Remplacé le : 03/04/2014 par le n° 14/13-1876*V1

Avis Technique 14/13-1876

Système mis en œuvre en structure

Plancher chauffant hydraulique
Hydraulic heating underfloor
Hydraulische Fussbodenheizung

Modul+ en dalle de compression

Titulaire : Société REHAU
Place Cissey
FR-57343 Morhange Cedex

Tél. : +33 (0)3 87 05 51 00
Fax : +33 (0)3 87 05 57 20
Internet : www.rehau.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n°14

Installations de Génie Climatique et Installations sanitaires

Vu pour enregistrement le 26 septembre 2013

Secrétariat de la commission des Avis Techniques et des Documents Techniques d'Application
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2013

Avis Technique non valide

Le Groupe Spécialisé n°14 « Installations de Génie Climatique et Installations Sanitaires » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques et Documents Techniques d'Application a examiné, le 20 juin 2013, la demande d'Avis Technique sur le procédé de chauffage « Modul+ en dalle de compression » de la société REHAU. Le Groupe Spécialisé n° 14 a formulé, concernant ce produit, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de plancher chauffant sur poutrelles et entrevous isolants certifiés de dénomination commerciale « Modul+ en dalle de compression ».

Le système « Modul+ en dalle de compression » est un système de chauffage autonome (sans appoint) pour le niveau équipé du procédé. Il repose sur l'utilisation de modules préfabriqués constitués d'un treillis équipés de tube PE-Xa REHAU de dimensions 16 x 1,5 mm, directement installés sur le plancher poutrelles et entrevous isolants avant d'être noyés dans une table de compression d'une épaisseur minimale de 40 mm au-dessus de la génératrice supérieure du tube.

1.2 Identification

Une étiquette sur chaque module indique la désignation du chantier, la désignation du module, son numéro de repérage et la taille du module.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi est identique à celui proposé dans le Dossier Technique.

Les conditions d'utilisation de ce système sont liées à celles décrites dans l'Avis Technique « RAUTHERM » en cours de validité. En enrobage ou encastrement, seuls sont admis les raccords à sertir indémontables REHAU de l'Avis Technique.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Sécurité incendie

Les tubes étant noyés dans la dalle, le système ne s'oppose pas au respect des exigences des risques d'incendie dans les locaux d'habitation.

Thermique

Le procédé assure seul le chauffage des niveaux équipés du procédé et ne s'oppose pas au respect des réglementations thermiques en vigueur.

En application de la réglementation en vigueur relative « aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments », il convient de tenir compte pour le calcul des consommations, des pertes au dos (linéiques et surfaciques) du procédé « Modul+ en dalle de compression » en contact avec l'extérieur ou un local non chauffé.

Le procédé « Modul+ en dalle de compression» ne fait pas obstacle au respect des dispositions de l'article 35.2 de l'arrêté du 23 juin 1978 modifié, qui limite à 28°C la température du sol.

Réglementation sismique

La présence de tubes noyés dans la dalle ne modifie pas les dispositions d'utilisation en zones sismiques telles que décrites dans les Avis Techniques relatifs, d'une part aux planchers à poutrelles en cours de validité et d'autre part aux systèmes d'entrevous en cours de validité.

Données environnementales et sanitaires

Il n'existe pas de FDES pour le procédé « Modul+ en dalle de compression».

Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans les champs d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé « Modul+ en dalle de compression ».

Réglementation sanitaire

Identique à celle de l'Avis Technique « RAUTHERM ».

Stabilité

La stabilité du procédé « Modul+ en dalle de compression » est normalement assurée, si la conception, la réalisation et l'exploitation thermique (mise en chauffe et maintien des performances thermiques) du système sont conformes aux conditions définies dans la norme NF DTU 65.14 P2, au Dossier Technique établi par le demandeur et au Cahier des Prescriptions Techniques particulières ci-après.

2.22 Durabilité – Entretien

Mise en œuvre conformément aux prescriptions du Dossier Technique et pour le domaine d'emploi accepté, les composants du procédé présentent une durabilité compatible avec la durée de vie des installations desservies par des réseaux hydrauliques.

La durabilité mécanique de ces planchers est équivalente à celle des procédés traditionnels utilisés dans des conditions comparables et ne nécessite pas de travaux particuliers d'entretien.

Le maintien dans le temps des performances thermiques du système semble par ailleurs assuré.

2.23 Mise en œuvre

La mise en œuvre des différents composants du procédé tel que décrit dans le Dossier Technique ne pose pas de difficultés particulières aux entreprises de gros œuvre ainsi qu'aux entreprises de génie climatique ayant été formées par la société REHAU.

2.24 Fabrication

La fabrication des différents composants entrant dans le procédé « Modul+ en dalle de compression » relève de techniques connues et comprend différents processus de contrôle.

Les contrôles mis en place tout au long du processus de fabrication permettent de préjuger d'une constance de qualité satisfaisante.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Conception et calculs structurels

Pour garantir une bonne stabilité de l'ouvrage, le système nécessite, pour chaque chantier, une conception et un calcul des montages. Ceux-ci doivent être effectués par un Bureau d'Etudes structure et béton, sur la base des informations relatives aux caractéristiques des panneaux Modul+ fournies par REHAU, selon :

- le CPT « Planchers nervurés à poutrelles préfabriquées associées à du béton coulé en œuvre ou associées à d'autres constituants préfabriqués par du béton coulé en œuvre - Section A - Conception et calcul », (e-cahier N° 3718 de septembre 2012), désigné dans la suite du texte « CPT Planchers ».
- les modalités des Avis Techniques, en cours de validité, sur les poutrelles et entrevous utilisés sur le chantier considéré.

