

ThermExcel

Présentation du programme THERMASOL

Dimensionnement du chauffage par le sol

Jean Yves MESSE - THERMEXCEL

50, rue d'Erevan (Bât. 35 le Capricorne)

92130 ISSY LES MOULINEAUX – FRANCE

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
1 GENERALITES	3
2 PRESENTATION DU PROGRAMME DE CALCUL	4
2.1 Définition des différents types de planchers chauffants	4
Nota : Parquet bois sur un plancher chauffant, les précautions à prendre :	5
2.3 Bibliothèques des types de planchers chauffants	6
2.4 Dimensionnement des planchers chauffants	10
2.4.1 Température ambiante du local	10
2.4.2 Température superficielle de planchers chauffants	10
2.4.3 Température du fluide chauffant	10
2.4.4 Inertie	11
2.4.5 Pas de pose	11
2.4.6 Feuille de calcul	12
2.5 Module d'indexation de la table réseaux	12
2.6 Calcul des pertes de charge des boucles	14
2.7 Feuille de calcul d'équipements annexes	15
2.8 Planchers en mode rafraîchissement	16

1 GENERALITES

Calculer un plancher chauffant n'est pas si facile, car une multitude de facteurs rentrent en ligne de compte selon différents paramètres de base tels que : la température de départ du fluide chauffant, la chute de température entrée/sortie dans la boucle, le mode de pose du plancher chauffant, le diamètre du tube, etc.

Ce programme de calcul THERMASOL fonctionnant sur Excel permet de dimensionner les installations de panneaux chauffants dans des installations de chauffage par le sol.

Ce programme permet de calculer très rapidement :

- ✓ Les pas de pose des tubes chauffants (les écartements entre les tubes des panneaux chauffants)
- ✓ Le linéaire de tubes chauffant à installer dans un chauffage par le sol.
- ✓ Les émissions thermiques des planchers chauffants en fonction de différents paramètres tels que les températures du fluide chauffant, du diamètre des tubes chauffants et du mode de pose.
- ✓ Le contrôle de la température de surface du plancher chauffant.
- ✓ Le calcul des pertes de charge des boucles chauffantes avec le contrôle des vitesses de passage.
- ✓ Les émissions thermiques en mode rafraîchissement avec contrôle de la température de surface de sol.

Il s'applique sur tous les types de panneaux chauffants et tient compte tout particulièrement des conditions de fonctionnement (Paramétrages réglables), telles que :

- ✓ la température du fluide chauffant (départ et retour)
- ✓ le mode de pose de chaque panneau chauffant
- ✓ la température du fluide de départ en mode rafraîchissant.
- ✓ la conductivité du béton d'enrobage (W/ m.K)
- ✓ du diamètre et du type de tube chauffant (PER, cuivre, acier, etc.)
- ✓ les températures ambiantes des locaux attenants à la dalle chauffante
- ✓ la limite de température superficielle surface de sol.
- ✓ la limitation du pas (Distance maximale entre 2 tubes)
- ✓ Des modules de calculs complémentaires sont incorporés au programme, à savoir :
- ✓ Une bibliothèque de différents modes pose de planchers chauffants.
- ✓ Une liste constituée de 60 canalisations réparties sur 5 catégories de réseaux.
- ✓ Une feuille de calcul d'équipements annexes (Vase d'expansion, soupape, etc.)

Le programme de calcul est pourvu d'une commande barre personnalisée donnant accès aux différentes procédures, boîtes de calculs et macro-commandes.

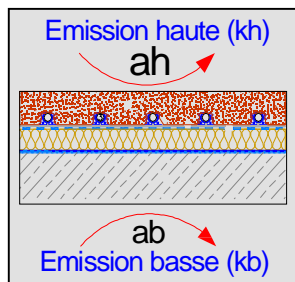
Les fichiers de travail sont créés séparément permettant d'alléger le stockage des données.

2 PRESENTATION DU PROGRAMME DE CALCUL

2.1 Définition des différents types de planchers chauffants

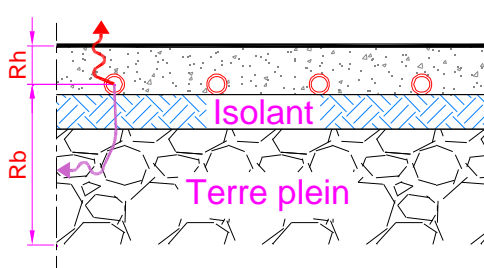
La plus grande partie des émissions se font par le sol car la pose d'un isolant sous les tubes est pratiquement systématique.

Répartition de flux de chaleur d'un panneau chauffant.

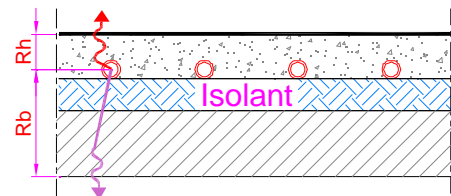


Exemples de mode pose ou types structures de planchers chauffants

Inertie thermique ("temps de réponse thermique", pour plus d'exactitude) relativement plus faible du fait de la faible épaisseur (de 6 à 8 cm en règle générale) de la dalle chauffante (chape) bien isolée en sous face.



