



OPAL SYSTEMS

Your reactive floor heating

Catalogue technique pour le prescripteur



Documentation technique

Version Juin 2018

© Copyright 2012 OPAL Systems

OPAL-Systems : Catalogue technique pour le prescripteur

Sommaire

1. Le chauffage par le sol (rayonnant) - Généralités:	3
1.1. Le chauffage à basse température.....	3
1.2. Le chauffage par le sol	3
1.3. La solution OPAL-Systems	3
2. Constitution générale de l'émetteur	5
2.1. Revêtement final collé - carrelage ou parquet.....	5
2.2. Revêtement final non collé	7
3. Spécificités et avantages d'OPAL-Systems pour répondre aux besoins technico-économiques.....	7
3.1. Caractéristiques de l'émetteur de chaleur:	7
3.1.1. Mise en œuvre simple et rapide	7
3.1.2. Encombrement et poids réduits.....	8
3.1.3. Modularité	8
3.1.4. Choix des matériaux constitutifs excluant des produits dangereux pour l'environnement.....	8
3.2. Performances:	10
3.2.1. Intègre les avantages connus du chauffage par le sol.....	10
3.2.2. Fonctionne avec un fluide caloporteur à basse température	11
3.2.3. Léger et faiblement inerte.....	11
3.2.4. Adapté au chauffage et au rafraîchissement des locaux.....	12
3.2.5. Fiable	12
4. Régulation	13
5. Distribution	15
6. Calepinage.....	15
7. Réservations à prévoir	16
8. Mise en oeuvre.....	16
8.1. Les panneaux	16
8.2. Le diffuseur	17
8.3. Le tuyau.....	18
8.3.1. Remplissage d'eau et test d'étanchéité des tuyaux.....	19
8.4. Le grillage	19
8.5. Pose du revêtement final	20
8.5.1. Revêtement final collé.....	20
8.5.2. Revêtement final coulé	21
8.5.3. Revêtement final flottant (parquet flottant).....	21
8.5.4. Revêtement final cloué ou vissé (parquet).....	21
9. Sous-structures.....	22
9.1. Sur plancher neuf.....	22
9.2. Sur plancher existant	24
9.3. Sur murs (douche italienne).....	25
9.4. Intégration d'escaliers, de spots, de prises, descentes et alimentation d'eau,	26
10. Calcul de puissance d'émission.....	26
11. Sources de chaleur.....	27
11.1. Machines de production de chaleur.....	27
11.2. Pompe à chaleur.....	27
11.3. Combinaison avec d'autres systèmes d'émission à plus haute température.....	27
12. Essais C.S.T.C.....	28
12.1. Avec revêtement carrelage (test au poinçonnement).....	28
12.2. Avec revêtement parquet collé.....	28

1. Le chauffage par le sol (rayonnant) - Généralités:

1.1. Le chauffage à basse température

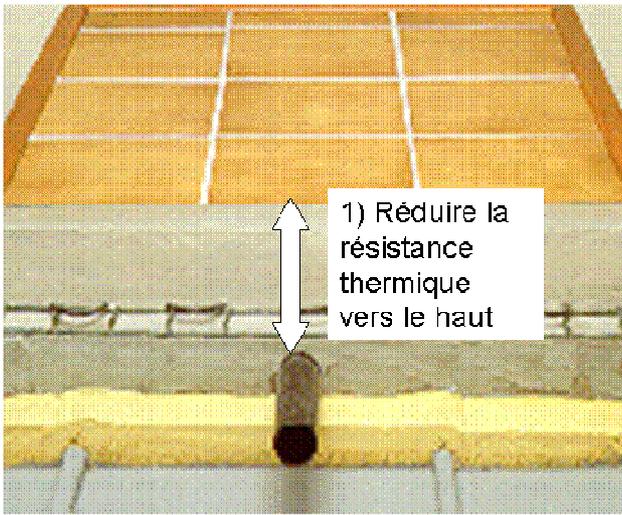
- Le chauffage rayonnant apparaît comme une solution parfaitement adaptée au défi de réduction de la consommation d'énergie. C'est l'émetteur indispensable pour tirer parti des avantages des systèmes de production de chaleur dont les rendements élevés ne peuvent être atteints qu'à condition que cette chaleur soit produite à basse température.
- Si ce type de chauffage a une puissance d'émission limitée par rapport aux systèmes à haute température, ceci ne constitue plus un handicap. En effet, l'isolation thermique renforcée et obligatoire des bâtiments réduit les déperditions et donc la nécessité de recourir à des systèmes puissants ou à des chauffages d'appoints coûteux.
- La plus value d'un bâtiment due à sa plus faible consommation d'énergie permet de justifier un investissement dans un système de chauffage performant.

1.2. Le chauffage par le sol

- Parmi les différents systèmes d'émission utilisés pour le chauffage des bâtiments et des habitations (radiateur, ventilo convecteur, air pulsé, convecteur de chape, ...), on considère que les systèmes rayonnants par le sol à eau sont les plus efficaces et procurent le meilleur confort thermique pour les occupants.
- Ces systèmes sont généralement constitués par des tuyaux disposés en serpentín ou en double spirale, parcourus par de l'eau chaude et noyés dans une chape de béton sur laquelle est posé le revêtement final (carrelage, parquet, ...).

1.3. La solution OPAL-Systems

- Afin de permettre un fonctionnement avec l'eau la moins chaude possible et d'accroître la réactivité de l'émetteur de chaleur, il est avantageux de réduire la résistance thermique entre les tuyaux d'eau et la surface du sol ainsi que l'inertie thermique de tout l'émetteur. Ceci dans le but d'améliorer le confort thermique ainsi que l'efficacité énergétique globale du système de chauffage.



2) Réduire l'inertie thermique du système de chauffage pour accroître sa réactivité:

→ Plus de confort

→ Moins de gaspillage

3) Réduire le temps de mise en œuvre.

Spin-off de l'Université de Liège créée en décembre 2009, la société OPAL-Systems s.a. conçoit, fabrique et installe son nouveau concept d'émetteur de chaleur par le sol qui associe les avantages connus du chauffage par le sol tout en réduisant les inconvénients.

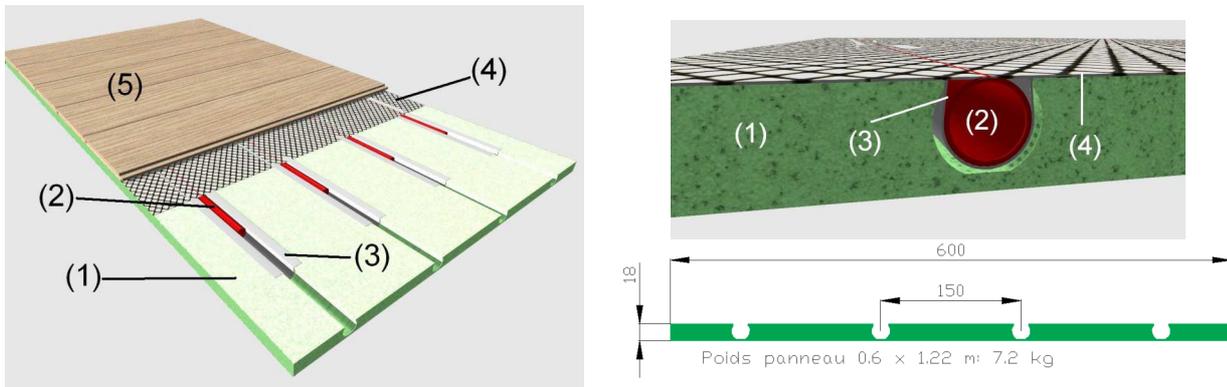
OPAL-Systems ambitionne de devenir une marque de référence dans le domaine du confort thermique et des économies d'énergie pour les bâtiments des secteurs résidentiel et tertiaire, aussi bien en construction neuve qu'en rénovation.

OPAL-Systems s'est attachée à fournir un service complet à ses clients en réalisant plus de 600 projets en Belgique, au Grand-Duché de Luxembourg, en Suisse, en France et en Hollande.

