



Chauffage par le sol à eau chaude

Dimensionnement

Christophe Delmotte, Ir
 Laboratoire Mesure de prestations d'Installations Techniques
 CSTC - Centre Scientifique et Technique de la Construction

15-06-2016 - Page 1



Guidance Technologique Éco-Construction et Développement Durable en Région de Bruxelles-Capitale

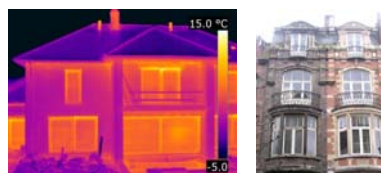
Thèmes prioritaires :

- Énergie et bâtiments
- Restauration, rénovation et entretien des bâtiments
- Confort acoustique
- Accessibilité des bâtiments
- Utilisation durable des matériaux et la santé
- Construction durable en bois, les façades et toitures vertes
- Prospection d'innovations
- Veille technologique



Mission :

- Soutien technologique direct et multidisciplinaire
- Diffusion d'information et formation collective
- Prospection et stimulation à l'innovation
- Aide à l'introduction de programmes de recherche et à la demande de subsides



Bénéficiaires :

- Service gratuit pour l'ensemble des entreprises bruxelloises du secteur de la construction



En collaboration avec la
 Confédération de la Construction Bruxelles-Capitale

Subsidée par la Région de
 Bruxelles-Capitale via InnovIRIS



INNOVIRIS
 L'INSTITUT BRUXELLOIS
 POUR LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

Boulevard Poincaré, 79
 1060 Bruxelles

info@cstc.be
www.cstc.be/go/gt-batimentdurable

+32 (0)2 529 81 06
 +32 (0)2 653 07 29



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

15-06-2016 - Page 3



Imaginez qu'on vous demande prix pour le chauffage par le sol d'une maison

- Comment faire?
- Puissance suffisante?
- Écartement des tubes?
- Température de l'eau?

15-06-2016 - Page 4

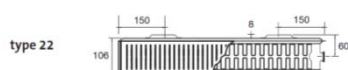


Et si c'était
pour des radiateurs?

15-06-2016 - Page 5



Radiateurs



longueur	watt	hauteur						
		300	400	450	500	600	750	900
450	ΔT 50	474	601	661	718	824	968	1092
600	ΔT 50	632	802	881	957	1099	1290	1456
750	ΔT 50	790	1002	1101	1196	1374	1613	1820
900	ΔT 50	948	1202	1321	1436	1649	1935	2184
1050	ΔT 50	1106	1403	1541	1675	1924	2258	2548
1200	ΔT 50	1264	1603	1762	1914	2198	2580	2912
1350	ΔT 50	1422	1804	1982	2153	2473	2903	3276
1500	ΔT 50	1580	2004	2202	2393	2748	3225	3641
1650	ΔT 50	1737	2204	2422	2632	3023	3548	4005
1800	ΔT 50	1895	2405	2642	2871	3298	3870	4369
1950	ΔT 50	2053	2605	2863	3110	3572	4189	4738
2100	ΔT 50	2211	2806	3083	3350	3847	4515	5097
2250	ΔT 50	2369	3006	3303	3589	4122	4838	5461
2400	ΔT 50	2527	3206	3523	3828	4397	5160	5825
2550	ΔT 50	2685	3407	3743	4067	4672	5483	6189
2700	ΔT 50	2843	3607	3964	4307	4946	5805	6553
3000	ΔT 50	3159	4008	4404	4785	5496	6450	7281

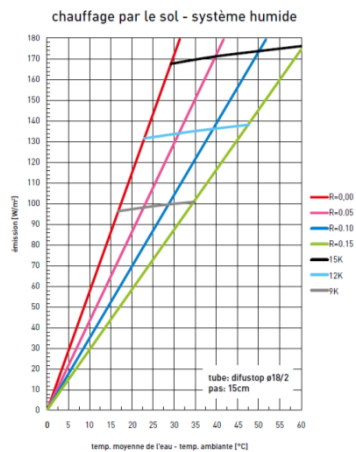
Choix assez simple
grâce aux tables
d'émission des
fabricants

- Régime 75/65/20
 - \sim 80/60/20
- Autre régime
 - Facteurs de correction
 - CSTC-Rapport 14

15-06-2016 - Page 6



Chauffage par le sol



Il y a aussi des données des fabricants assez simples à utiliser

15-06-2016 - Page 7



Contenu de la présentation

Émission de chaleur


Dimensionnement

- Charge thermique
- Choix du système
- Pas du tube
- Température de départ – retour

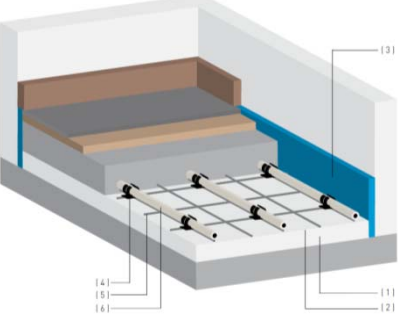
Émission vers le bas

Débit d'eau

15-06-2016 - Page 8




Chauffage par le sol à eau chaude




Système défini par le fabricant

- Choix du revêtement de sol (client)
- Choix du pas du tube (entraxe)
- Choix de la température de l'eau

15-06-2016 - Page 9



Deux types de zones



Zone de séjour

- Conçue pour un confort "normal"

Zone périphérique

- Conçue pour une température de surface plus élevée
- Largeur max. de 1 m le long des parois extérieures
- Permet de gagner de la puissance

15-06-2016 - Page 10



Critères de confort

Température de confort des locaux

- Comme pour les radiateurs
- Voir NBN EN 12831 ANB

Température superficielle de la dalle

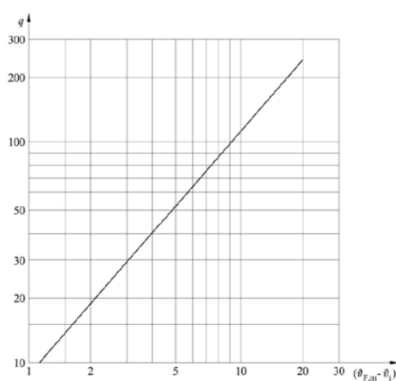
- Zone de séjour Delta T max. 9 K
- Zone périphérique Delta T max. 15 K
- Zone périphérique T max. 35°C

- Revêtement en bois T max. 29°C

15-06-2016 - Page 11



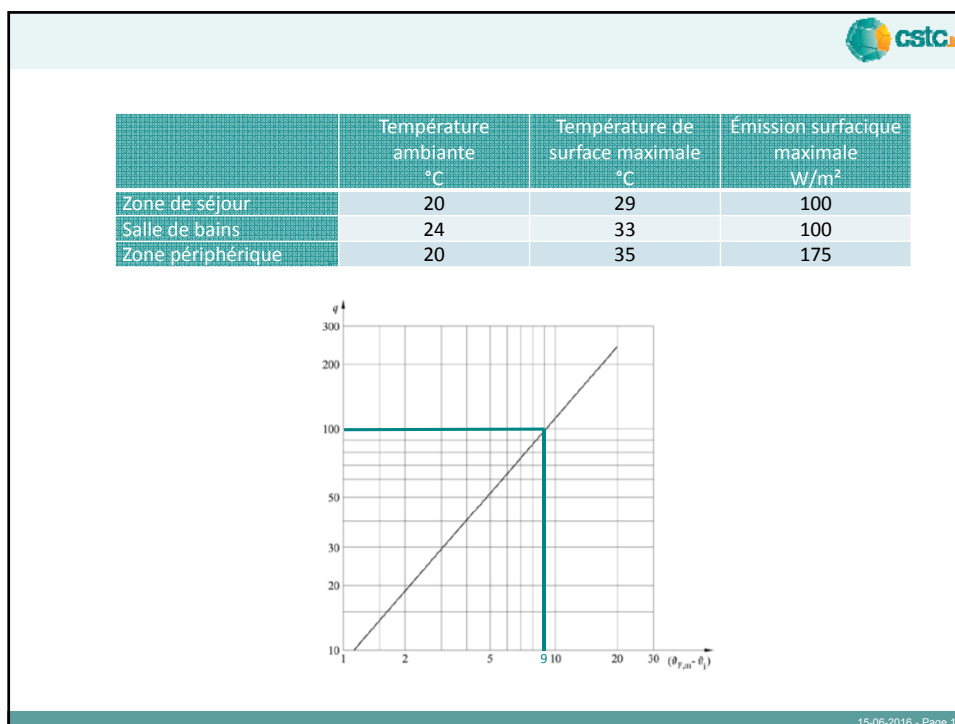
Émission de chaleur théorique



Émission surfacique W/m²

Différence de température moyenne entre la température de surface et la température ambiante