Pose sur terre plein



Pose sur dalle intermédiaire

Le coefficient d'échange de chaleur au travers d'un plancher chauffant basse température ne dépasse pas généralement $11 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (Tout dépend du mode de pose), ce qui signifie que les puissances émises avec une température superficielle du sol limité à 28°C seront tout au plus :

- ✓ Température ambiante de 18°C (Delta T 10°C) = 110 W / m^2
- ✓ Température ambiante de 20°C (Delta T 8°C) = 88 W / m^2

Résistances thermiques & revêtements de sol

Résistance thermique des différents revêtements de sol

- tapis d'épaisseur	0,010	0,150		
	0,008	0,120		
	0,006	0,090		
	0,004	0,060		
- parquet chêne, nu	0,001	0,050		
- parquet chêne, avec tapis de 10 mm		0,200		
- parquet chêne, avec tapis de 8 mm		0,170		
- parquet chêne, avec tapis de 6 mm		0,140		
- parquet chêne, avec tapis de 4 mm		0,110		
- revêtement P.V.C. 5mm, nu		0,025		
- revêtement P.V.C. 5mm, avec tapis 10mm		0,175		
- revêtement P.V.C. 5mm, avec tapis 8 mm		0,145		
- revêtement P.V.C. 5mm, avec tapis 6 mm		0,115		
- revêtement P.V.C. 5mm, avec tapis 4 mm		0,085		
- revêtement marbre 20mm, nu		0,010		
- revêtement marbre 20mm, avec tapis 10mm		0,160		
- revêtement marbre 20mm, avec tapis 8mm		0,130		
- revêtement marbre 20mm, avec tapis 6mm		0,100		
- revêtement marbre 20mm, avec tapis 4mm		0,070		

La résistance thermique des revêtements de sol, y compris leur éventuelle couche (sous couche acoustique par exemple) ne doit pas dépasser : 0,15 m² K/W.

Nota : Parquet bois sur un plancher chauffant, les précautions à prendre :

Parquets collés

On devra s'assurer au préalable à la pose que la résistance thermique du revêtement prévu n'excède pas 0,15 m² K/W.

La température de surface du parquet doit être inférieure à 28 °C.

La pose de parquets en bois de bout n'est pas admise sur sol chauffant.

Ces dispositions sont prévues en vue de stabiliser le support à la teneur en eau correspondant à ses conditions ultérieures de service voisines de 2 % et d'éviter une migration ascendante d'humidité.

Parquets flottants

Se référer à la norme NF P 63-204 (Référence DTU 51.11).

Dans le cas où le fabricant autorise une pose sur sol chauffant, quelle que soit la saison, il y a lieu, préalablement aux travaux de parqueting, de mettre en route le chauffage pendant trois semaines au moins.

La pose du parquet est alors réalisée en respectant les dispositions particulières telles que définies dans la norme NF P 63-204-1 (Référence DTU 51.11).

Parquets sur lambourdes

Ce type de revêtement ne peut en aucun cas être employé avec un sol chauffant, en effet l'espace d'air entre la face intérieure des lattes et le sol chauffant présenterait une résistance thermique

beaucoup trop importante.

2.3 Bibliothèques des types de planchers chauffants

Ce programme comprend une feuille de données des modes type de pose de planchers chauffants.

Les modes de pose prédéfinis sont :

- ✓ Les planchers sur terre-plein
- ✓ Le plancher sur porche
- ✓ Le plancher sur sous-sol
- ✓ Le plancher intermédiaire
- ✓ Le plancher sous combles
- ✓ Le plancher sous terrasse

Dans la feuille de calcul des planchers chauffants il suffit simplement d'entrer le code du mode de pose.

Pour chacun des modes de pose prédéfinis, l'utilisateur peut modifier les différents éléments constituant la dalle en-dessous et au-dessus du tube, en introduisant l'épaisseur du composant en cm (ou la résistance) et le lambda.

La feuille de calcul permet de calculer la répartition d'émission de chaleur vers le haut et le bas en fonction du mode de pose dans le panneau chauffant.

Eventuellement l'utilisateur peut rajouter d'autres types de mode de pose.