2. Constitution générale de l'émetteur

2.1. Revêtement final collé - carrelage ou parquet

De manière à réduire la distance entre les tuyaux et la surface de l'émetteur, la disposition suivante a été adoptée:



Des panneaux de type MDF hydrofugé (1) sont posés sur un support stable, plat et isolé thermiquement. Des gorges ayant une encoche de 16 mm ont été fraisées dans ces panneaux afin de pouvoir y introduire un tuyau (2) suspendu grâce à des clips (3) qui ont comme rôle de « tirer » la chaleur vers le haut en direction d'une grille d'aluminium déployée (4).

Un revêtement de type carrelage ou parquet (ou résine) (5) peut ensuite être posé (collé) sur l'ensemble avec du ciment colle qui enrobera complètement la grille métallique de manière à distribuer efficacement la chaleur et la diriger vers le haut. Cette grille améliore également l'accroche du revêtement final et contribue à renforcer toute la structure.

Description du système de fixation:

<p>De manière à le maintenir fermement, le plus près possible de la surface du sol et avec le meilleur contact thermique possible avec le diffuseur de chaleur (2), le tuyau (3) sera coincé dans la gorge à l'aide d'un clip métallique en forme d'oméga (2).</p>	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Ces clips oméga (3) sont des profils en aluminium d'un mètre de long. Ils permettent de protéger et maintenir en place le tuyau, et de conduire la chaleur vers le haut.



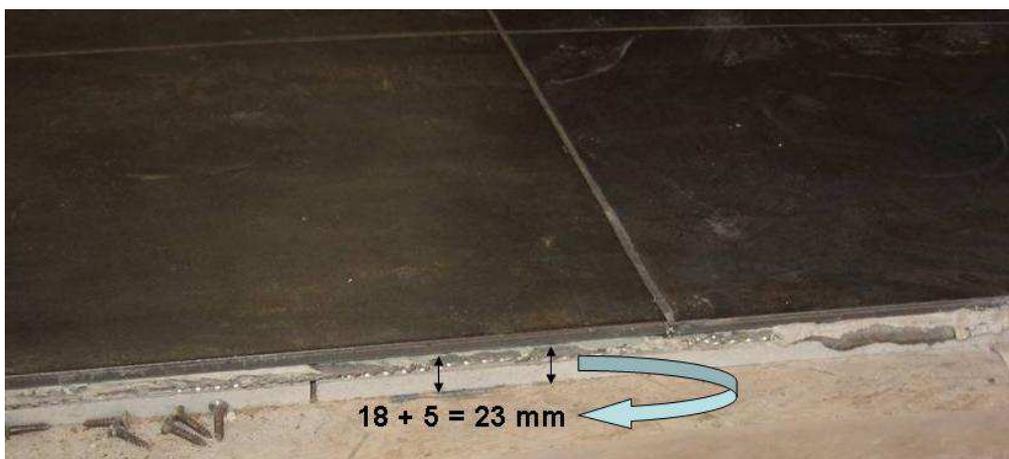
Un espace d'air existe sous le clip. Il permet de réduire les pertes de chaleur par conduction vers le bas. Les pertes par radiation sont également réduites puisque l'émissivité de la surface inférieure du clip est basse.

Cet espace d'air permet également de diminuer l'inertie thermique et le poids de l'émetteur.

Cette configuration (tuyau suspendu par le clip) permet d'éviter des tensions induites par des charges verticales appliquées sur le sol au droit du tuyau et rend possible certains déplacements longitudinaux (dilatations).



Exemple de pose directe de carrelage sur l'émetteur avec du mortier-colle flexible.

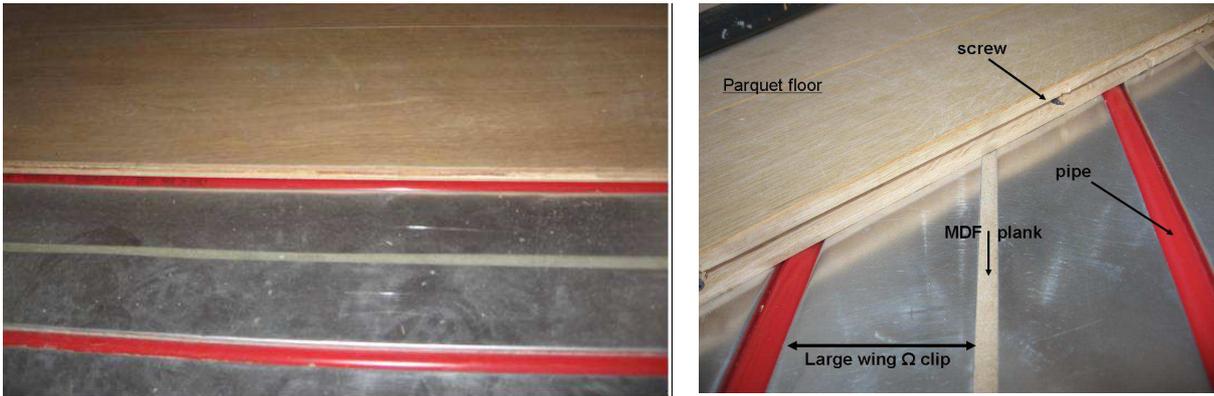


Il est également possible de coller directement un parquet avec de la colle PU par exemple.



2.2. Revêtement final non collé

Dans ce cas, la disposition des planches, des tuyaux et du clip est identique. Cependant, les parties horizontales du clip oméga sont plus larges et il n'y a pas de grille métallique.



Comme illustré sur les photos ci-dessus, le parquet peut être flottant ou être fixé sur les panneaux MDF. Dans ce cas, il faudra veiller à ne pas endommager le tuyau avec les vis ou clous de fixation du plancher.

3. Spécificités et avantages d'OPAL-Systems pour répondre aux besoins technico-économiques.

3.1. Caractéristiques de l'émetteur de chaleur:

3.1.1. Mise en œuvre :

- sans le recours à des techniques spéciales
- avec un nombre réduit d'intervenants sur le chantier
- dans des délais plus courts :
 - pas de temps d'attente pour le séchage d'une chape
 - pas de procédure de mise en chauffe progressive à respecter
 - pas de joint de dilation, de joint périphérique ou de faux joint à prévoir et à réaliser !
 - pas de film polyéthylène pour empêcher les infiltrations de l'humidité de la chape à prévoir et à poser !
 - pas d'équilibrage hydraulique nécessaire pour les tuyaux de chauffage sol !

En particulier, les parqueteries recommandent un délai de séchage de 15 à 20 semaines pour les supports humides (chapes). Ce délai peut être réduit de 4 à 6 semaines en intercalant un sous parquet (panneaux d'OSB) entre la chape et le parquet. Ce sous parquet peut être le chauffage sol OPAL-Systems !

3.1.2. Encombrement et poids réduits

- Il est bien adapté au marché de la rénovation car :
 - son encombrement réduit (≈ 2 cm d'épaisseur) devient un avantage déterminant lorsque la hauteur sous plafond est limitée ou que des ajustements de niveau de sol sont nécessaires.

- sa légèreté (12 kg/m² rempli d'eau) permet de l'envisager même dans le cas de maison dont les planchers ne permettent pas de supporter la charge d'une chape de béton.

3.1.3. Modularité

- couverture de toute la surface (sol et mur) de locaux de toutes formes et dimensions
- convient en rénovation ou construction neuve, traditionnelle ou non
- Il s'adapte harmonieusement à la construction bois
 - sa légèreté permet son intégration même aux étages supérieurs
 - le support de pose peut être entièrement réalisé en bois avec une isolation utilisant exclusivement des matériaux naturels
 - sa puissance maximale réglementaire est plus élevée ($\approx + 30\%$ par rapport à certains systèmes secs pour lesquels le tuyau n'est pas disposé en double spirale).
- Pour les immeubles multi étages, son encombrement limité permettra de réduire la taille de l'édifice ou d'autoriser la construction d'un étage supplémentaire.