15-06-2016 - Page 12



Émission de chaleur réelle

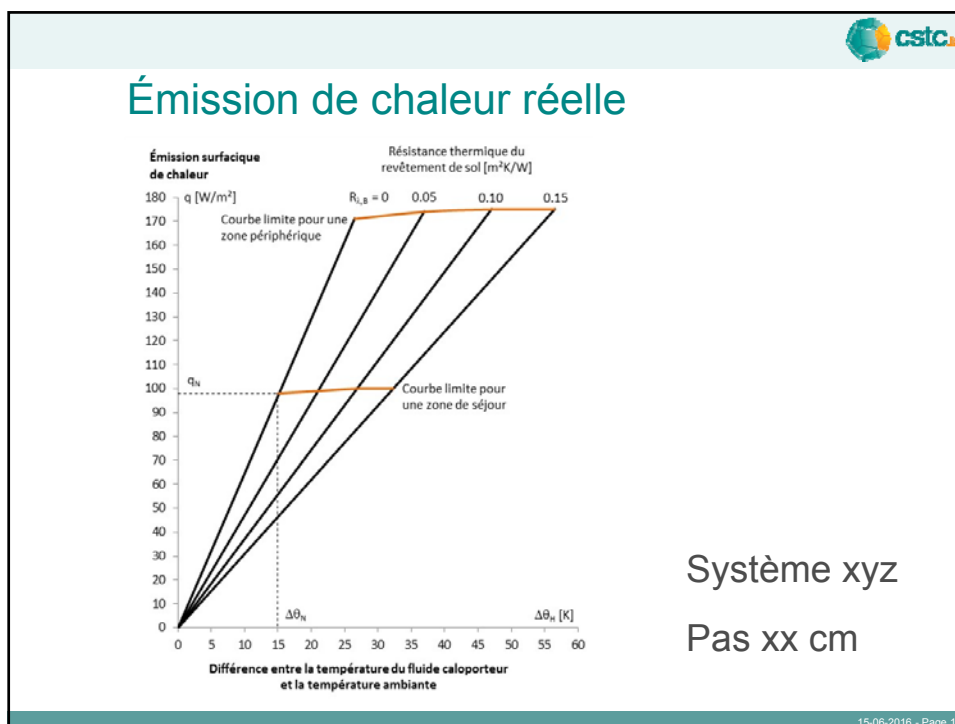
La température de surface n'est pas homogène


- Espacement du tube
- Refroidissement de l'eau dans le tube

Le fabricant doit calculer ou mesurer la puissance de son système

- En fonction du pas du tube
- En fonction du revêtement de sol
- En fonction de la température de l'eau

15-06-2016 - Page 14





Valeurs indicatives

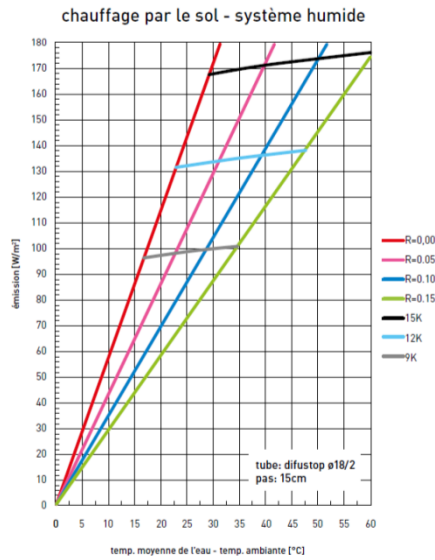
Revêtement de sol	Résistance thermique *	
	$R_{v,b}$ [(m² K)/W]	
Sol non revêtu	0	
PVC, linoléum 2.5 mm	0,01	
Dallage en pierre bleue sur lit de mortier	0,02	
Carreaux de terre cuite sur lit de mortier	0,03	
Carreaux de terre cuite collés	0,01	
Parquet	Bois résineux	Bois feuillus
8 à 10 mm	0,08	0,06
14 à 16 mm	0,12	0,09
18 à 22 mm	0,17	0,11
Moquette 5 mm	0,06	
6 à 8 mm	0,10	
10 à 12 mm	0,15	
Tapis (pure laine) 10 à 12 mm	0,24	

* Cela n'inclut pas la résistance d'échange thermique superficielle ni l'épaisseur de chape au-dessus du tube (voir EN 1264-2 formule (29))

15-06-2016 - Page 16



Exemple réel

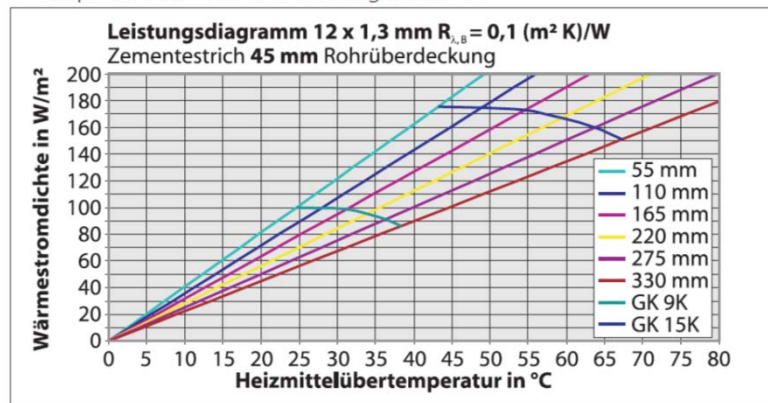


15-06-2016 - Page 17



Exemple réel

- ▶ tube de chauffage PB 12
- ▶ $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- ▶ chape de ciment 45 mm enrobage des tubes



15-06-2016 - Page 18



Contenu de la présentation

Émission de chaleur

Dimensionnement

- Charge thermique
- Choix du système
- Pas du tube
- Température de départ – retour

Émission vers le bas

Débit d'eau

15-06-2016 - Page 19



Charge thermique Φ_{HL} (W)

Calcul de la charge thermique Φ_{HL}

- Norme NBN EN 12831 + Annexe belge
- Ne pas tenir compte des pertes au travers du plancher chauffant
 - Cela se calcule après et autrement

Surpuissance de relance

- On peut ne pas en tenir compte si on accepte de chauffer en continu quand il fait très froid

15-06-2016 - Page 20



Émission surfacique q_{des} (W/m²)

Charge thermique Φ_{HL} divisée
par la surface de plancher chauffant A_F

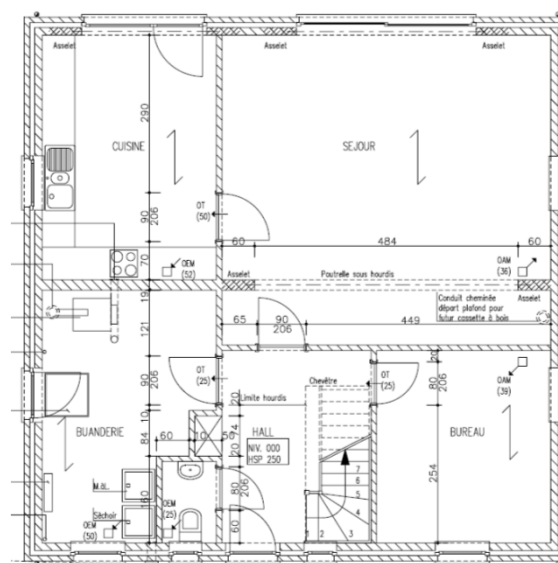
La surface chauffante peut être limitée
par différents équipements

- Baignoire
- Douche
- Meubles encastrés...