CARACTERISTIQUES THERMIQUES DES PANNEAUX CHAUFFANTS													
Code	Désignation	Vers le bas					Vers le haut					Rg	U
		Epr	conductiv	Rb	Kb	ab	Epr	conductiv	Rb	Kh	ah		
N°	Désignation + Composition des parois	Epaisseur m	W/m.K	Réfectance m².C/W	W/m².K	W/m².K	Epaisseur m	W/m.K	Réfectance m².C/W	W/m².K	W/m².K	Réfectance m².C/W	coefficient global
1	Intermédiaire N°1			0,217	4,585	30,31%			0,097	10,294	69,09%	0,314	3,182
	- rh - revêtement dorsal - dalle béton niv. sup. - dalle béton niv. inf. - rb	---	---	---	---	---	---	---	0,086 0,040	---	---	---	---
		0,10m	1,75	0,057	---	---	0,10m	1,75	0,057	---	---	---	---
		---	---	0,160	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	Intermédiaire N°2			1,451	1,593	7,13%			0,111	8,974	92,87%	1,562	0,640
	- rh - revêtement dorsal - dalle béton niv. sup. - dalle béton niv. inf. - polystyrène - rb	---	---	---	---	---	---	---	0,086 0,040	---	---	---	---
		0,10m	1,400	0,071	---	---	0,10m	1,4	0,071	---	---	---	---
		0,05m	0,041	1,220	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	0,160	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3	Intermédiaire N°3			1,287	1,777	6,68%			0,086	10,849	93,32%	1,380	0,725
	- rh - revêtement dorsal - Béton d'enrabaqe niv. sup. - Béton d'enrabaqe niv. inf. - polystyrène - béton - rb	---	---	---	---	---	---	---	0,086 0,040	---	---	---	---
		0,02m	1,150	0,013	---	---	0,06m	1,15	0,052	---	---	---	---
		0,04m	0,040	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		0,20m	1,750	0,114	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	0,160	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4	Intermédiaire N°4			1,276	1,794	6,74%			0,086	10,849	93,26%	1,368	0,731
	- rh - revêtement dorsal - Béton d'enrabaqe niv. sup. - Béton d'enrabaqe niv. inf. - polystyrène - béton - rb	---	---	---	---	---	---	---	0,086 0,040	---	---	---	---
		0,02m	1,150	0,013	---	---	0,06m	1,15	0,052	---	---	---	---
		0,04m	0,040	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		0,10m	1,750	0,103	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	0,160	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5	Intermédiaire N°5			1,480	1,67%	5,86%			###	10,849	34,14%	1,572	0,636
	- rh	↑	---	---	---	---	---	---	0,086	---	---	---	---
	- revêtement dorsal	↑	---	---	---	---	---	---	0,049	---	---	---	---
	- Béton d'enrabaqe niv.zup.	↑	---	---	---	---	---	0,06m	1,15	0,052	---	---	---
	- Béton d'enrabaqe niv.inf.	↓	0,02m	1,150	0,013	---	---	---	---	---	---	---	---
	- polystyrène	↓	0,05m	0,049	1,250	---	---	---	---	---	---	---	---
	- Plancher bois	↓	0,02m	0,350	0,057	---	---	---	---	---	---	---	---
	- rb	↓	---	---	0,160	---	---	---	---	---	---	---	---
6	Toiture terrasse			0,189	5,33%	87,95%			1,376	0,727	12,05%	1,564	0,639
	- rh	↑	---	---	---	---	---	---	0,050	---	---	---	---
	- étanchéité multicouche	↑	---	---	---	---	---	---	0,049	---	---	---	---
	- polystyrène	↑	---	---	---	---	---	0,05m	0,04	1,250	---	---	---
	- dalle béton niv.zup.	↑	---	---	---	---	---	0,15m	1,75	0,086	---	---	---
	- dalle béton niv.inf.	↓	0,05m	1,75	0,029	---	---	---	---	---	---	---	---
	- rb	↓	---	---	0,160	---	---	---	---	---	---	---	---
7	Combles			0,189	5,33%	87,81%			1,359	0,736	12,13%	1,547	0,646
	- rh	↑	---	---	---	---	---	---	0,100	---	---	---	---
	- revêtement en camble	↑	---	---	---	---	---	---	0,049	---	---	---	---
	- polystyrène	↑	---	---	---	---	---	0,05m	0,04	1,250	---	---	---
	- dalle béton niv.zup.	↑	---	---	---	---	---	0,12m	1,75	0,069	---	---	---
	- dalle béton niv.inf.	↓	0,05m	1,75	0,029	---	---	---	---	---	---	---	---
	- rb	↓	---	---	0,160	---	---	---	---	---	---	---	---
8	Sous-sol			1,479	1,67%	10,74%			0,178	5,622	83,26%	1,656	0,604
	- rh	↑	---	---	---	---	---	---	0,086	---	---	---	---
	- revêtement dorsal	↑	---	---	---	---	---	---	0,049	---	---	---	---
	- Béton d'enrabaqe	↑	---	---	---	---	---	0,06m	1,15	0,052	---	---	---
	- dalle béton niv.zup.	↑	---	---	---	---	---	0,15m	1,75	0,086	---	---	---
	- dalle béton niv.inf.	↓	0,05m	1,75	0,029	---	---	---	---	---	---	---	---
	- polystyrène	↓	0,05m	0,04	1,250	---	---	---	---	---	---	---	---
	- rb	↓	---	---	0,200	---	---	---	---	---	---	---	---
9	Sous-sol			1,479	1,67%	10,74%			0,178	5,622	83,26%	1,656	0,604
	- rh	↑	---	---	---	---	---	---	0,086	---	---	---	---
	- revêtement dorsal	↑	---	---	---	---	---	---	0,049	---	---	---	---
	- Béton d'enrabaqe	↑	---	---	---	---	---	0,06m	1,15	0,052	---	---	---
	- dalle béton niv.zup.	↑	---	---	---	---	---	0,15m	1,75	0,086	---	---	---
	- dalle béton niv.inf.	↓	0,05m	1,75	0,029	---	---	---	---	---	---	---	---
	- polystyrène	↓	0,05m	0,04	1,250	---	---	---	---	---	---	---	---
	- rb	↓	---	---	0,200	---	---	---	---	---	---	---	---

2.4 Dimensionnement des planchers chauffants

2.4.1 Température ambiante du local

Le plancher chauffant/rafraîchissant se comporte comme un grand radiateur au sol. La chaleur, diffusée par rayonnement, est homogène dans toute la pièce. Avec la suppression de zones froides, ce mode de chauffage permet d'obtenir la même sensation de bien-être à 18°C qu'avec un autre type de chauffage à 20°C (sécurité thermique). Un abaissement d'un degré de la température ambiante générant 7% d'économie d'énergie (source Adème), le rapport qualité-prix-exploitation du plancher chauffant/rafraîchissant est particulièrement intéressant.

2.4.2 Température superficielle de planchers chauffants

La température superficielle maximale du sol en France est fixée par décret à 28°C en tout point du local pour une température intérieure de 19°C (DTU 65.8).

La norme européenne donne des valeurs un peu plus importantes, 29°C et même 35°C pour les zones de bordure pour une température intérieure de 20°C.

2.4.3 Température du fluide chauffant

Le choix de la température de départ du fluide n'est pas aussi facile qu'il y paraît. La température de départ va influencer :

- ✓ la température superficielle du sol
- ✓ les émissions thermiques hautes du plancher chauffant, donc, la longueur de la boucle et par conséquent le pas.

Dans tous les cas, la température maximale du fluide ne devra pas excéder 50°C (DTU 65.8)