3.1.4. Choix des matériaux constitutifs excluant des produits dangereux pour l'environnement

Panneaux en bois recyclé:

MDF hydrofugé léger certifié CE.

Epaisseur : 18 mm

Densité : 640 kg/m³

Résistance à la traction EN 319 : 0,45 N/mm²

Résistance à la flexion EN 310 : 18 N/mm²

Module d'élasticité EN 310 : 1600 N/mm²

Résistance au poinçonnement (cylindre de 35.6 mm de diamètre pour un défoncement > 0,2 mm) : 4 770 N

Formaldéhyde selon "perforateur"- classe E1 : ≤ 8 mg/100g

Le panneau MDF satisfait aux spécifications de EN 622-5, option 1, essai cyclique, où le panneau est immergé dans l'eau, congelé et finalement séché. Ce cycle est répété 3 fois.

Les producteurs des panneaux soutiennent la gestion forestière durable et possèdent les certificats PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) et FSC (Forest Stewardship Council).

Le Blaue Engel est un marquage environnemental allemand, qui permet d'indiquer pourquoi le panneau MDF est plus écologique que des produits similaires.



Diffuseurs

En aluminium pur.

Grillage :

En aluminium pur.

Tuyau:

REHAUTHERM S Pex-A 16 x 1.5 Certifié CE

Les tuyaux (PEX-a) répondent aux normes DIN 16892, DIN 4726 et DIN 4729.

Conductibilité thermique [W/(m·K)] 0,35

Rugosité du tube [mm] 0,007

Pression de service (max.) [bar] 6

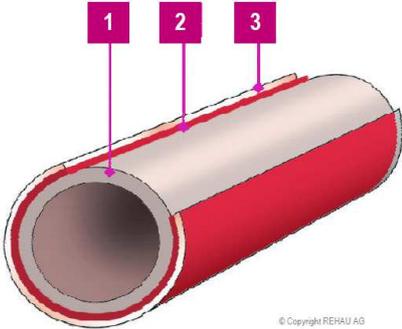
Température de service (max.) [°C] 90

Température maximale de courte durée (défaillance) [°C] 110

Diffusion d'oxygène (suivant DIN 4726) – étanche à l'oxygène

Température de pose minimum : 0°C

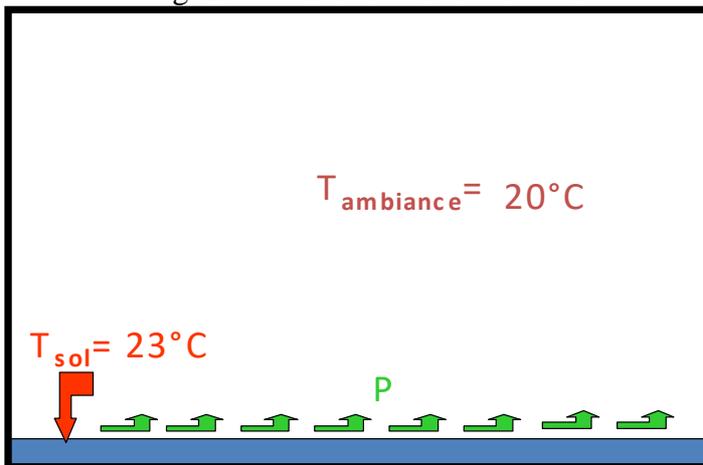
Les rouleaux seront protégés individuellement contre le vieillissement dû à la lumière (UV) et les éventuels dommages durant leur stockage.

<p>RAUTHERM RAU-PER</p> <p>Barrière Anti Oxygène</p>  <p>1 Tube en RAU-PER, blanc</p> <p>2 Revêtement en PE rouge, opaque, co-extrudé</p> <p>3 Revêtement EVAL, transparent, co-extrudé</p> <p>REHAU</p> <p>© Copyright REHAU AG</p>	<p>Avis Technique N°14/04-875</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

3.2. Performances:

3.2.1. Intègre les avantages connus du chauffage par le sol

- excellent confort thermique grâce à :
 - une répartition idéale de la température en fonction de la hauteur du local à chauffer (des pieds à la tête des occupants)
 - une augmentation de la part des émissions de chaleur par rayonnement qui sont plus efficaces et ne génèrent pas de déplacement d'air et de poussières
 - un degré relatif d'humidité de l'air plus élevé atteint dans une ambiance à température moins élevée
 - un important effet auto-régulant. Bien connu des émetteurs basse température cet effet induit une augmentation (diminution) automatique des émissions lorsque la température ambiante baisse (augmente) suite à l'apparition (disparition) de gains de chaleur dans les locaux.



Puissance d'émission à la mis saison

$$P = 11 \times (T_{sol} - T_{ambiance}) \times S = 11 \times (23 - 20) \times 25 = \underline{825 W}$$
$$= 11 \times (23 - 21) \times 25 = \underline{550 W}$$

→ Effet auto régulateur du chauffage par le sol:

825 W à 20°C deviennent 550 W à 21°C → - 33%

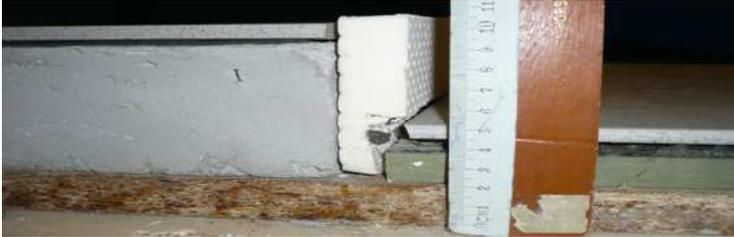
- une faible stratification et des parois chaudes permettant de réduire la température de l'air du local à chauffer et donc également la consommation d'énergie, sans affecter le confort thermique (idéal pour les hauts plafonds).
Sans perte de confort, la température moyenne du volume d'air d'un local chauffé par le sol peut ainsi être réduite de $\approx 2^{\circ}C$ par rapport au même local chauffé par radiateurs. Cette différence représente à elle seule une économie d'énergie de 12 % sur la facture d'énergie !
- une grande surface d'échange permettant, à puissance égale, de réduire la température du fluide caloporteur
- absence d'émetteur de chaleur visible
 - plus esthétique
 - permet un gain de place et une plus grande liberté dans l'utilisation des locaux et la disposition du mobilier
- ne nécessite pas d'entretien. De plus, « le coup de serpillière sèche plus vite (ce dernier petit avantage peut prêter à sourire, mais il change la vie de la personne de corvée) »

3.2.2. Fonctionne avec un fluide caloporteur à basse température qui permettra

- le couplage avec des producteurs de chaleur à haut rendement comme les pompes à chaleur, les chaudières à condensation, les systèmes de cogénération et d'éventuellement autoriser un recours plus intense à l'énergie solaire thermique pour le chauffage des bâtiments.
- la réduction des pertes à la production, au stockage, à la distribution et à l'émission de la chaleur.

3.2.3. Léger et faiblement inerte :

Comparaison entre chauffage sol « lourd » sous chape et « léger » OPAL-Systems

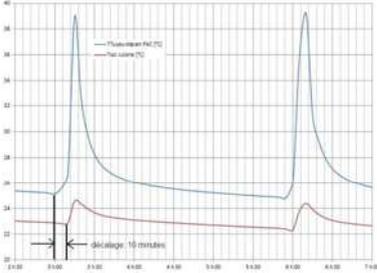



	<u>Système sous chape</u>	<u>Opal-Systems</u>
Épaisseur	+/- 7 cm	2 cm
Poids	+/- 150 Kg/m ²	12 Kg/m ²
Réactivité	Faible	Immédiate
Intermittence	Difficile	Possible
<u>Divers</u>		Aucun, car pas de
Séchage	Nécessaire	chape
Mise en œuvre	Gros oeuvre	Finition

- Grande réactivité lors des demandes de chauffe variables

On observe un décalage de 10 minutes entre le moment où de l'eau chaude commence à circuler dans le tuyau et celui de l'apparition d'une élévation de température à la surface du sol carrelé (voir graphique ci-joint).