15-06-2016 - Page 21



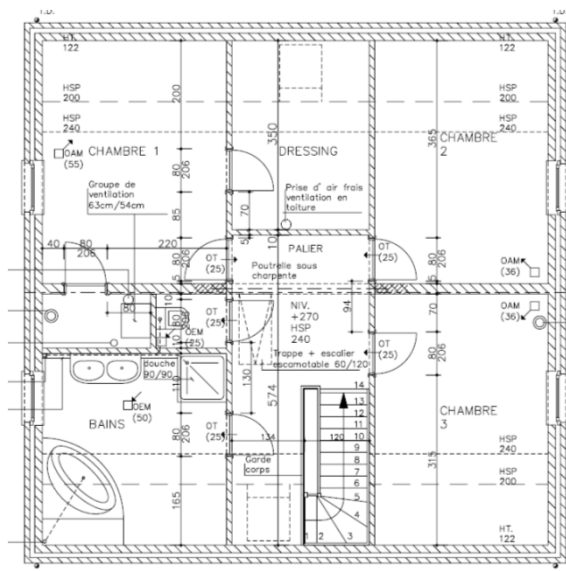
Exemple d'application



15-06-2016 - Page 22



Exemple d'application



15-06-2016 - Page 23



Exemple d'application

Pièce	Surface de plancher chauffant A_p m^2	Charge thermique nominale Φ_{NL} W	Émission thermique surfacique q_{des} W/m^2
1 Cuisine	14,4	1029	71,5
2 Séjour	34,4	2147	62,4
3 Bureau	11,3	854	75,6
4 Hall + WC rez	11,6	351	30,3
5 Buanderie	12,1	541	44,9
6 Chambre 1	15,3	905	59,2
7 Dressing	8,9	512	57,5
8 Chambre 2	14,4	822	57,1
9 Chambre 3	14,9	875	58,7
10 Palier	11,0	364	33,2
11 Bains	9,9	1047	105,8
12 WC étage	1,3	0	0
13 Débarras	2,0	37	18,5

15-06-2016 - Page 24



Exemple d'application

Cuisine

- Meubles sans plinthe inférieure pour profiter au maximum de la surface au sol

Salle de bains

- Surface sous la baignoire et la douche hors surface chauffante

Débarras et WC de l'étage

- Très faible charge
- Pas de chauffage

15-06-2016 - Page 25



Contenu de la présentation

Émission de chaleur

Dimensionnement

- Charge thermique
- Choix du système
- Pas du tube
- Température de départ – retour

Émission vers le bas

Débit d'eau

15-06-2016 - Page 26



Choix du système de chauffage

Sélection sur base de la valeur d'émission thermique surfacique la plus élevée

- Salles de bain exceptées
- La valeur maximale d'émission thermique surfacique est notée q_{\max}

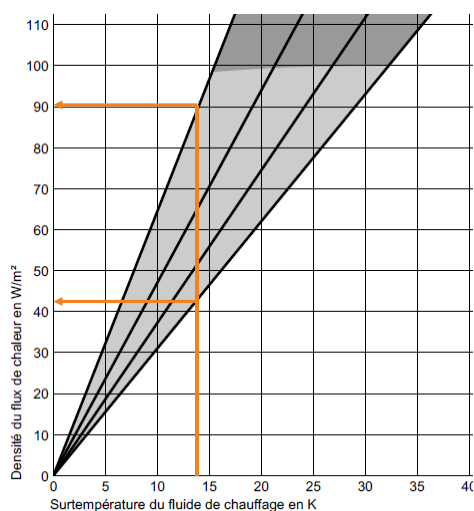
En règle générale, on suppose un revêtement de sol $R_{\lambda,B} = 0.10 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

- Permet une certaine réserve si le client ajoute du parquet ou de la moquette d'épaisseur raisonnable par exemple

15-06-2016 - Page 27

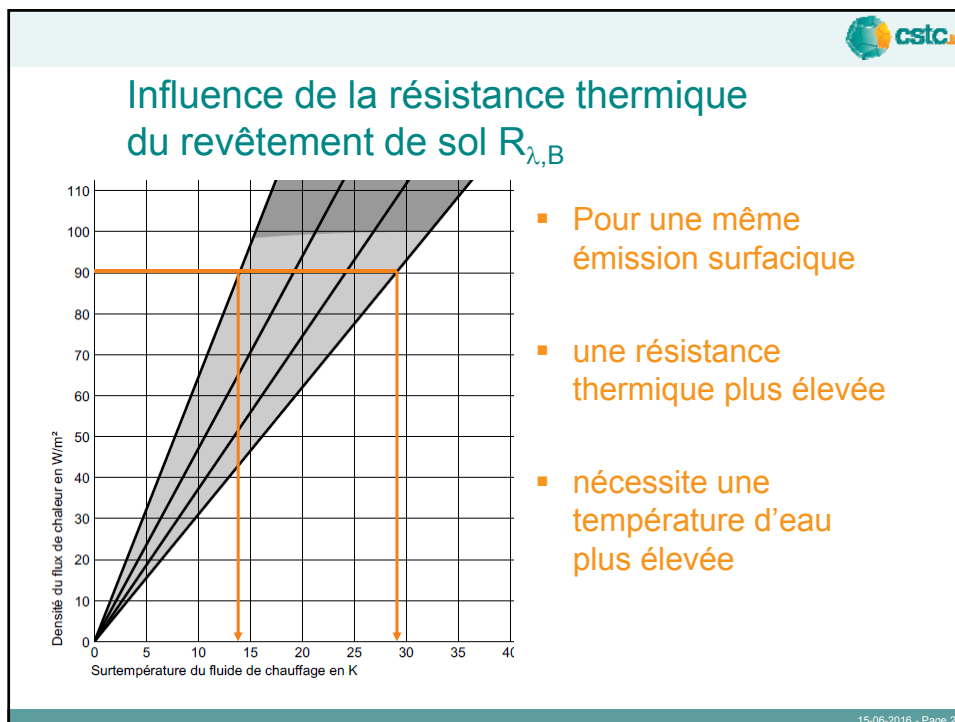



Influence de la résistance thermique du revêtement de sol $R_{\lambda,B}$



- Pour une même température d'eau
- une résistance thermique plus élevée
- entraîne une forte chute d'émission

15-06-2016 - Page 28





Contenu de la présentation

- Émission de chaleur
 - Dimensionnement
 - Charge thermique
 - Choix du système
 - Pas du tube
 - Température de départ – retour
- Émission vers le bas
- Débit d'eau

15-06-2016 - Page 30



Choix du pas

Varie généralement entre 5 et 20 cm

Petit pas

- Émission thermique plus élevée
- Température d'eau plus faible
- Longueur de tube plus élevée

Grand pas

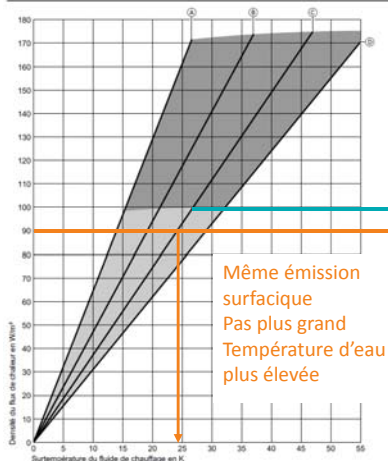
- Émission thermique plus faible
- Température d'eau plus élevée
- Longueur de tube plus faible