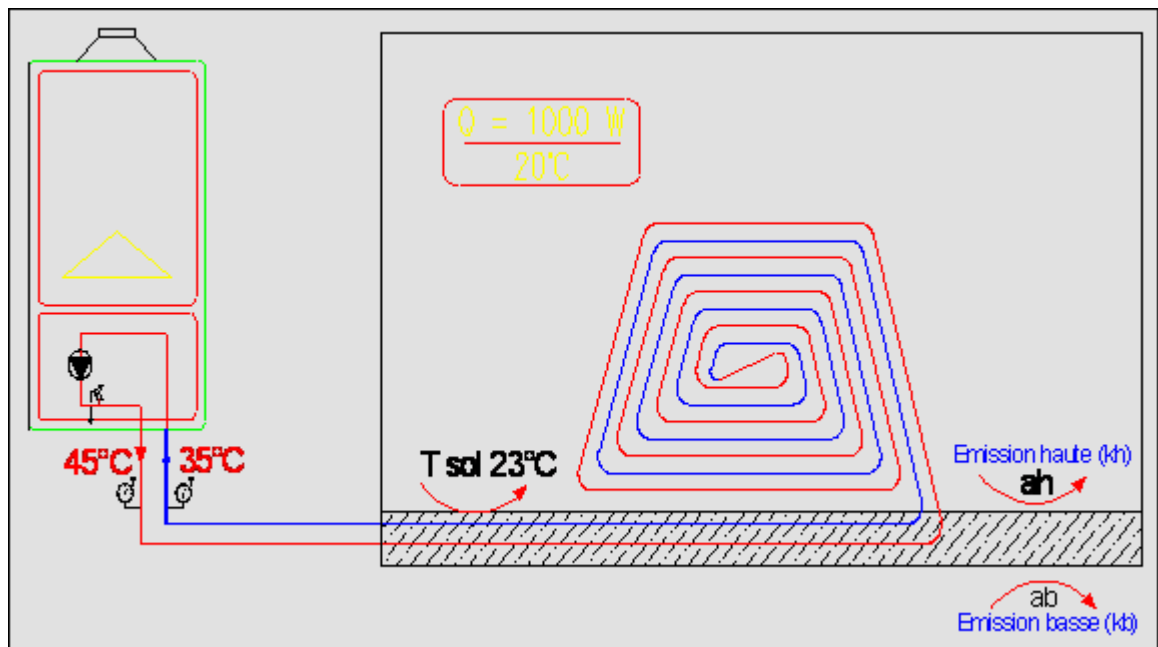
La chute de température d'un plancher chauffant se fait sur une plage de 5 à 10°C et plus généralement 8 à 10°C.

Si la température superficielle du sol dépasse 28°C il y a lieu de prendre une température de départ du fluide inférieure ou d'augmenter la chute de température du fluide.

La température de départ de l'eau : 50°C maxi, ce qui donne une température moyenne, avec une chute de 10°C, de 45°C. Afin de ne pas risquer de dépasser la température superficielle du sol, fixé par décret à 28°C.

Les températures moyennes généralement utilisées sont : 35, 40 et 45°C ce qui permet aussi d'abaisser le coût d'exploitation. Ces températures ne sont pas des obligations, il est tout à fait possible de baser une étude sur une température de départ de 36°C (généralement on ne descend pas en dessous 35°C) et d'adopter une chute de 8°C ceci donne alors une température moyenne de 32°C.

Il faut savoir qu'en moyenne la température de la peau chez l'homme est d'environ 31°C il est donc difficile, par simple contact, de détecter la présence d'un sol chauffant, on peut tout au plus constater que le sol n'est pas relativement froid.



2.4.4 Inertie

Le chauffage par le sol est intéressant (tant au niveau du confort que de la consommation) :

- ✓ dans des locaux situés au-dessus de locaux chauffés,
- ✓ non soumis à des apports de chaleur importants et variables (occupants, soleil, ...),
- ✓ à usage continu (de type hébergement).

Par exemple, le chauffage par le sol ne convient pas vraiment pour une école dont le temps d'occupation et les apports de chaleur gratuits (élèves, ensoleillement) sont importants. Pas plus pour un restaurant. Il ne convient pas non plus pour tout local fortement ensoleillé.

Par contre, il convient tout à fait dans les locaux de grande hauteur (atrium, local avec mezzanine, etc.) pour lesquels la stratification des températures devient importante dans le cas d'un chauffage par convection.

2.4.5 Pas de pose

On appelle le "**pas**", l'écartement en centimètre qu'il y a entre les tubes du panneau.

Prévoir une boucle minimum par pièce, ce qui permet d'avoir une indépendance et donc une possibilité d'adapter chaque pièce au confort souhaité. Dans la mesure du possible il faut essayer de ne pas avoir de boucle commune à plusieurs pièces car sinon il y a interdépendance, ce qui génère des problèmes d'équilibrage pour obtenir la température d'équilibre thermique.

Dans le cas du plancher avec fonction réversible, les calculs de pas seront faits en respectant la température maximale de sol de 28°C en tout point et ce pour la température extérieure de base.