Réactivité du chauffage par le sol OPAL-Systems.
Enregistrements à Hondelange

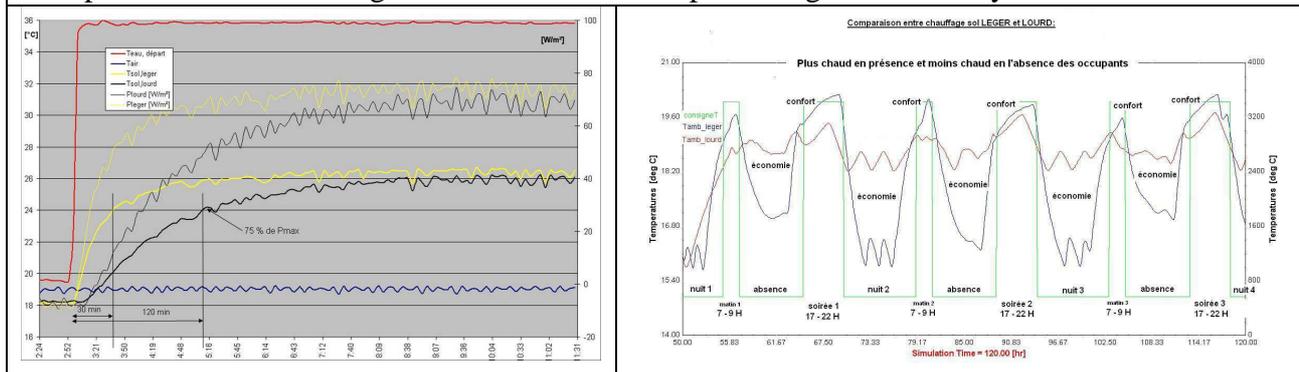



29/07/2010

- réduction du risque de surchauffe et de gaspillage d'énergie dû aux apports aléatoires de chaleur (gains solaires ou internes)
- autorise le fonctionnement des installations par intermittence (arrêt en l'absence des occupants ou pendant la nuit), permettant de réaliser de substantielles économies d'énergie.

La simulation (voir graphique ci-dessous) montre que, en l'absence des occupants (de 9 :00 du matin à 5 heures de l'après midi et pendant la nuit), il est possible de ralentir l'émission de chaleur avec un système léger OPAL-Systems. Dans ce cas précis qui inclut les réductions d'émissions lorsque des gains solaires existent, on calcule une réduction de l'ordre de 17% de la consommation d'énergie annuelle. Les données météo sont celles enregistrées à Saint-Hubert (B).

Comparaison entre chauffage sol « lourd » sous chape et « léger » OPAL-Systems



- Assure le chauffage intégral des locaux sans le recours à des radiateurs d'appoint pour la relance après une période de non chauffé.

3.2.4. Adapté au chauffage et au rafraîchissement des locaux

- utilisable pour le chauffage par le sol et les murs
- répartition plus uniforme de la température
- circuits de tuyaux simplifiés et modulables pour mieux répartir la puissance émise, améliorer l'uniformité de la température du local à chauffer et réduire les pertes de charge pour la pompe de circulation
- couverture maximale de la surface du sol
- puissance maximale supérieure (sans dépassement de la température de surface maximum règlementaire) grâce à la disposition en double spirale des tuyaux
- Puissance max en chauffage : $\approx 90 \text{ W/m}^2$ à 20°C .
- Puissance max en rafraîchissement : $\approx 50 \text{ W/m}^2$ à 25°C .
-

3.2.5. Fiable

- emploi de matériaux courants dans la construction
- simplicité de fabrication
- possibilité de démontage (pour une éventuelle adaptation ou réparation)
- une combinaison unique permettant l'armature et l'accroche du revêtement final collé ou coulé et la diffusion horizontale de la chaleur ;
-

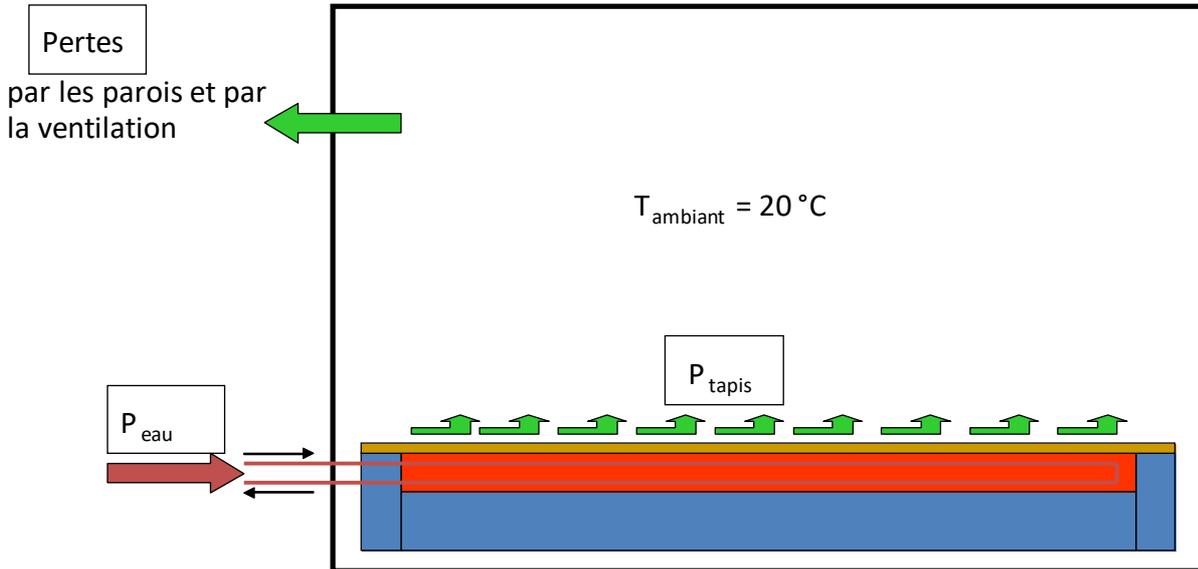
4. Régulation

Les différents locaux d'un même bâtiment ont des besoins différents et fortement variables qui correspondent exactement à leurs pertes (positives ou négatives) de chaleur.

Ces pertes dépendent de la consigne de température de confort ambiante imposée par les occupants ainsi que des apports internes (présence humaine, équipements, éclairage,...) et externes (gains solaire,...).

Bilan thermique

$$P_{\text{eau}} = P_{\text{tapis}} = \text{Pertes}$$



$$P_{\text{eau}} = \text{chaleur spécifique de l'eau} \times \text{débit d'eau} \times (T_{\text{entrée_eau}} - T_{\text{sortie_eau}})$$

La consigne et les apports internes varient principalement en fonction du taux d'occupation alors que les apports externes dépendent des conditions météorologiques.

Pour maintenir le confort thermique dans les différents locaux, les apports de chaleur des systèmes d'émission doivent en permanence compenser au plus près ces pertes extrêmement variables.

Ceci est réalisé en modulant les débits d'eau dans les tuyaux alimentant les différents locaux en fonction des demandes (régulation thermostatique).

Dans un bâtiment, on identifie les zones dont les besoins de chaleur sont différents et pour lesquelles une régulation indépendante apparaît nécessaire. Ce sont les « zones thermiques ». Voir paragraphe suivant « Calepinage ».

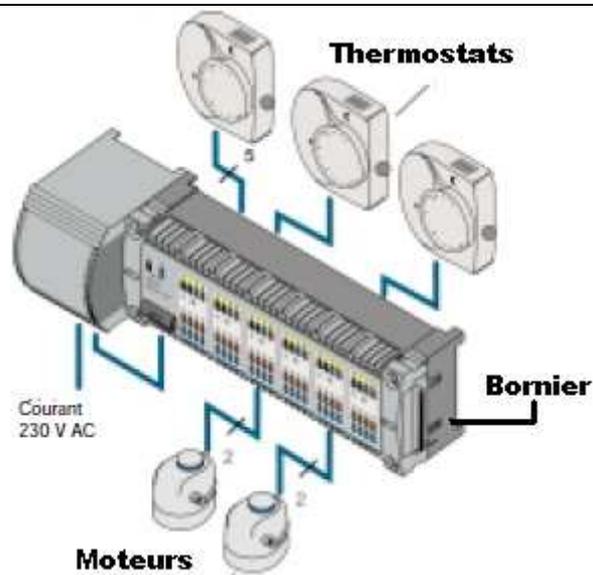
Un thermostat d'ambiance peut être installé dans chaque zone. Il servira à mesurer la température ambiante et à introduire la consigne demandée par l'occupant. Si la consigne est supérieure à la température ambiante, un signal « local en demande » est transmis vers la vanne qui contrôle le débit d'eau vers le local en question.