Influence du pas du tube T

9.2 Enrobage des tubes par la chape de 45 mm - distance de pose 100 mm

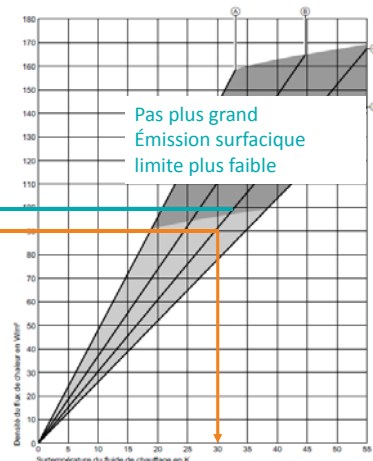
Tuyau de chauffage Vitotek 16 x 2 mm - Diagramme 2



- ① Revêtement de sol céramique, $R_{a} = 0$ m²/K/W
 - ② Revêtement de sol matériau synthétique, $R_{a} = 0,025$ m²/K/W
 - ③ Revêtement de sol moquette, $R_{a} = 0,15$ m²/K/W
- Zone avec température superficielle moyenne jusqu'à 29 °C (admissible pour une zone de séjour)
 ■ Zone avec température superficielle moyenne de +29 °C à 35 °C (admissible pour les zones liminaires)

9.4 Enrobage des tubes par la chape de 45 mm - distance de pose 200 mm

Tuyau de chauffage Vitotek 16 x 2 mm - Diagramme 4



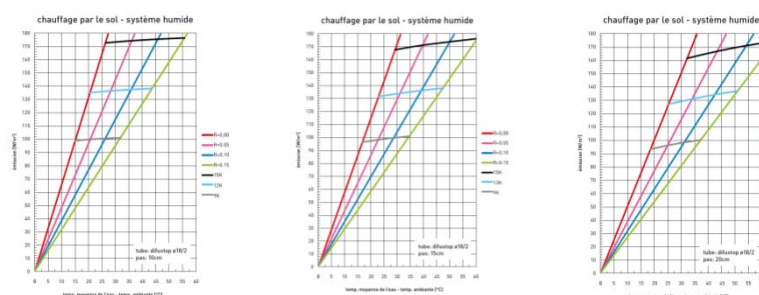
- ① Revêtement de sol céramique, $R_{a} = 0$ m²/K/W
 - ② Revêtement de sol matériau synthétique, $R_{a} = 0,025$ m²/K/W
 - ③ Revêtement de sol moquette, $R_{a} = 0,15$ m²/K/W
- Zone avec température superficielle moyenne jusqu'à 29 °C (admissible pour une zone de séjour)
 ■ Zone avec température superficielle moyenne de +29 °C à 35 °C (admissible pour les zones liminaires)



Exemple d'application

Choix d'un système sur le marché

- Pas de 10, 15 et 20 cm disponibles



15-06-2016 - Page 33



Contenu de la présentation

Émission de chaleur

Dimensionnement

- Charge thermique
- Choix du système
- Pas du tube
- Température de départ – retour

Émission vers le bas

Débit d'eau

15-06-2016 - Page 34

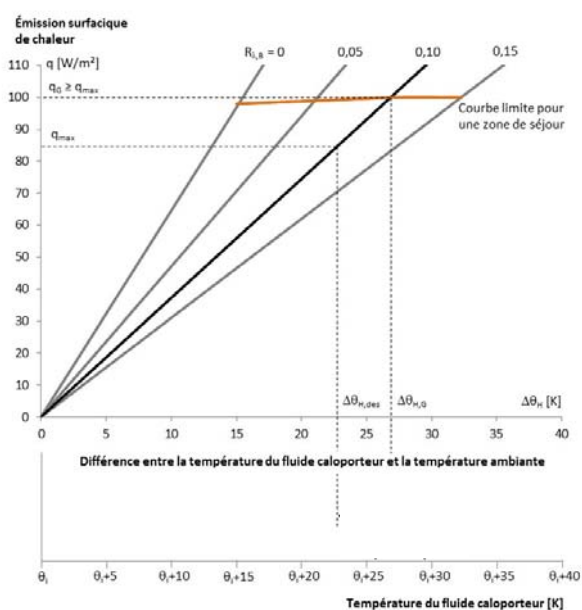


Température de départ de l'eau

Première étape

- Température moyenne de l'eau pour la valeur maximale d'émission thermique surfacique q_{\max}
- Voir courbe caractéristique

15-06-2016 - Page 35



15-06-2016 - Page 36



Température de départ de l'eau

En réalité on ne travaille pas avec une différence température moyenne arithmétique

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{2} - \theta_i$$

Mais avec une différence logarithmique

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

15-06-2016 - Page 39



Température de départ de l'eau

La formule complète est

$$\theta_{V,des} = \frac{\theta_i - (\sigma + \theta_i) \cdot \exp\left(\frac{\sigma}{\Delta\theta_{H,des}}\right)}{1 - \exp\left(\frac{\sigma}{\Delta\theta_{H,des}}\right)}$$

Si $\sigma / \Delta\theta_H \leq 0,5$, on peut utiliser l'expression simplifiée suivante

$$\theta_{V,des} = \Delta\theta_{H,des} + \theta_i + \frac{\sigma}{2}$$

15-06-2016 - Page 40

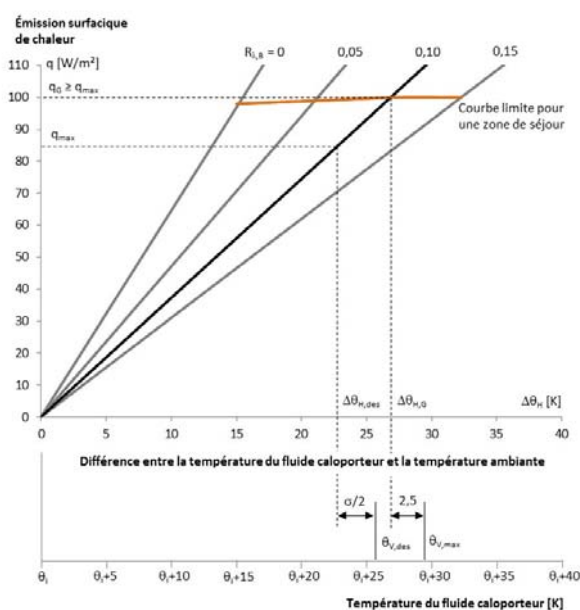


Température de départ de l'eau

La température maximale est fixée par la courbe limite (voir graphique suivant)

- En Belgique, la bonne pratique veut qu'on ne dépasse pas 45°C
- Selon NBN EN 1264-4
 - 55°C dans le cas d'une chape à base de ciment ou d'anhydrite (sulfate de calcium)
 - 45°C dans le cas d'une dalle d'asphalte

15-06-2016 - Page 41



15-06-2016 - Page 42



Température de retour de l'eau

C'est la température de départ
moins la chute de température

$$\theta_{R,des} = \theta_{V,des} - \sigma$$

15-06-2016 - Page 43



En pratique

Si on fixe la valeur de σ à 5 K
et si $\Delta\theta_{H,des}$ est supérieur à 10°C
(soit donc la majorité des cas)

$$\theta_{V,des} = \Delta\theta_{H,des} + \theta_i + 2,5$$

$$\theta_{R,des} = \Delta\theta_{H,des} + \theta_i - 2,5$$

15-06-2016 - Page 44



En pratique

Pour des raisons pratiques il convient d'arrondir la température de départ

- 43,7 °C → 44 °C

Et donc recalculer

- La température de retour
 - Voir formule complète comme pour les autres circuits
- La chute de température

15-06-2016 - Page 45



Pour les autres zones

Température de départ identique à celle de la zone avec q_{\max}

- L'eau sort du même générateur de chaleur (ou de la même vanne mélangeuse)
- Dans des grands ensembles on pourrait considérer des groupes de boucles avec des températures de départ différentes

15-06-2016 - Page 46



Pour les autres zones

On garde le même système de chauffage
mais on peut changer le pas du tube

Étant donné $q_j < q_{\max}$

- Soit on garde le même pas
et la chute de température est plus élevée
- Si la chute est fort élevée
on peut choisir un pas plus grand

