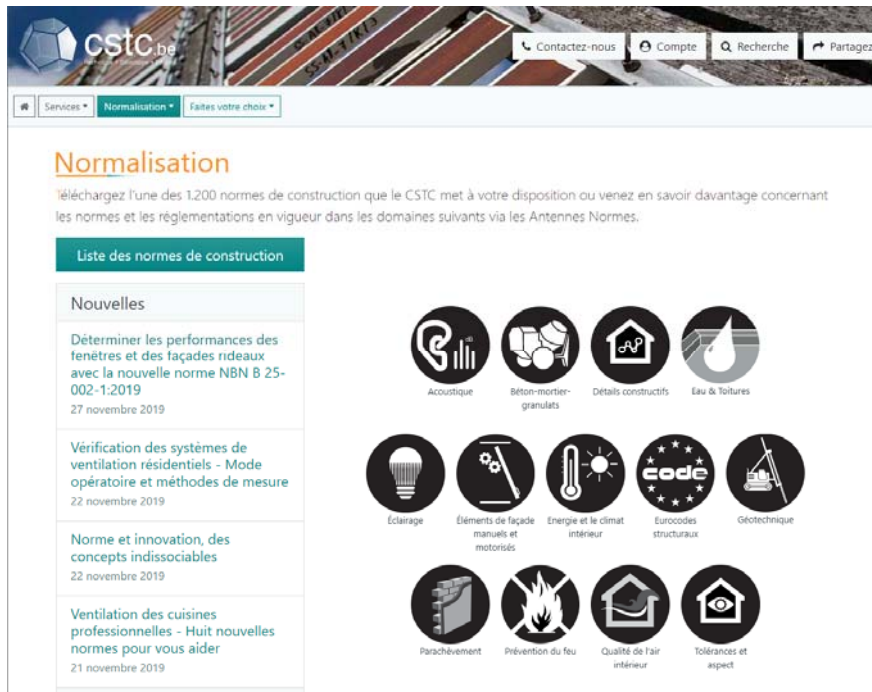
No Scaling  
Print sheets at their actual size [Page Setup](#)

Charge thermique nominale					
Espace	Perte thermique par transmission $\Phi_{Tj}$ W	Perte thermique par renouvellement d'air $\Phi_{Vj}$ W	Puissance supplémentaire de préchauffage $\Phi_{Prj}$ W	Charge thermique nominale $\Phi_{Nj}$ W	
1	Cuisine	771	48	43	862
2	Séjour	1326	176	103	1606
3	Bureau	602	104	113	819
4	Hall	133	-5	0	127
5	WC rez	46	15	0	60
6	Buanderie	291	36	0	327
7	Chambre 1	367	96	153	608
8	Dressing	140	83	27	250
9	Chambre 2	322	76	144	542
10	Chambre 3	360	77	148	588
11	Palier	-52	-14	0	-66
12	Bains	759	107	193	1059
13	WC étage	-47	4	0	-44
14	Débarras	-41	20	0	-21
15					
16					
17					
18					
19					
20					
<b>Total</b>		<b>4966</b>	<b>825</b>	<b>925</b>	
Total sans surpuissance de relance					5791
Total avec surpuissance de relance					6716

3 of 19

# Les Antennes-Normes

## Un soutien gratuit sur les normes!



Christophe  
Delmotte

02 655 77 11

[www.cstc.be](http://www.cstc.be)

[www.normes.be](http://www.normes.be)





# NBN - Public Enquiry Portal



Participez aux enquêtes publiques sur les normes

- Accès aux projets de norme
- Possibilité de faire des commentaires
- <http://pe.nbn.be/>

# NBN - Public Enquiry Portal










← → ↻ 🏠 [pe.nbn.be/wi/penbn?wiEnqSearch\[psid\]=4](https://pe.nbn.be/wi/penbn?wiEnqSearch[psid]=4) ☆ SC | C | ⋮

Applications | Autres favoris

**NBN** Normes à l'enquête ▾ Publications ▾ Retraits ▾ EN NL FR Login

## Normes à l'enquête: NBN

Affichage de 1-3 sur 3 éléments.

#	Référence	Titre	Date de début	Date de fin	
1	prNBN B 23-101:2019	Steenstrippen voor wandbekleding - Vorstbestandheid - Vorst-dooicycli  Plaquettes en terre cuite pour parements de murs. Gélivité - Cycles de gel-dégel	Sep 11 2019	Feb 15 2020	 (NL)  (FR) 
2	prNBN S 01-400-1:2019	Akoestische criteria voor woongebouwen  Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation	Sep 11 2019	Feb 15 2020	 (NL)  (FR) 
3	prNBN B 12-109:2019	Cement - Cement met begrensd alkali-gehalte  Ciments - Ciments à teneur limitée en alcalis	Dec 12 2019	May 15 2020	 (NL)  (FR) 

**Tous (6)**

Alimentation et agriculture (0)

Mines et métaux (0)

Produits chimiques (0)

**Construction (3)**

Mécanique et machines (0)

Transport et véhicules (0)

**Énergie et installations (1)**

Génie électrique (0)

# NBN - Public Enquiry Portal

pe.nbn.be/wi/pecen?wiEnqCenSearch[psid]=4

Applications | Autres favoris

NBN Normes à l'enquête Publications Retraits EN NL FR Login

## Normes à l'enquête: CEN

Tous (118)

Alimentation et agriculture (6)

Mines et métaux (3)

Produits chimiques (3)

**Construction (18)**









Mécanique et machines (16)

Transport et véhicules (14)

Énergie et installations (28)

Génie électrique (0)

Affichage de 1-18 sur 18 éléments.

#	Référence	Titre	Date de début	Date de fin	
1	prEN ISO 7083	Technical Product Documentation - Symbols used on technical product documentation - Proportions and dimensions (ISO/DIS 7083:2020)	Jan 9 2020	Mar 9 2020	 
2	prEN ISO 52120-1	Energy performance of buildings - Contribution of building automation and controls and building management - Part 1: Modules M10-4,5,6,7,8,9,10 (ISO/DIS 52120-1:2020)	Jan 9 2020	Mar 9 2020	 
3	prEN 13647	Wood flooring and wood panelling and cladding - Determination of geometrical characteristics	Nov 14 2019	Jan 13 2020	 
4	prEN ISO 717-2	Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 2: Impact sound insulation (ISO/DIS 717-2:2019)	Dec 19 2019	Feb 17 2020	 
5	EN 15193-	Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting - Part 1:	Nov 28	Jan 27	