2.4.6 Feuille de calcul

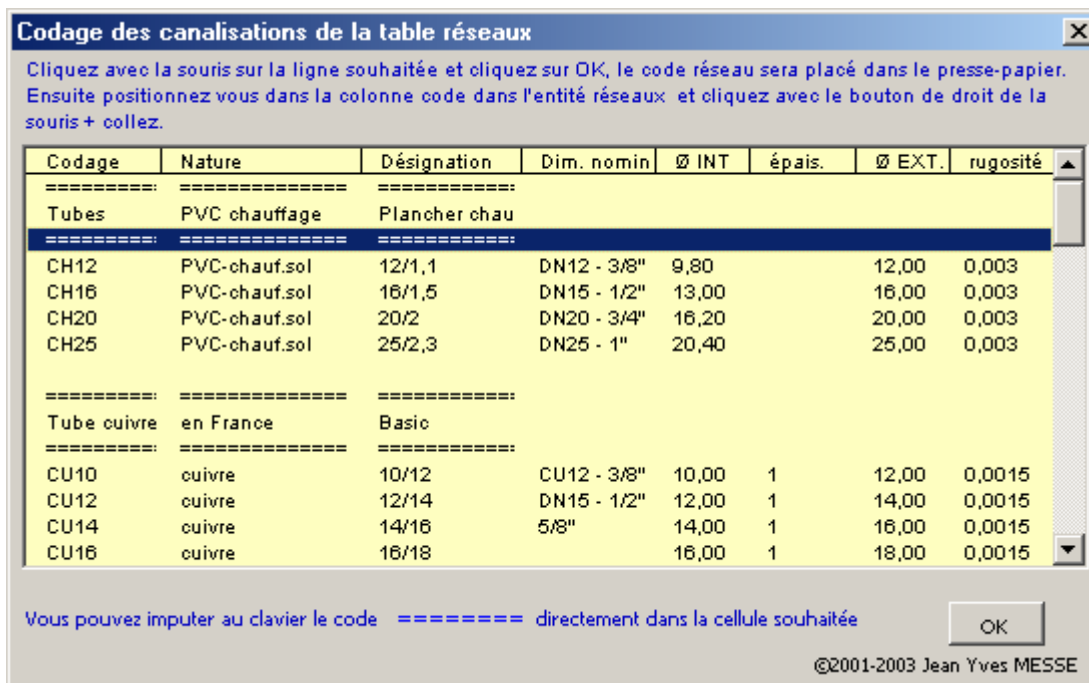
CALCUL DES NAPPES CHAUFFANTES																												
Tubr PP		Matériau tube par défaut																										
Eléments circuit fluide chauffant																												
49°C		Température de départ (35 à 45°C)																										
39°C		Température de retour (H°C maximum défini)																										
Eléments dalle chauffante																												
20°C		Limite température superficielle surface dorsal																										
18 cm		Limitation de pas (Distance maximale entre 2 tubes)																										
1.10		Coefficient de déperdition (W/m.K)																										
100		Majoration de perditions																										
Plancher sur terre plein																												
-7°C		Température extérieure																										
1.00 m		Lanqueur isolant périphérique																										
0.04		Conductivité thermique de l'isolant																										
3 cm		Épaisseur de l'isolant																										
Eléments d'entrée														Valeurs résultantes														
A Température du local (Prendre une temp. de 2°C à la B Température ambiante du local attenante au local et C Déperdition du local D Puissance thermique restituée (W/m ²) dans le local (fa- E Lanqueur au surface du local F Lanqueur du local (Facultatif) G Surface du plancher haut chauffant H N° du type de la nappe chauffante (Voir annexe) I Cade du type de tube (Voir cadre réseau) - Ø 16/13 pare au J Linéaire liaison tube chauffant entre local et répartit K Linéaire des parois extérieures (Uniquement sur planch														a1 Facteur d'émersion vers le haut du plancher a2 Facteur d'émersion vers le bas du plancher a3 Diamètre intérieur du tube chauffant a4 Lanqueur du tube chauffant dans la dalle (Maxi 120 m pa a5 Puissance thermique linéaire émise par le tube chauffant a6 Puissance thermique totale émise par le tube chauffant a7 Ratio de puissance émise vers le haut par m ² de planche a8 Température superficielle du dal a9 Puissance thermique émise du plancher chauffant vers l a10 Puissance thermique émise du plancher chauffant vers l a11 Puissance thermique complémentaire à prévoir (radio a12 Débit d'eau dans le tube de nappe chauffante														
ELEMENTS DE BASES														CARACTERISTIQUES DES NAPPES CHAUFFANTES														
N°	pièces	Température		Déperdition			Surface plancher			Nappes chauffantes										Émission de chaleur plancher					Appareil			
		ambian	Kk	D [ul]	Appareil	W	Lq / m ²	Larg.	Surf allit	Sf local	Ø	Liaison	Dalle	Matériau	Pas d	Type plancher	Ø real	Ø ial	Liaison	Inbr	Isolat	Ratio	Temp	Heat (E)		Des (E)	eface air	
		-C	-C	W	W	W	m ²	m	m ²	H	I	J	K	Matériau	Pas d	Type plancher	Ø real	Ø ial	Liaison	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11
1	EDUCATION PH	19-C	48-G	3000	3300	5,00	18,00	58,00	TP1	CH20	28=		PVC-uk	30	Terre plein H	28,0	16,2	199,2	1,84	4195	55,8	24,7-C	3300	212				
		19-C	48-G	2000	2200	5,00	18,00	58,00	TP1	CH20	28=		PVC-uk	30	Terre plein H	28,0	16,2	76,5	1,84	2375	44,8	22,8-C	2200	172				
		19-C	48-G	3500	3850	5,00	18,00	58,00	TP1	CH20	28=		PVC-uk	30	Terre plein H	28,0	16,2	159,5	1,84	4785	77,8	25,5-C	3500	294				
2	SALLE D'EXERC	19-C	18-C	3000	3300	5,00	5,00	25,00	3	CH20	28=		acier	20	Sauvonal	22,0	28,0	145,0	1,53	3575	180,5	28,4-C	2743	355	587			
		19-C	48-G	3000	3300	3,50	3,00	18,50	TP1	20	28=		Tubr PP	25	Terre plein H	23,0	28,0	62,0	1,87	1950	128,8	29,9-C	1000	50	2840			
3	SALLE D'EXERC	19-C	48-G	3000	3300	3,50		3,50	TP1	CH15			PVC-uk	25	Terre plein H	16,0	19,0	14,0	1,72	400	112,4	28,7-C	333	14	3567			
		19-C	48-G	3000	3300	3,50	0,50	23,75	TP1	CH15			PVC-uk	25	Terre plein H	16,0	19,0	119,0	1,72	3455	118,7	28,5-C	3235	172	667			
		19-C	48-G	3000	3300	6,00	0,50	54,00	TP1	CH15			PVC-uk	30	Terre plein H	16,0	19,0	142,0	1,74	4195	77,6	25,7-C	3350	232				
4	SALLE D'EXERC	18-C	48-G	3000	3300	3,00		3,00	TP1	CH15			PVC-uk	25	Terre plein H	16,0	19,0	62,0	1,72	303	118,8	28,2-C	357	15	3603			
		17-C	48-G	3000	3300	3,50	0,50	23,75	TP1	CH15			PVC-uk	20	Terre plein H	16,0	19,0	607,0	1,53	4854	133,1	28,3-C	3500	34				
		16-C	3000	3300	3,50	0,50	23,75	TP1	CH15			PVC-uk	20	Terre plein H	16,0	19,0	122,5	1,53	4193	133,1	27,5-C	3300	145					
		19-C	3000	3300	3,50	0,50	23,75	TP1	CH15			PVC-uk	25	Terre plein H	16,0	19,0	119,0	1,72	3455	112,4	28,7-C	3344	124	646				
		18-C	333	366,5	4,00	4,00	16,00	TP1	CH15			PVC-uk	30	Terre plein H	16,0	19,0	12,2	1,74	300	22,3	28,8-C	305	15					
10		20-C	18-C	3000	3300	18,00	18,00	180,00	2	CH20			PVC-uk	30	Cambre	28,0	16,2	190,0	1,53	3482	4,8	28,4-C	182	3300	3400			
11		20-C		2000	2200	45,00	18,00	450,00	3	CH15			PVC-uk	30	Sauvonal	16,0	19,0	186,0	1,55	2405	4,3	28,4-C	2200	252				
		18-C		2000	2200	4,00	3,00	12,00	3	CH15			PVC-uk	25	Intermédiaire	16,0	19,0	48,0	2,88	1636	127,2	23,8-C	1525	185	674			
RECAPITULATIF				47033	51735		340											1520			4400		36785	5535	14950			

Toutes les cellules placées dans les colonnes en couleur grises sont paramétrées. Les résultats s'affichent instantanément par calcul automatique.