On détermine la température moyenne
de l'eau sur la courbe caractéristique

15-06-2016 - Page 47



Pour les autres zones

Calcul de la température de retour

$$\theta_{R,j} = \theta_j + \left(2 \cdot \Delta\theta_{H,j}^{1/3} - (\theta_{V,des} - \theta_j)^{1/3} \right)^3$$

Calcul de la chute de température

$$\sigma = \theta_{V,des} - \theta_{R,j}$$

15-06-2016 - Page 48



Pour les salles de bain

Si $q_j > q_{\max}$

- Ou pour les zones avec une température ambiante plus élevée que la zone avec q_{\max}
- Soit on garde le même pas et la chute de température est plus faible
- Si la chute est fort faible on peut choisir un pas plus petit
- Si on n'a pas assez de puissance
 - Prévoir un radiateur en complément

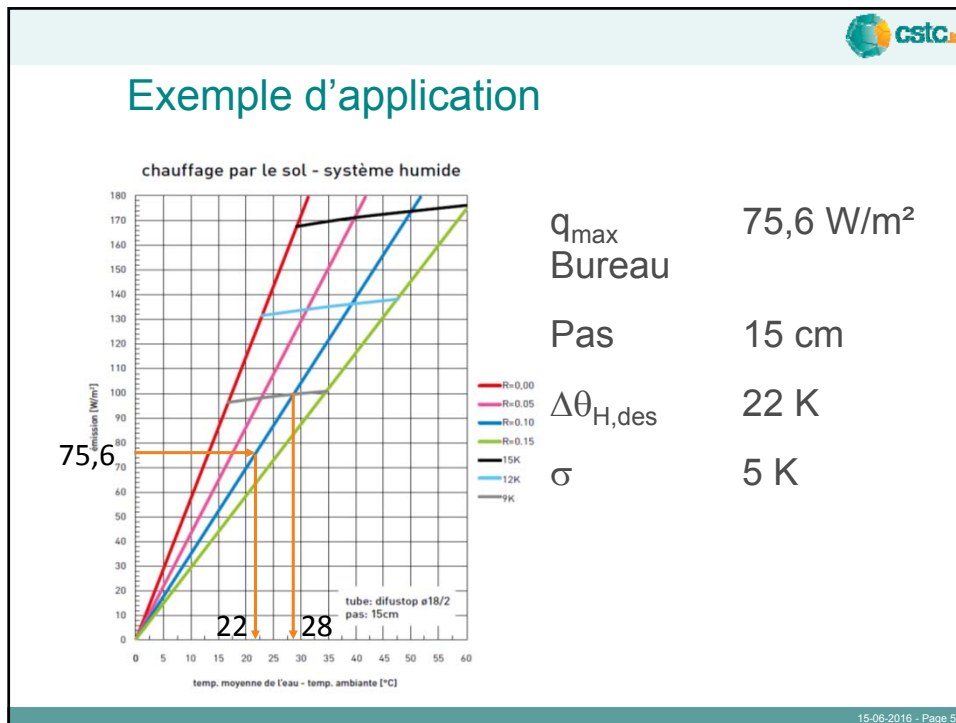
15-06-2016 - Page 49




Exemple d'application

	Pièce	Surface de plancher chauffant A_p m^2	Charge thermique nominale Φ_{HL} W	Émission thermique surfacique q_{des} W/m ²
1	Cuisine	14,4	1029	71,5
2	Séjour	34,4	2147	62,4
3	Bureau	11,3	854	75,6
4	Hall + WC rez	11,6	351	30,3
5	Buanderie	12,1	541	44,9
6	Chambre 1	15,3	905	59,2
7	Dressing	8,9	512	57,5
8	Chambre 2	14,4	822	57,1
9	Chambre 3	14,9	875	58,7
10	Palier	11,0	364	33,2
11	Bains	9,9	1047	105,8
12	WC étage	1,3	0	0
13	Débarras	2,0	37	18,5

15-06-2016 - Page 50





Exemple d'application

Température de départ théorique

$$\theta_{V,des} = \frac{20 - (5 + 20) \cdot \exp\left(\frac{5}{22}\right)}{1 - \exp\left(\frac{5}{22}\right)} = 44,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Température de retour théorique

$$\theta_{R,des} = 44,6 - 5 = 39,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

15-06-2016 - Page 52



Exemple d'application

Bureau

Température de départ 44,6°C → 45°C

Température de retour

$$\theta_{R,j} = 20 + (2 \cdot 22^{1/3} - (45 - 20)^{1/3})^3 = 39,3 \text{ °C}$$

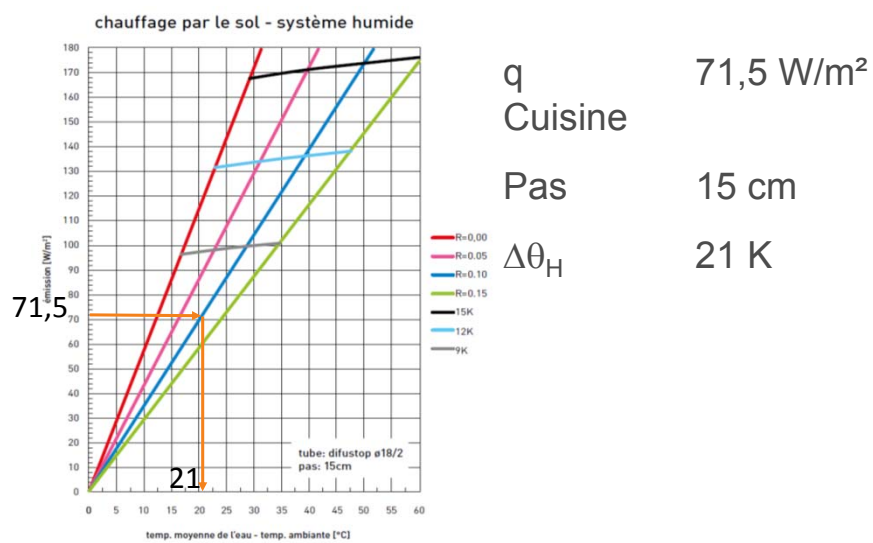
Chute de température

$$\sigma = 45 - 39,3 = 5,7 \text{ °C}$$

15-06-2016 - Page 53



Exemple d'application



15-06-2016 - Page 54



Exemple d'application

Cuisine

Température de départ 45°C

Température de retour

$$\theta_{R,j} = 20 + (2 \cdot 21^{1/3} - (45 - 20)^{1/3})^3 = 37,5 \text{ °C}$$

Chute de température

$$\sigma = 45 - 37,5 = 7,5 \text{ °C}$$

15-06-2016 - Page 55



Exemple d'application

Pièce	Émission thermique	Pas du tube T_A m	Différence de température eau - air	Température ambiante	Chute de température	Température de départ	Température de retour
	q_{des} W/m ²		Dq_H °C	q_i °C	σ °C	$q_{v,des}$ °C	$q_{R,des}$ °C
Bureau	75,6	0,15	22	20	5,7	45	39,3
Cuisine	71,5	0,15	21	20	7,5	45	37,5
Séjour	62,4	0,15	18	20	13	45	32,4
Hall + WC rez	30,3	0,20	9,5	16	27	45	17,6
Buanderie	44,9	0,20	14,5	16	23	45	21,9
Chambre 1	59,2	0,15	17	18	17	45	27,8
Dressing	57,5	0,15	16,5	18	18	45	27,2
Chambre 2	57,1	0,15	16,5	18	18	45	27,2
Chambre 3	58,7	0,15	17	18	17	45	27,8
Palier	33,2	0,20	10,5	16	27	45	18,2
Bains	105,8	0,10	27	24	-13	45	58,0

15-06-2016 - Page 56



Exemple d'application

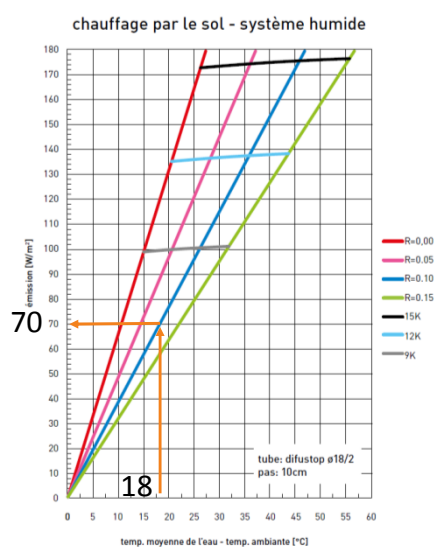
Émission maximale pour la salle de bain?