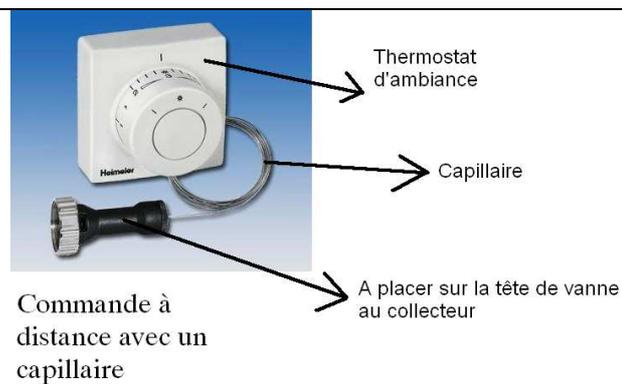
Cette transmission peut être réalisée via des fils électriques ou des ondes radio (« sans fil »).

Dans le premier cas, des fils (3 x 0,75 mm²) doivent avoir été prévus qui relient chaque thermostat d'ambiance au bornier électrique situé à proximité et au dessus du collecteur.

Si un local est en demande, un petit moteur actionnera le corps de la vanne sur le collecteur pour permettre la circulation de l'eau vers ce local.



Lorsque le nombre de zones thermiques à contrôler est petit (une ou deux) et que la distance entre le collecteur et le thermostat d'ambiance est faible (≈ 5 m), il est possible d'utiliser des commandes à distance avec capillaire.

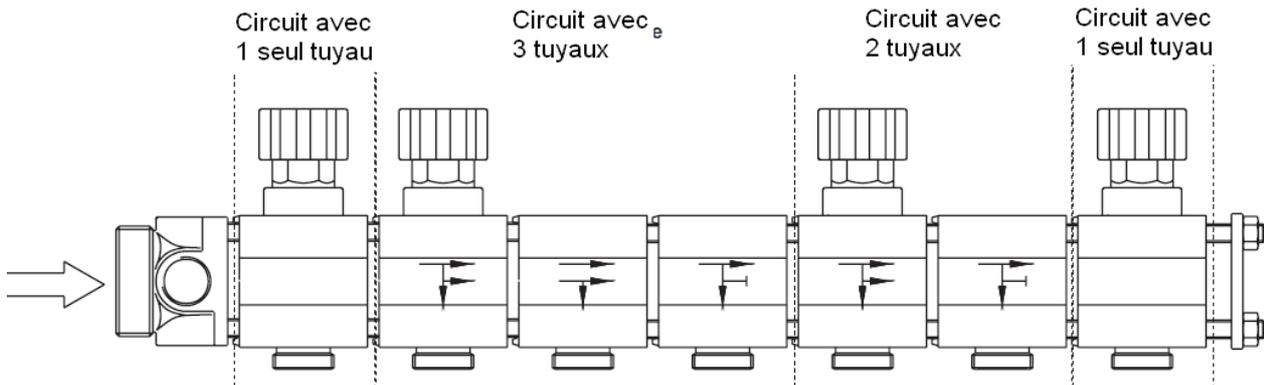


5. Distribution

Les tuyaux de chauffage sol sont alimentés en eau chaude (ou froide) à partir d'un collecteur (nourrisse) raccordé à une machine de production d'eau chaude (ou froide) telle qu'une chaudière ou une pompe à chaleur.

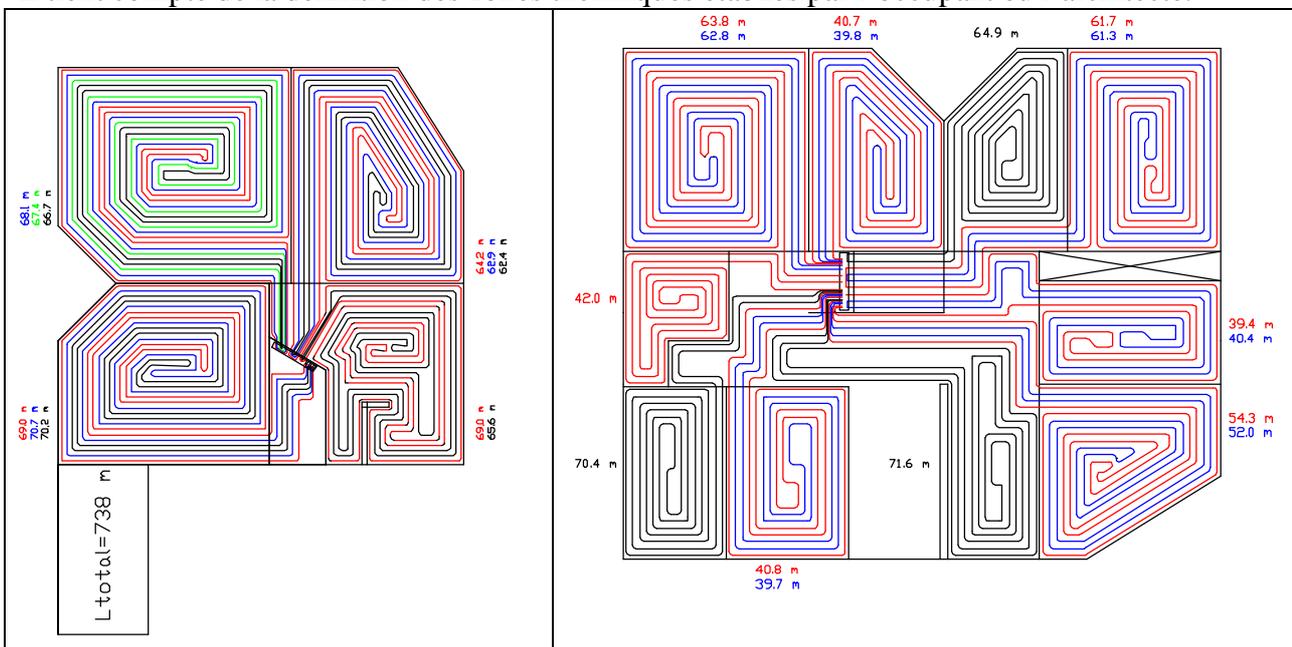
De par la géométrie de l'émetteur OPAL-Systems, les tuyaux appartenant à une même zone thermique, ont la même longueur et aucun équilibrage entre eux n'est nécessaire.

Les débits d'eau dans ces tuyaux peuvent être ajustés par une seule vanne.



6. Calepinage

Un schéma d'implantation du chauffage sol montrant la localisation des tuyaux est proposé. Il tient compte de la définition des zones thermiques établies par l'occupant ou l'architecte.



De même, aucun équilibrage n'est nécessaire entre les tuyaux couvrant des zones thermiques différentes.

Il n'est en effet pas utile de brider certains circuits plus courts, comme c'est le cas pour des systèmes d'émission « lourds » qui ne permettent pas ou peu de régulation local par local et pour lesquels des prééquilibrages de débits ont été définis sur base des conditions « nominales » de besoins des locaux, supposés invariables.

Par soucis d'économie d'énergie, il est possible d'utiliser un circulateur d'eau à vitesse variable qui maintiendra une pression de départ constante pour tous les circuits, quelle que soit la demande totale d'eau du collecteur. Il conviendra de dimensionner les tuyaux d'alimentation du collecteur en fonction de leurs longueurs et du débit d'eau maximum.