Les valeurs limites s'affichent en couleur rouge

2.5 Module d'indexation de la table réseaux

L'affichage et l'imputation éventuelle des types de réseaux se font par l'intermédiaire d'un module spécifique.



Les types de canalisations intégrées dans le programme HydroExcel pour le calcul des pertes de charge, sont :

- ✓ Tube acier noir T1 et T2 (utilisation classique) - Diamètre DN12 à DN50
- ✓ Tube acier noir T3 - Diamètre DN12 à DN50
- ✓ Tube cuivre (usage courant) - Diamètre DN10 à DN 50/52
- ✓ Tube cuivre selon normes Européenne série X, Y ,Z - Diamètre 4 à 42 mm
- ✓ Tube polyéthylène (PER) - Diamètre DN12 à DN 25

Les tubes en matériau de synthèse sont plus faciles à manoeuvrer que les tubes en acier. Fournis en couronnes de différentes longueurs pour une plus grande commodité, ils évitent les raccords dans le sol contrairement aux soudures qui étaient faite sur le tube acier.

Diamètre des tubes

Les canalisations en tube cuivre qu'il est possible d'utiliser sont 10x12, 13x16, 16x20 et 20x25

Les canalisations les plus utilisées les tubes PER en Ø 13x16 et 16x20.

L'émission thermique d'un tube 13x16 sera moindre que pour un tube de 16 x 20 (-5% à -10% en moyenne en W/m°C).

Les longueurs de tubes qu'il faut de dépasser sont :

- ✓ 160 m pour du tube 16x20.
- ✓ 120 m pour du tube 13x16.

Le risque d'entartrage par les boues de chauffage des canalisations sera réduit avec du 16x20.

La perte de charge de la boucle la plus défavorisée ne doit pas dépasser 500 mbar si possible pour réduire les coûts de consommation d'électricité.

La partie de tuyauterie alimentant un panneau et traversant un autre panneau est appelée ' passage '. L'émission de ces tuyauteries vient donc en déduction des besoins calorifiques à assurer par le panneau qu'elles traversent.

2.6 Calcul des pertes de charge des boucles

Sur la même feuille de travail les pertes de charge des boucles de chauffage par le sol sont calculées automatiquement.

CARACTERISTIQUES DES NAPPES CHAUFFANTES												BOUCLES									
Nappes chauffantes								Emissions de chaleur planchers				Appoints		Eléments hydrauliques							
Sflocal	Ø	Liaisons	Bardes	Matériaux	Par d	Type plancher	Ø val	Ø int	Liaisons	Isolr	Isolat	Ratln	Tauxf	Haal (E)	Paal (E)	W/Wk	Débit	Vitesse	Usure	Totale	
m²	mm	m	m	Matériau	mm	Défaillance	mm	mm	Isolr (E)	W/m²	W	W/m²	°C	W	W	W/k	m³/s	m/s	mbar	mbar	
H	I	J	K				a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a12			Parte de charge	
TP1	CH20	20m		PVC-cable	30	Terraplaie H-1	20,0	16,2	133,2	1,84	4139	66,0	24,7°C	3300	215		355,7	0,479	2,1	284	
TP1	CH20	20m		PVC-cable	30	Terraplaie H-1	20,0	16,2	76,5	1,84	2375	44,0	22,8°C	2200	175		204,2	0,275	0,8	62	
TP1	CH20	20m		PVC-cable	30	Terraplaie H-1	20,0	16,2	151,5	1,84	4705	77,0	25,6°C	3850	234		404,7	0,545	2,6	400	
9	CU20	20m		cuivre	20	Sensual	22,0	20,0	145,0	1,53	3575	108,5	28,4°C	2713	369	587	307,4	0,272	0,6	87	
TP1	20	20m		Tube PP	25	Terraplaie H-1	23,0	20,0	62,0	1,87	1958	120,0	29,3°C	1260	66	2040	168,4	0,149	0,2	13	
TP1	CH16			PVC-cable	25	Terraplaie H-1	16,0	13,0	14,0	1,72	408	112,4	28,7°C	393	14	3567	35,06	0,073	0,1	2	
TP1	CH16			PVC-cable	25	Terraplaie H-1	16,0	13,0	119,0	1,72	3465	110,7	28,5°C	3293	172	667	298	0,624	4,4	525	
TP1	CH16			PVC-cable	30	Terraplaie H-1	16,0	13,0	343,2	1,74	4195	77,6	25,7°C	3960	235		360,8	0,755	6,2	877	
TP1	CH16			PVC-cable	25	Terraplaie H-1	16,0	13,0	12,0	1,72	369	118,8	28,2°C	357	13	3603	31,77	0,066	0,1	1	
TP1	CH16			PVC-cable	20	Terraplaie H-1	16,0	13,0	117,3	1,69	4051	133,1	28,5°C	3960	91		348,4	0,729	5,8	738	
TP1	CH16			PVC-cable	20	Terraplaie H-1	16,0	13,0	122,6	1,69	4103	133,1	27,5°C	3960	143		352,9	0,739	5,9	727	
TP1	CH16			PVC-cable	25	Terraplaie H-1	16,0	13,0	119,0	1,72	3465	112,4	28,7°C	3344	121	616	298	0,624	4,4	525	
TP1	CH16			PVC-cable	30	Terraplaie H-1	16,0	13,0	12,2	1,74	380	22,9	20,0°C	366	13		32,64	0,068	0,1	1	
7	CH20			PVC-cable	30	Cambria	20,0	16,2	130,0	1,56	3402	1,0	20,1°C	102	3300	3198	292,6	0,394	1,5	195	
9	CH16			PVC-cable	30	Sensual	16,0	13,0	106,1	1,55	2465	4,9	20,4°C	2200	265		212	0,444	2,4	259	
3	CH16			PVC-cable	25	Isolant/Plaque H	16,0	13,0	48,0	2,00	1636	127,2	29,0°C	1526	109	674	140,7	0,294	1,2	58	
									1521				44688			36786	5536	14951	3843		
 Valeur de la boucle la plus défavorisée (500 mbar maxi si possible) 																					
																			877,14		
- Coefficient majoration de sécurité (assemblage mal réalisé, entretoise prévue)																			1,20		43,86
- Coudes, raccords, etc.																			2,20		175,43
- Collecteur distributeur																			10,10		100,00
- Vanne de régulation																			1,00		70,00
- Vanne directement																			1,00		70,00
Total PDC panneau chauffant & Répartiteur																			1266,42		