- Température moyenne de l'eau pour le bureau
- Déduire la température de la salle de bain
- Reporter cette valeur sur la courbe caractéristique
 - $\Delta\theta_H = (22 + 20) - 24 = 18^\circ\text{C} \rightarrow 70 \text{ W/m}^2$
 - $70 \text{ W/m}^2 \times 9,9 \text{ m}^2 = 693 \text{ W}$
- Radiateur: $1047 - 693 = 354 \text{ W}$

15-06-2016 - Page 57



Exemple d'application



15-06-2016 - Page 58



Exemple d'application

Pièce	Émission thermique q_{des} W/m ²	Pas du tube T_A m	Différence de température eau - air Dq_H °C	Température ambiante q_i °C	Chute de température σ °C	Température de départ $q_{v,des}$ °C	Température de retour $q_{r,des}$ °C
Bureau	75,6	0,15	22	20	5,7	45	39,3
Cuisine	71,5	0,15	21	20	7,5	45	37,5
Séjour	62,4	0,15	18	20	13	45	32,4
Hall + WC rez	30,3	0,20	9,5	16	27	45	17,6
Buanderie	44,9	0,20	14,5	16	23	45	21,9
Chambre 1	59,2	0,15	17	18	17	45	27,8
Dressing	57,5	0,15	16,5	18	18	45	27,2
Chambre 2	57,1	0,15	16,5	18	18	45	27,2
Chambre 3	58,7	0,15	17	18	17	45	27,8
Palier	33,2	0,20	10,5	16	27	45	18,2
Bains	70	0,10	18	24	5,7	45	39,3

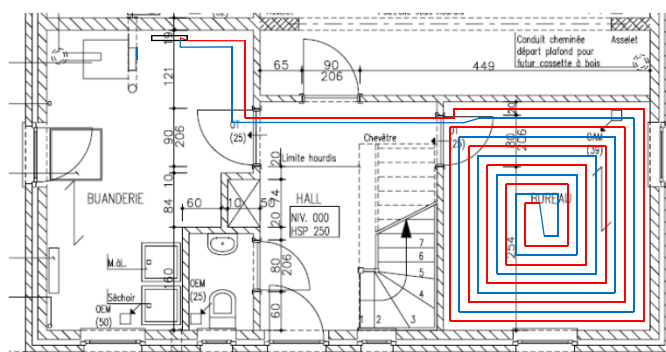
15-06-2016 - Page 59



Longueur des boucles

Surface chauffante divisée par le pas du tube

Longueur du tube vers le collecteur



$$L_R = \frac{A}{T} + L_0$$

$$L_R = \frac{11,3}{0,15} + 11 = 86 \text{ m}$$

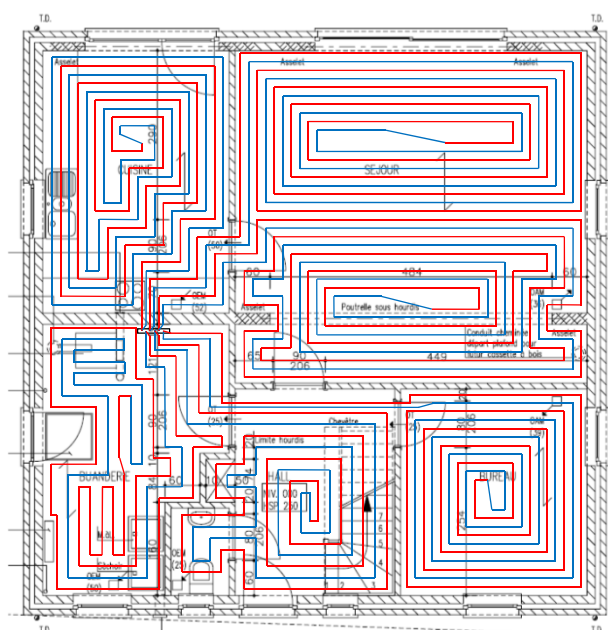
15-06-2016 - Page 60



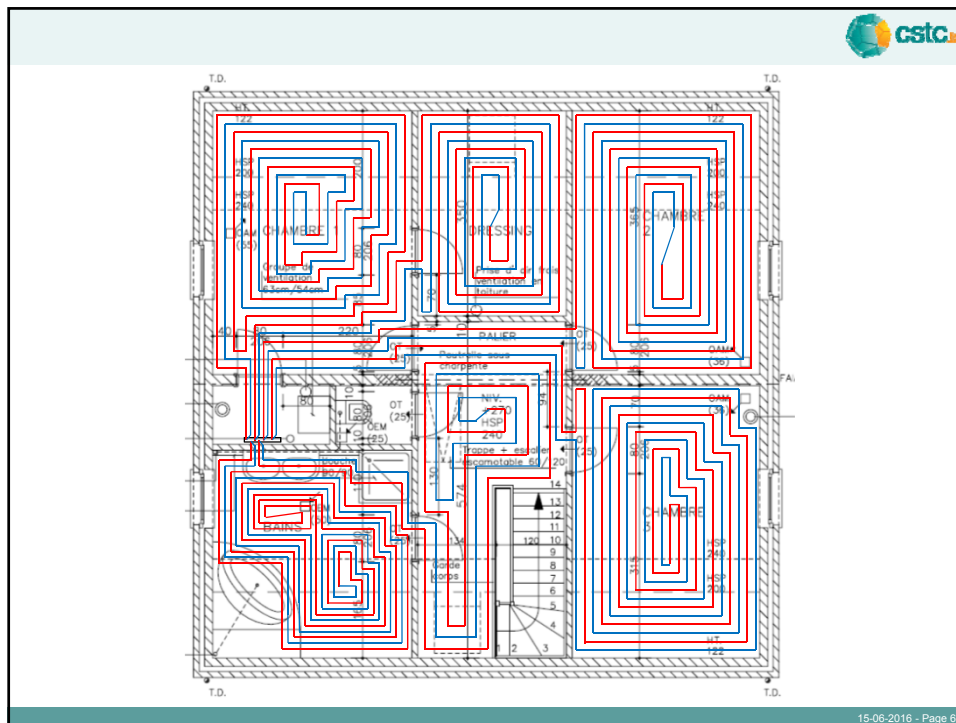
Exemple d'application

Pièce	Surface de plancher chauffant A_f m ²	Pas du tube T_A m	Longueur du tube (aller retour) entre la zone chauffée et le collecteur L_0 m	Longueur totale du tube L_A m
Bureau	11,3	0,15	11	86
Cuisine	14,4	0,15	0	96
Séjour	17,2	0,15	6	121
Séjour	17,2	0,15	5	120
Hall + WC rez	11,6	0,20	5	63
Buanderie	12,1	0,20	0	64
Chambre 1	15,3	0,15	2	104
Dressing	8,9	0,15	12	71
Chambre 2	14,4	0,15	12	108
Chambre 3	14,9	0,15	17	116
Palier	11,0	0,20	8	63
Bains	9,9	0,10	0	99

15-06-2016 - Page 61



15-06-2016 - Page 62



Zone périphérique

Si l'émission thermique surfacique de calcul est supérieure à la valeur de la courbe limite du système de chauffage par le sol pour une zone de séjour (q_G)