7. Réservations à prévoir

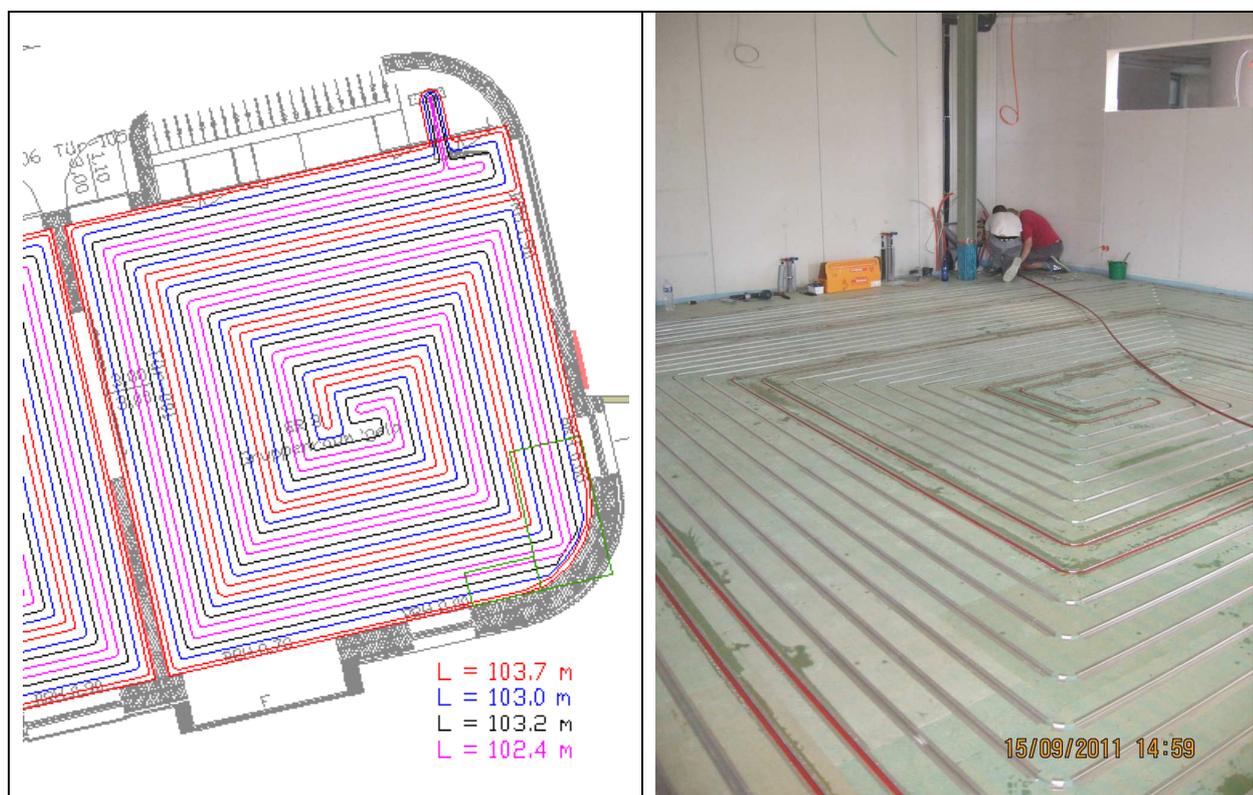
Les réservations à prévoir seront confirmées par un schéma en tenant compte du type, de l'épaisseur et du mode de fixation du revêtement final.

Pour un revêtement final collé, la réservation à prévoir est de ≈ 22 mm.

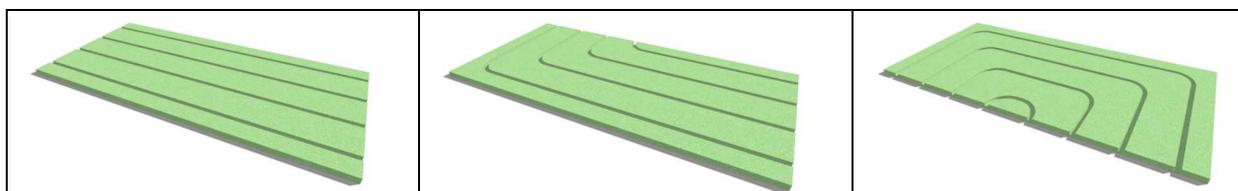
Pour un revêtement final non collé, la réservation à prévoir est de ≈ 19 mm.

8. Mise en oeuvre

Le support des panneaux doit être stable, sain, plat et isolé thermiquement en respect de la législation en vigueur. Les panneaux sont disposés au sol de façon à décrire un circuit en forme de double spirale selon le plan de calepinage fourni.



8.1. Les panneaux



Afin de couvrir toutes sortes de géométries de locaux, plusieurs (11) modèles de panneaux ont été préfabriqués. Ils seront coupés à longueur pour s'adapter aux dimensions et à la géométrie des zones de chauffe (voir exemples sur photos ci-dessous).



Selon la nature du support, les panneaux pourront être fixés grâce à des vis, des agrafes ou de la colle. Il sera également possible de laisser les panneaux entièrement flottants sur le support.

- Pour les distinguer entre eux sur le schéma, des couleurs différentes ont été choisies pour les tuyaux d'une même zone thermique.
- Les panneaux sont disposés le long du périmètre du local en commençant par le coin d'alimentation, selon le plan de calepinage fourni.

Le sens de pose des panneaux doit être celui des tuyaux (aiguilles d'une montre ou contraire).

Les dimensions des panneaux sont de 1 220 x 600 x 18 mm. Les chutes engendrées par les découpes le long d'un côté, sont récupérées pour le côté suivant.

Les panneaux sont disposés de façon à assurer la continuité de la gorge qui reçoit le tuyau qui s'étend jusqu'au centre du local et revient vers le point d'alimentation. La partie centrale du local demande des découpes supplémentaires.

Il est parfois également nécessaire de combler certaines zones avec des panneaux de 18 mm d'épaisseur éventuellement recouverte du grillage en aluminium déployé (voir ci-dessous). Par exemple, en dessous des meubles de cuisine.

8.2. Le diffuseur

Le diffuseur (clip oméga) est placé au dessus du canal et introduit à la main ou au pied.

Les profils de 1 mètre de long sont placés les uns à la suite des autres, le long des parties droites du canal.



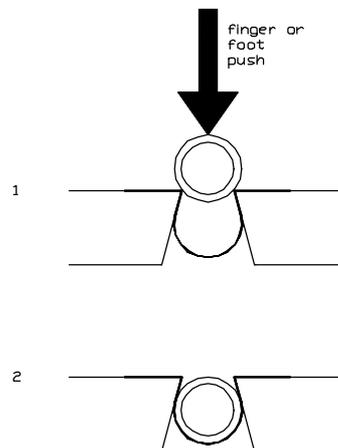
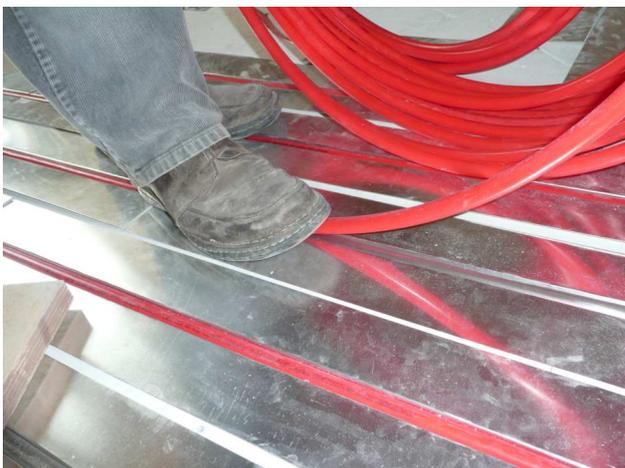
On garde entre eux un petit écart (~ 1 mm) pour éviter qu'ils ne se chevauchent. Si nécessaire, ils sont coupés à longueur à l'aide d'une cisaille spécifique pour éviter toute bavure qui pourrait endommager les tuyaux.