Vous pouvez également choisir l'unité de pression de votre choix dans l'étude :

- ✓ Pascal
- ✓ DecaPascal (10 Pa)
- ✓ mm d'eau (9.807 Pa)
- ✓ mbar (100 Pa)
- ✓ Kilo Pascal (1000 Pa)
- ✓ Psi, Pound per square inch (6896.47 Pa)
- ✓ Bar (100000 Pa)

2.7 Feuille de calcul d'équipements annexes

Dans le programme Thermasol, une feuille de calcul complémentaire totalement programmée peut être insérée dans le fichier de travail.

Volume d'eau (valeurs indicatives)				Linéaire		Calorifuge		Peinture		Contenance eau			
				m	épr	surf/m ² m	Q x surf	surf/m ² m	Q x surf	U	litres	U x Q	
- ventilateurs : 5 à 6 l / kWh										8 ku	8,00 l	64,00 l	
- aérothermes : 7 à 8 l / kWh										9,00 l			
- panneaux solaires : 8,5 à 10 l / kWh										6 ku	11,00 l	66,00 l	
- radiateurs acier : 10 à 11 l / kWh										300 ku	2,00 l	600,00 l	
- chauffages centraux et collectifs : 21 l / kWh													
Ø nominal		Ø EXT.	Ø INT.							m	l/m	m x Q	
32	33/42	42,40 mm	36,60 mm	100 m	25 mm	0,290 m ²	29,01 m ²	0,133 m ²	13,31 m ²	100 m	1,052 l	105,16 l	
CU34	34/36	36,00 mm	34,00 mm		25 mm	0,270 m ²		0,113 m ²			0,907 l		
CU40	40/42	42,00 mm	40,00 mm		25 mm	0,289 m ²		0,132 m ²			1,256 l		
40	40/49	48,30 mm	42,50 mm	80 m	25 mm	0,309 m ²	24,69 m ²	0,152 m ²	12,13 m ²	80 m	1,418 l	113,43 l	
50	50/60	60,30 mm	53,80 mm	50 m	50 mm	0,503 m ²	25,17 m ²	0,189 m ²	9,47 m ²	50 m	2,272 l	113,61 l	
65	66/76	76,10 mm	69,60 mm		50 mm	0,553 m ²		0,239 m ²			3,80 l		
80	80/90	88,90 mm	82,40 mm	60 m	50 mm	0,593 m ²	35,59 m ²	0,279 m ²	16,75 m ²	60 m	5,33 l	319,80 l	
100	107/114	114,30 mm	105,30 mm		50 mm	0,673 m ²		0,359 m ²			8,70 l		
125	129/17	133,00 mm	125,00 mm		50 mm	0,732 m ²		0,418 m ²			12,27 l		
150	168,3/14,5	168,30 mm	159,30 mm		50 mm	0,842 m ²		0,528 m ²			19,92 l		
200	219,1/16,3	219,10 mm	207,30 mm		50 mm	1,002 m ²		0,688 m ²			33,73 l		
250	273/16,3	273,00 mm	260,40 mm		50 mm	1,171 m ²		0,857 m ²			53,23 l		
300	323,9/17,1	323,90 mm	309,70 mm		50 mm	1,331 m ²		1,017 m ²			75,29 l		
								Calorifuge	213,59	Peinture	99,42	Volume d'eau	1605,1 L

Calcul du vase d'expansion sous pression d'azote (Vase d'expansion fermé)	
- Volume d'eau dans l'installation (V _e)	1605,08 L
Pression circuit d'eau	
- Pression statique (P _s) + 0,3 bar (pression de gonflage vase d'expansion)	1,00 bar
- Pression de fonctionnement installation (P _e - Pression relative)	3,00 bar
Calcul expansion	
- Temp. d'eau de remplissage	10 °C
- Temp. d'eau en fonctionnement	90 °C
- Densité eau à 1 bar pour 10 °C, en kg/m ³	999,78
- Densité eau à 3 bar pour 90 °C, en kg/m ³	965,20
Facteur d'expansion (n)	3,58%
Volume d'expansion eau	57,49 L
Facteur de pression installation	2,01
Volume utile du vase expansion (V _{exp})	115,36 L
Volume utile de sécurité en cas de perte d'eau installation	16,05 L x 2,01 = 32,21 L
Volume nominal du vase d'expansion (V _n)	147,57 L

Vase d'expansion ouvert (Il doit obligatoirement être placé au point le plus haut de l'installation)	
- Capacité utile en % en eau de l'installation	6% 96,3 L (capacité utile du vase d'expansion ouvert)
- Ø du tube d'expansion (Vitesse < à 0,10 m/s)	300,0 kw 39 mm
- Ø du tube de sécurité	