- Prévoir une zone périphérique
- Prévoir des corps de chauffe supplémentaires



Répartition des zones

Zone périphérique

- Surface d'une largeur maximale de 1 mètre le long des parois extérieures
- Calcul de la surface A_R sur cette base
- Pas plus faible que celui de la zone de séjour

Surface de la zone de séjour

$$A_A = A_F - A_R$$

15-06-2016 - Page 65



Répartition des zones

Répartition de l'émission thermique entre la zone périphérique (R) et la zone de séjour (A)

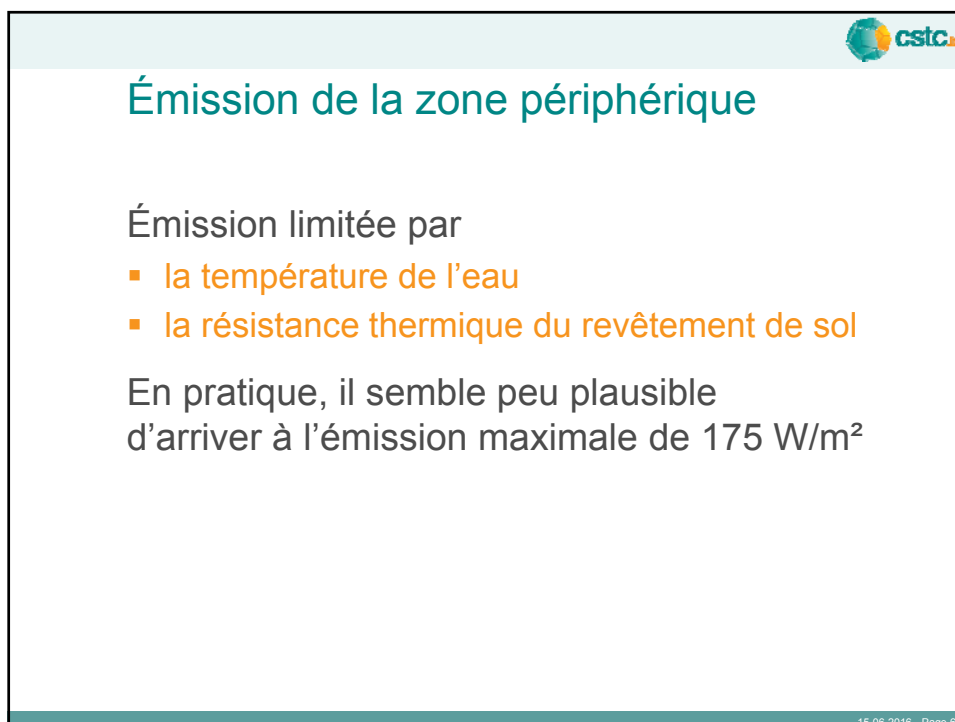
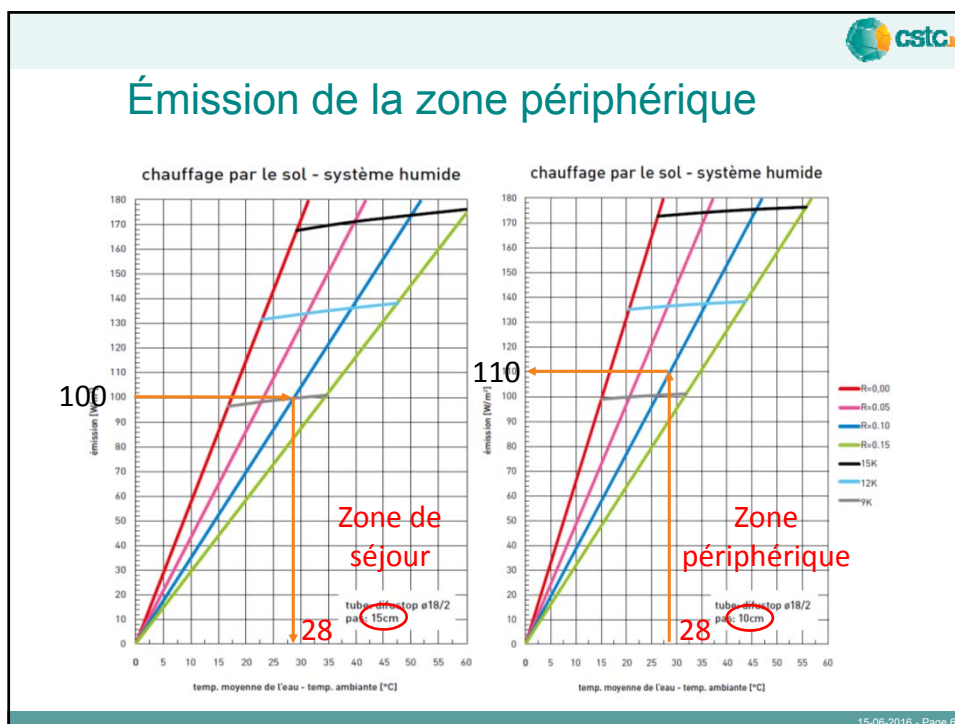
$$A_R q_R + A_A q_A \geq A_F q_{des}$$

Puisque la zone de séjour seule ne suffit pas, on va la dimensionner pour son maximum (q_G)

- Sans dépasser la température limite de l'eau

$$q_R \geq \frac{A_F q_{des} - A_A q_G}{A_R}$$

15-06-2016 - Page 66





Contenu de la présentation

Émission de chaleur

Dimensionnement

- Charge thermique
- Choix du système
- Pas du tube
- Température de départ – retour

Émission vers le bas

Débit d'eau

15-06-2016 - Page 69



Émission surfacique vers le bas

Permet de compléter
le calcul de la charge thermique

Pour le dimensionnement
du générateur de chaleur

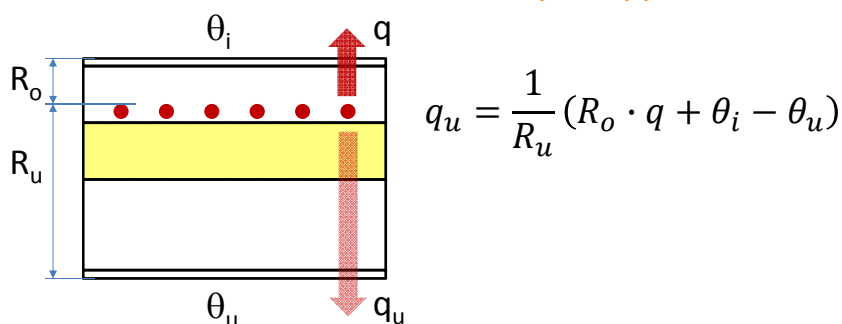
15-06-2016 - Page 70



Émission surfacique vers le bas

Les tubes d'eau chaude sont situés dans le complexe plancher

- Le calcul habituel selon NBN EN 12831 n'est pas applicable



15-06-2016 - Page 71



q_u = l'émission surfacique vers le bas [W/m²];

q = l'émission surfacique du système de chauffage par le sol (vers le haut) [W/m²];

R_o = la résistance thermique partielle haute d'un plancher chauffant [m².K/W];

R_u = la résistance thermique partielle basse d'un plancher chauffant [m².K/W];

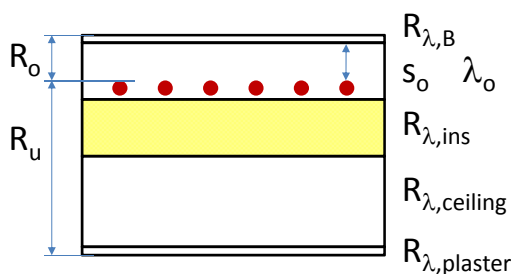
θ_i = la température ambiante nominale [°C];

θ_u = la température ambiante sous la pièce chauffée par le sol [°C].