8.3. Le tuyau

On peut nettoyer le canal avec un pinceau trempé dans de l'eau savonneuse. Ceci évite que des objets ou débris pouvant endommager le tuyau ne soient laissés au fond de la gorge. Le savon sert également de lubrifiant pour faciliter l'insertion du tube.

Le tuyau est ensuite placé au dessus du clip oméga et forcé fermement à l'intérieur avec la main, le pied ou un rouleau pesant, jusqu'au fond de la gorge. Après enfoncement, la partie supérieure du tuyau ne dépasse pas le plan du diffuseur oméga.





Afin de limiter la longueur maximum des tuyaux à une centaine de mètres, plusieurs tuyaux sont utilisés en parallèle lorsque la surface de la zone thermique à chauffer est importante. Ceci permet de limiter la chute de température de l'eau entre le départ et le retour et permet donc un fonctionnement avec de l'eau moins chaude. Les pertes de charges sont également réduites. Avec un pas constant de 15 cm, la longueur de tuyau pour couvrir un mètre carré est de 6,66 m. La couverture maximum pour un seul tuyau est donc de $\sim 100 / 6,66 = 15 \text{ m}^2$.



Comme illustré par la photo ci-contre, lorsque plusieurs tuyaux en parallèle alimentent une même zone thermique, leurs extrémités sont raccordées au collecteur en alternant les départs et les retours et en imbriquant les tuyaux.

Ceci permet d'uniformiser la température de surface et de garantir des longueurs égales (à ~ 1 mètre) pour les différents tuyaux.

Les tuyaux étant de même longueur, il n'est pas nécessaire de réaliser entre eux un équilibrage avec les vannes de bridage du collecteur.

Ce principe de pose se retrouve également sur le plan de calepinage.

8.3.1. Remplissage d'eau et test d'étanchéité des tuyaux

Les poses du grillage (voir ci-dessous) et du revêtement final doivent être réalisées après avoir effectué un test d'étanchéité des tuyaux de chauffage sol. Les tuyaux sont laissés pendant une journée sous pression d'eau (~ 3 bars).

L'air présent dans chaque tuyau en est totalement chassé par un abondant flux d'eau courante. L'appoint d'eau se fait par le collecteur dont une extrémité est mise à l'évacuation (égout). Après le test, la pression de service pour l'eau du chauffage sol est ramenée à $\sim 1,5$ bars.

8.4. Le grillage

La grille d'aluminium déployé est fournie en rouleaux de 25 m de long par un mètre de large. Elle est fixée sur le support en bois à l'aide d'agrafes enfoncées tous les $\sim 15 \times 15$ cm afin d'assurer une bonne planéité pour la pose du revêtement final.



Si nécessaire, la grille devra être coupée pour s'adapter à la géométrie du local. Les bandes de grillage seront posées côte à côte en évitant qu'elles ne chevauchent pour assurer la planéité.



8.5. Pose du revêtement final

8.5.1. Revêtement final collé

Afin d'assurer la meilleure transmission possible de la chaleur vers le revêtement final, celui-ci devra impérativement être collé plein bain sur toute sa surface. En aucun cas les carrelages ne pourront être posés sur des plots de colles.

Le mortier-colle à employer devra être conforme à la réglementation européenne "Mortier flexible" et répondre aux exigences de déformabilité définies par les classes S1 ou S2.

Carrelage



Parquet

Pour les parquets en bois collés, les recommandations des spécialistes du parquet doivent être suivies quand aux conditions de mise en œuvre (humidité), largeur et épaisseur maximales des planches, essences de bois,... adaptées au chauffage par le sol.



8.5.2. Revêtement final coulé

La coulure sera appliquée directement sur le grillage et le noiera complètement. Pour réduire la consommation de matière, il est possible de boucher les fentes le long des murs avec un produit plus visqueux.



Egaline fibrée + linoléum



Epoxy PU

8.5.3. Revêtement final flottant (parquet flottant)

Le parquet pourra être posé sur l'émetteur. La feuille « anti bruit » recommandée par le fournisseur permet de limiter les bruits de craquements des planches qui pivotent légèrement autour de leur système d'emboîtement.



Les planches peuvent également être collées sur leur tranche.

Les recommandations des spécialistes du parquet doivent être suivies quand aux conditions de mise en œuvre (humidité), largeur et épaisseur maximales des planches, essences de bois,... adaptées au chauffage par le sol.

8.5.4. Revêtement final cloué ou vissé (parquet)

Les clous ou les vissees peuvent facilement être enfoncées à travers les diffuseurs larges. Ici aussi, les recommandations des spécialistes du parquet doivent être suivies quand aux conditions de mise en œuvre (humidité), largeur et épaisseur maximales des planches, essences de bois,... adaptées au chauffage par le sol.



9. Sous-structures

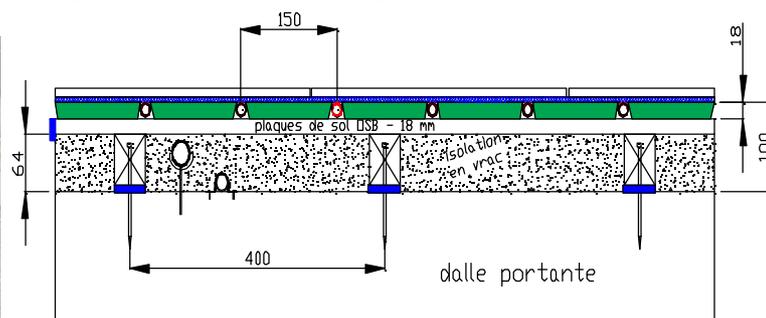
Les panneaux de chauffage sol doivent être posés sur un support sain, stable, plat et isolé thermiquement (et éventuellement acoustiquement).

De nombreuses solutions existent. Le choix dépendra des contraintes d'encombrement, de niveau d'isolation, de type d'isolant, de coût, de temps de mise en œuvre,....

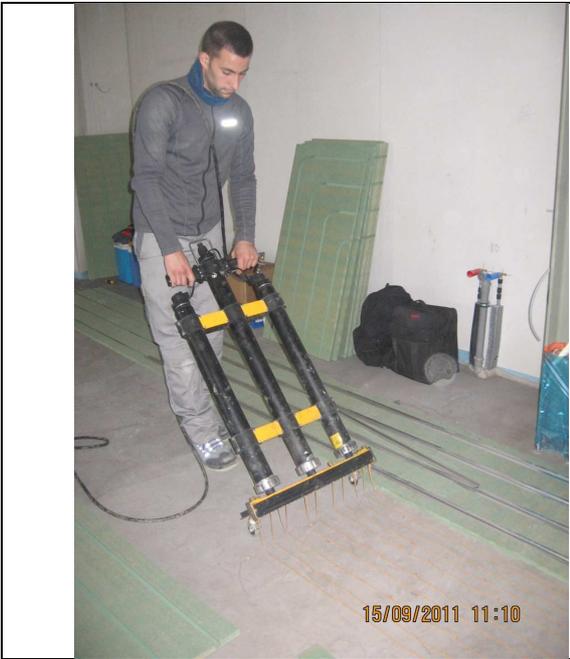
Exemples :