Soupape de sécurité	
- Ø de raccordement du tube de sécurité	Puissance therm. 530,0 kw Ø mm 47 mm

Bouteille casse pression	
Vitesse dans la bouteille : 0,05 à 0,10 m/s	Puissance therm. 300,0 kw delta T 20 °C vit m/s 0,10 Ø mm 214 mm

Volume d'eau minimum circuit eau glacée - V = (N x 60 x Z) / 4,18 x delta T	
- Puissance du premier étage des refroidisseurs de liquide (kW)	N 67,0 kw
- Temps de fonctionnement minimum acceptable (mini 5 mn)	Z 5,00 mn
- Ecart de température aux conditions de charges partielles (approx. 2°C)	delta T 2 °C
- Contenance totale minimale en eau (litres) de l'installation	V 2404,3 L

Cette feuille permet de dimensionner les équipements complémentaires dans une installation thermique, à savoir :

- ✓ Le ou les vases d'expansion (fermé ou ouvert)
- ✓ La ou les soupapes de sécurité.

- ✓ La bouteille casse pression ou bouteille de découplage hydraulique.
- ✓ Le volume d'eau tampon dans une installation d'eau glacée pour assurer le bon fonctionnement des refroidisseurs de liquide.
- ✓ Le calcul automatique de la contenance en eau de l'installation, de la surface de calorifuge et de la peinture pour les travaux de sous-traitance par exemple.

2.8 Planchers en mode rafraîchissement

La capacité d'émission et d'absorption d'un plancher réversible est limité dans sa possibilité à refroidir l'air ambiant et ceci pour les raisons suivantes, à savoir :

- ✓ d'empêcher les risques de condensation de l'humidité de l'air à la surface du sol.
- ✓ un plus faible coefficient d'échange superficiel (environ 6,25 W/m²/°C en moyenne contre 11,6 W/m²/°C pour le chauffage). Le sens du flux thermique vers le haut est réduit, la résistance thermique superficielle est plus importante ($1 / 6,25 = 0,16 \text{ m}^2.\text{K/W}$ contre $1 / 11,6 = 0,086 \text{ m}^2.\text{K/W}$) ce qui réduit de façon significative les valeurs du coefficient surfacique.
- ✓ l'écart moyen des températures est moins important qu'en chauffage, ce qui réduit encore la possibilité d'absorber les apports thermiques.

Règles à respecter pour les planchers réversibles.

- ✓ Les isolants thermiques à base de matières plastiques alvéolaires sont seuls utilisables (polystyrène expansé, polystyrène extrudé, mousse de polyuréthane).
- ✓ Pour éviter tous risques de condensation sur les réseaux de distribution et tubes départ/retour vers le plancher prévoir si nécessaire un calorifuge.
- ✓ La résistance thermique au dessus du tube ne dépassera pas 0,13 m².K/W (contre 0,15 m².K/W pour un plancher fonctionnant en mode chauffage exclusivement), celle des revêtements de sol, situés au-dessus des éléments chauffants, étant limitée à 0,09 m².K/W et celle de la dalle proprement dite à 0,04 m².K/W.
- ✓ Les dalles ne doivent avoir pas une trop forte inertie thermique. Il est donc nécessaire de limiter leur masse surfacique (masse comptée au dessus de l'isolant) augmentée de celle du revêtement de sol associé à 160 kg/m².
- ✓ Les différents locaux équipés d'un plancher rafraîchissant doivent être ventilés correctement.
- ✓ Le circuit de départ doit comporter un dispositif limitant la température de l'eau à l'entrée des panneaux rafraîchissant en période estivale. Cette température est définie en fonction de la situation géographique selon le tableau ci-dessous.

Lieu géographique en France	Température minimale de départ du fluide
Zone côtière de la Manche, de la mer du Nord et de l'océan atlantique au nord de l'embouchure de la Loire, largeur 30 kms	19 °C
Zone côtière de l'océan atlantique au sud de l'embouchure de la Loire et au nord de l'embouchure de la Garonne, largeur 50 kms	20 °C
Zone côtière de l'océan atlantique au sud l'embouchure de la Garonne, largeur 50 kms	21 °C
Zone côtière méditerranéenne, largeur 50 kms	22 °C
Zone intérieure	18 °C

- ✓ Les circuits pièces humides seront fermés en été.

- ✓ Si on utilise des régulations individuelles dans certaines pièces, la consigne d'été des thermostats d'ambiance des régulations individuelles ne descendra pas au dessous de 24 °C par système change-over.
- ✓ Une installation de climatisation doit comporter si possible par local desservi un ou plusieurs dispositifs d'arrêt manuel et de réglage automatique de la fourniture de froid en fonction de la température intérieure.

Calcul du plancher rafraîchissant

La solution la plus utilisée est de ne pas tenir compte du mode rafraîchissant et de dimensionner le plancher pour le mode chauffage.

La capacité du plancher, en mode rafraîchissant, à absorber l'énergie générée par les apports thermiques est bien inférieure à la capacité à émettre, en mode chauffage, pour couvrir les déperditions thermiques,

Le coefficient d'échange de chaleur au travers d'un plancher rafraîchissant ne dépasse pas généralement $7\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ (Tout dépend du mode de pose), ce qui signifie que les puissances émises seront tout au plus :

- ✓ Température ambiante du local : 24°C (Delta T 18 / 21°C) = 31 W / m²
- ✓ Température ambiante du local : 27°C (Delta T 18 / 22°C) = 49 W / m²
- ✓ Température ambiante du local : 28°C (Delta T 18 / 22,5°C) = 54 W / m²

Il est peut être bon, lors des calculs de dimensionnement des grilles pour le chauffage, de prendre en compte le fait que le plancher fonctionnera aussi en mode rafraîchissant.

L'écart moyen des températures entre l'aller et le retour est plus faible qu'en chauffage puisque la température du fluide est limitée vers le bas pour cause de condensation. En rafraîchissement, la densité de tube devrait être plus importante qu'en mode chauffage.

Toutes les cellules de calcul en bleu violet sont programmées.