15-06-2016 - Page 72



Résistance thermique du plancher



$$R_o = 0,0093 + R_{\lambda,B} + \frac{s_o}{\lambda_o}$$

$$R_u = R_{\lambda,ins} + R_{\lambda,ceiling} + R_{\lambda,plaster} + 0,17$$

15-06-2016 - Page 73



$1/\alpha$ = la résistance d'échange thermique au niveau de la surface du sol chauffant ; = 0,0093 [m²·K/W]

$R_{\lambda,B}$ = la résistance thermique du revêtement de sol [m²·K/W]

s_o = l'épaisseur de la couche (dalle, parquet) située au-dessus du tube [m]

λ_o = la conductivité thermique de la couche (dalle, parquet) située au-dessus du tube [W/(m·K)]

$R_{\lambda,ins}$ = la résistance thermique de l'isolation thermique [m²·K/W]

$R_{\lambda,ceiling}$ = la résistance thermique de la structure du plafond situé sous la couche d'isolation [m²·K/W]

$R_{\lambda,plaster}$ = la résistance thermique du plâtre (enduit) [m²·K/W]

$R_{\alpha,ceiling}$ = la résistance d'échange thermique au niveau du plafond se trouvant en dessous de la pièce chauffée par le sol = 0,17 [m²·K/W].

15-06-2016 - Page 74



Exemple d'application

	Nature	Épaisseur s - m	Conductivité thermique l W/(m·K)	Résistance thermique R - m ² ·K/W
1/α	Surface du sol chauffant			0,0093
R _{i,B}	Revêtement de sol			0,10
R _{i,o}	Chape au-dessus des tubes	0,045	1,3	0,03
R _o	Résistance thermique partielle haute			0,144
R _{i,ins}	Sous-couche isolante	0,08	0,05	1,60
R _{i,ceiling}	Chape d'égalisation	0,05	1,3	0,04
R _{i,ceiling}	Plancher brut préfabriqué	0,12		0,11
R _{α,ceiling}	Surface du plafond			0,17
R _u	Résistance thermique partielle basse			1,99

15-06-2016 - Page 75



Exemple d'application

Bureau

$$q_u = \frac{1}{1,99} (0,144 \cdot 75,6 + 20 - (-8)) = 19,5 \text{ w/m}^2$$

15-06-2016 - Page 76



Exemple d'application

Pièce	Surface A_i m^2	Émission surfactive q W/m^2	Température ambiante q_i $^{\circ}C$	Résistance partielle haute R_o $m^2.K/W$	Température sous la pièce q_u $^{\circ}C$	Résistance partielle basse R_u $m^2.K/W$	Émission surfactive basse q_u W/m^2
Bureau	11,3	75,6	20	0,14	-8	1,99	19,5
Cuisine	14,4	71,5	20	0,14	-8	1,99	19,2
Séjour	17,2	62,4	20	0,14	-8	1,99	18,6
Séjour	17,2	62,4	20	0,14	-8	1,99	18,6
Hall + WC	11,6	30,3	16	0,14	-8	1,99	14,2
Buanderie	12,1	44,9	16	0,14	-8	1,99	15,3
Chambre 1	15,3	59,2	18	0,14	20	1,99	3,3
Dressing	8,9	57,5	18	0,14	20	1,99	3,2
Chambre 2	14,4	57,1	18	0,14	20	1,99	3,1
Chambre 3	14,9	58,7	18	0,14	20	1,99	3,2
Palier	11,0	33,2	16	0,14	16	1,99	2,4
Bains	9,9	70,0	24	0,14	16	1,99	9,5

15-06-2016 - Page 77



Contenu de la présentation

Émission de chaleur

Dimensionnement

- Charge thermique
- Choix du système
- Pas du tube
- Température de départ – retour

Émission vers le bas

Débit d'eau

15-06-2016 - Page 78



Détermination du débit d'eau

Puissance thermique totale
d'un système de chauffage par le sol

- émission surfacique haute q
- émission surfacique basse q_u

Débit d'eau m_H d'une boucle de chauffage

$$m_H = \frac{A_F}{\sigma \cdot c_w} (q + q_u)$$

15-06-2016 - Page 79



m_H = le débit d'eau [kg/s]

A_F = la surface de la zone de chauffage
(surface de plancher chauffant) [m^2]

σ = la chute de température du fluide caloporteur [K]

c_w = la capacité thermique de l'eau = 4190
[J/(kg·K)];

q = l'émission surfacique du système de chauffage
par le sol [W/m^2];

q_u = l'émission surfacique vers le bas [W/m^2];

15-06-2016 - Page 80



Exemple d'application

Bureau

$$m_H = \frac{11,3}{5,7 \cdot 4190} (75,6 + 19,5) = 0,045 \text{ kg/s}$$

Limite inférieure

- En pratique essayer de ne pas descendre sous 0,5 l/min (ou 0,008 kg/s)
- Réglage pratique des collecteurs

15-06-2016 - Page 81



Exemple d'application

Pièce	Surface A_p m^2	Émission surfactive q W/m^2	Température ambiante q_i $^{\circ}C$	Résistance partielle haute R_{p1} $m^2 \cdot K/W$	Température sous la pièce q_u $^{\circ}C$	Résistance partielle basse R_{p2} $m^2 \cdot K/W$	Émission surfactive basse q_u W/m^2	Débit d'eau m_u kg/s
Bureau	11,3	75,6	20	0,14	-8	1,99	19,5	0.045
Cuisine	14,4	71,5	20	0,14	-8	1,99	19,2	0.041
Séjour	17,2	62,4	20	0,14	-8	1,99	18,6	0.026
Séjour	17,2	62,4	20	0,14	-8	1,99	18,6	0.026
Hall + WC	11,6	30,3	16	0,14	-8	1,99	14,2	0.004
Buanderie	12,1	44,9	16	0,14	-8	1,99	15,3	0.007
Chambre 1	15,3	59,2	18	0,14	20	1,99	3,3	0.013
Dressing	8,9	57,5	18	0,14	20	1,99	3,2	0.007
Chambre 2	14,4	57,1	18	0,14	20	1,99	3,1	0.012
Chambre 3	14,9	58,7	18	0,14	20	1,99	3,2	0.013
Pallier	11,0	33,2	16	0,14	16	1,99	2,4	0.003
Bains	9,9	70,0	24	0,14	16	1,99	9,5	0.040

15-06-2016 - Page 82



Exemple d'application

Pièce	Surface A_f m^2	Émission surfacique q W/m^2	Émission surfacique basse q_{li} W/m^2	Puissance W
Bureau	11,3	75,6	19,5	1075
Cuisine	14,4	71,5	19,2	1306
Séjour	17,2	62,4	18,6	1393
Séjour	17,2	62,4	18,6	1393
Hall + WC	11,6	30,3	14,2	516
Buanderie	12,1	44,9	15,3	726
Chambre 1	15,3	59,2	3,3	955
Dressing	8,9	57,5	3,2	540
Chambre 2	14,4	57,1	3,1	867
Chambre 3	14,9	58,7	3,2	923
Palier	11,0	33,2	2,4	390
Bains	9,9	70,0	9,5	787
				10871

Ajouter le radiateur de la salle de bain

15-06-2016 - Page 83



NBN - Public Enquiry Portal



Faites valoir votre point de vue sur les normes

Participez aux enquêtes publiques

- Accès aux projets de norme
- Possibilité de faire des commentaires

- <http://pe.nbn.be/>

15-06-2016 - Page 84

The screenshot displays the CSTC website interface. At the top right is the CSTC logo. Below it, there are two main navigation tabs: "Information & Assistance" and "Recherche, développement & innovation". Under "Information & Assistance", there are sub-sections for "Mises à jour" (updates on regulations, standards, etc.) and "Travaux" (construction information, energy performance, etc.). A central banner area features three main sections: "Je recherche une information en ligne" (online search for publications, standards, etc.), "J'ai besoin d'une assistance personnalisée" (personalized assistance via phone or email), and "Agenda" (listing various events and seminars). At the bottom, there are three contact options: "Le CSTC" (physical address), "CSTC-Mail" (email subscription), and "CSTC-Contact" (direct contact details). A small video player is also visible in the agenda section.

*Christophe
Delmotte*
02 655 77 11

www.cstc.be
www.normes.be