9.1. Sur plancher neuf

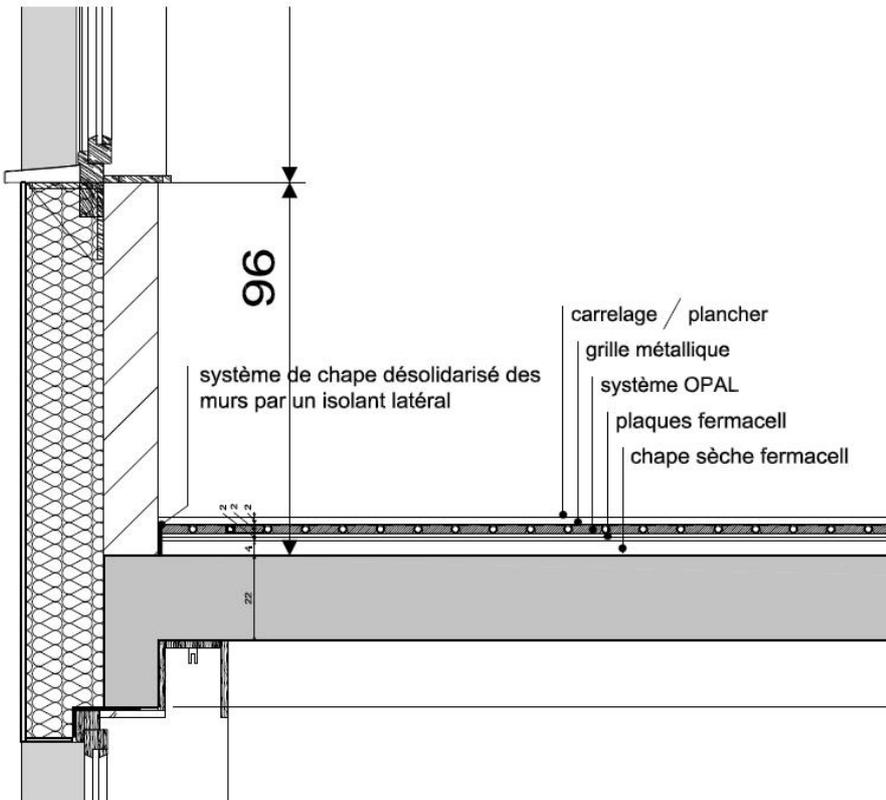
- par agrafage sur gîtage isolé couvert de panneaux de particules portant (OSB, SB7,...)



- par collage sur chape humide



- chape sèche



- Sur chape isolante (billes de polystyrène expansé mélangées à du ciment) et recouverte d'égaline



9.2. Sur plancher existant

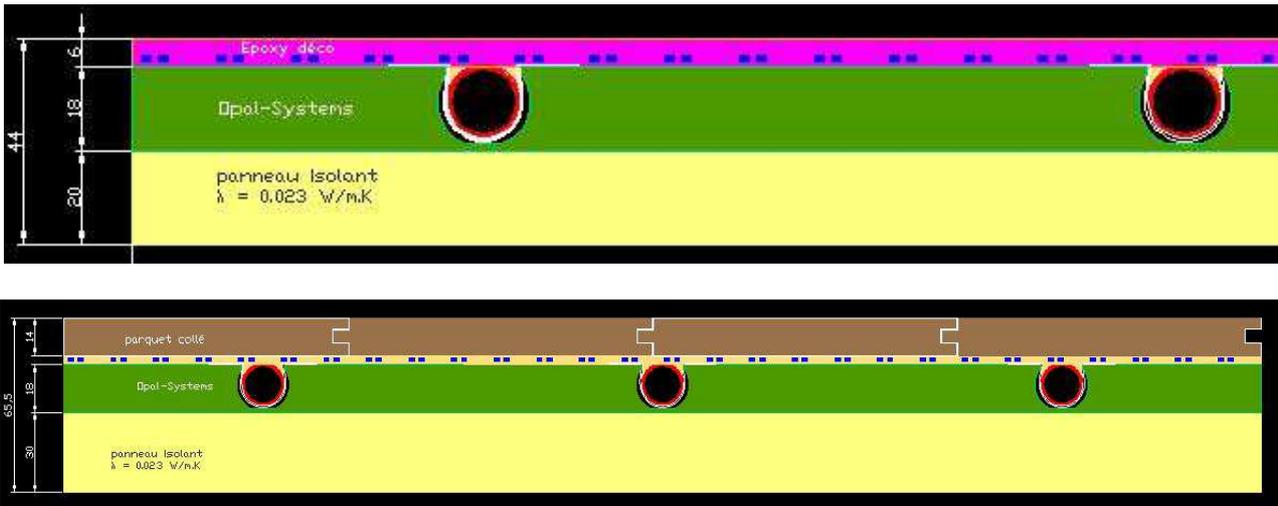
- ancien parquet + panneaux isolants (laine de bois, PU, PIR,...)



- ancien parquet isolé par insufflation



- flottant ou collé sur ancien carrelage ou tapis + panneaux isolants



9.3. Sur murs (douche italienne)



9.4. Intégration d'escaliers, de spots, de prises, descentes et alimentation d'eau,...



Il faut et il suffit que ces réservations aient été clairement marquées au le sol avant la pose du chauffage sol.

10. Calcul de puissance d'émission

Le calcul des émissions calorifiques nominales est basé sur la note technique d'information n° 170 du CSTC.

Puissances d'émission (W/m²):

par le sol:

- $8,92 (T_{S,m} - T_{amb})^{1,1}$ en mode chauffage ;
- $7 (T_{S,m} - T_{amb})$ en mode refroidissement ;

par le plafond:

- $8,92 (T_{S,m} - T_{amb})^{1,1}$ en mode refroidissement ;
- $6 (T_{S,m} - T_{amb})$ en mode chauffage ;

par les murs verticaux : $8 (T_{S,m} - T_{amb})$

Avec

- $T_{S,m}$ = la température moyenne de la surface du sol ;
- T_{amb} = la température opérative ambiante du local ;

Les besoins calorifiques nominiaux de toutes les zones thermiques étant connus, il est possible de calculer pour chacune d'elles la température à atteindre pour la face supérieure du revêtement final, compte tenu de la surface au sol disponible pour le chauffage et de la consigne de confort.

Ces températures de surface étant déterminées, les débits ainsi que les températures de départ de l'eau peuvent, pour chaque zone thermique, être calculés en fonction de la nature et de l'épaisseur du revêtement final. Les pertes vers le bas sont prises en compte dans le calcul. Celles-ci dépendent de la résistance thermique des couches situées sous les tuyaux de chauffage sol.

En mode chauffage, les températures de surface ne pourront dépasser les valeurs limites fixées par les normes :

- zones périphériques : 35°C ;
- zones centrales pièces de vie : 29 °C ;
- zones centrales pièces d'eau : 33 °C ;

La température d'eau d'entrée la plus extrême, requise pour une zone thermique donnée, sera celle de toute l'installation. Les autres zones fonctionneront avec la même température d'eau de départ, mais avec des débits réduits.

Les débits zone par zone seront automatiquement ajustés par la régulation, en fonction des besoins propres à chacune d'elles.

Ces calculs se trouvent résumés sous forme de tableur directement utilisable.

11. Sources de chaleur

L'émetteur pourra être couplé à n'importe quel système de production de chaleur :

11.1. Machines de production de chaleur

Chaudière à gaz, à mazout, à bois, électrique, solaire,...

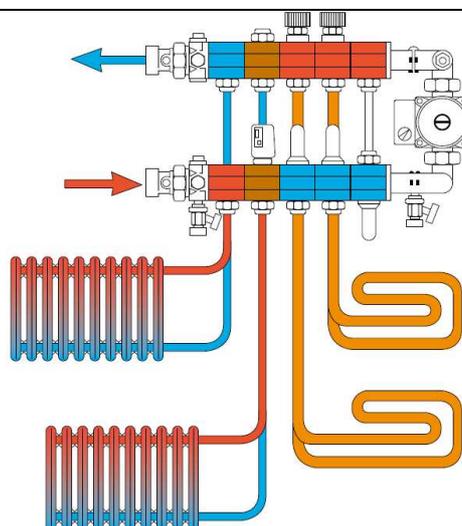
11.2. Pompe à chaleur

Air-Eau, Sol (vertical) – Eau, Sol (horizontal) – Eau, Eau-Eau,...

11.3. Combinaison avec d'autres systèmes d'émission à plus haute température

L'utilisation du chauffage sol peut être combinée avec celle d'autres systèmes d'émission (radiateurs).

Dans ce cas, un système de mélange entre l'eau plus chaude en provenance de la chaudière et celle de retour du chauffage sol permet de produire de l'eau à basse température adaptée au chauffage sol.



Un collecteur unique pour, d'une part, alimenter les radiateurs en eau à haute température et d'autre part, réguler l'eau dans les circuits d'un plancher chauffant en basse température.