Cette conception doit par ailleurs prendre en compte, pour la dalle de compression, les prescriptions du DTU 65.14 - P2 concernant le respect de l'épaisseur minimale de 40 mm entre la génératrice supérieure du tube et la surface brute de la dalle (l'épaisseur totale doit être issue d'un calcul de résistance).

2.32 Dimensionnement thermique

Un dimensionnement thermique, prenant en compte les rupteurs transversaux et les rupteurs longitudinaux et/ou l'isolation extérieure, doit être réalisé par un bureau d'études thermique dans le respect du Dossier Technique et de la Réglementation Thermique (RT) en vigueur.

2.33 Conception et dimensionnement hydraulique

Une conception et un dimensionnement hydraulique doivent être réalisés par un bureau d'études thermique sur la base d'une collaboration avec le bureau d'études structure et béton afin de déterminer les contraintes propres au chantier (zones sans tubes, revêtements de sols, mode de pose du réseau hydraulique, ...).

2.34 Prescriptions de mise en œuvre

La mise en œuvre de ce procédé doit être réalisée sur les bases de la norme NF DTU 65.14-P2 et des Avis Techniques en cours de validité relatifs aux différents constituants du procédé.

Pour les points où elle en diffère, elle doit être alors réalisée conformément aux prescriptions du présent Dossier Technique établi par le demandeur. L'entreprise qui effectue la mise en œuvre est tenue d'effectuer des contrôles à réception des matériaux, en cours de montage et à la réception de l'ouvrage. À l'arrivée sur le chantier, les différentes pièces livrées doivent être vérifiées visuellement.

2.341 Poutrelles précontraintes

La définition détaillée de ces composants, de leurs matériaux constitutifs, et de leurs conditions de mise en œuvre sont celles décrites dans les Avis Technique en cours de validité relatifs aux poutrelles utilisées.

2.342 Entrevous isolants

La définition détaillée des entrevous dits de coffrage simple, de leurs matériaux constitutifs, de leur rehausse éventuelle et de leurs conditions de mise en œuvre sont celles décrites dans l'Avis Technique en cours de validité sur les produits mis en œuvre sur chaque chantier.

2.343 Rupteurs de pont thermiques et / ou isolation par l'extérieur

La définition détaillée des « rupteurs thermiques » et/ou de l'« isolant extérieur », de leurs matériaux constitutifs, et de leurs conditions de mise en œuvre sont celles décrites dans les Avis Techniques en cours de validité sur les produits mis en œuvre sur chaque chantier.

2.344 Éléments chauffants

La pose des éléments chauffants doit être réalisée conformément au Dossier Technique.

Pour les parties encastrées, le raccordement des tubes RAUTHERM entre eux doit exclusivement être effectué à l'aide des raccords à sertir indémontables REHAU.

2.345 Béton d'enrobage

Le béton d'enrobage doit présenter les caractéristiques décrites au paragraphe 2.31 du Dossier Technique et être mis en œuvre conformément au CPT « Planchers ».

2.346 Revêtements de sol

La pose des revêtements de sol doit s'effectuer après mise en température de la dalle, puis arrêt du chauffage.

Les revêtements doivent être posés conformément aux DTU et Avis Techniques dont ils relèvent.

2.35 Prescriptions de mise en service

La mise en service doit se faire dans la limite de la température de service définie lors du dimensionnement thermique, tel que mentionné au Dossier Technique.

2.36 Entretien

Le procédé de chauffage « Modul+ en dalle de compression » ne génère pas d'entretien spécifique. Les opérations d'entretien sont celles réalisées habituellement pour une installation de chauffage.

2.37 Documents à fournir

La réalisation de ce procédé nécessite la fourniture de documents à différentes étapes :

- un plan de pose du plancher,
- un plan de calepinage montrant les éléments chauffants.

2.38 Coordination entre les corps d'état

- Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit s'assurer que tous les corps d'état intéressés sont informés de la présence des distributions hydrauliques dans le plancher.
- L'installateur du plancher chauffant ne doit exécuter l'installation que si les divers corps d'état concernés ont pris connaissance des travaux qui leur incombent, lesquels sont définis par les prescriptions des différents Cahiers des Prescriptions Techniques communes et de la prestation.
- Sur le chantier, l'installateur est tenu d'informer les autres intervenants de la présence de tubes dans la dalle, par exemple, par l'apposition d'affichettes, rappels dans les comptes rendus de réunions de chantier, etc.
- Sur le chantier, le poseur du revêtement de sol ne doit exécuter la mise en œuvre qu'après avoir vérifié que la dalle respecte les exigences de planéité et d'état de surface requis par les normes de mises en œuvre. De même, il doit respecter les délais de séchage attendus.

2.39 Assistance technique

La société REHAU apporte une assistance technique à toute entreprise installant le procédé qui en fera la demande.

Conclusions

Appréciation globale

Si les dispositions définies ci-avant sont respectées, l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté fait l'objet d'une appréciation favorable.

Validité

Jusqu'au 30 juin 2016.

Pour le Groupe Spécialisé n°14
Le Président
Claude RZASA

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Au regard de l'utilisation du système de canalisation (tubes et raccords), l'avis formulé repose sur le fait que le système appartient à la famille B selon la définition du Guide Technique Spécialisé (e-Cahiers CSTB 3597 – juin 2007).

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°14
Nadège BLANCHARD

Remplacé le : 03/04/2014 par le n° 14/13-1876*V1

A. Description

1. Description générale

1.1 Objet et dénomination commerciale

Procédé de plancher chauffant sur poutrelles et entrevous isolants certifiés de dénomination commerciale « Modul+ en dalle de compression ».

Le procédé « Modul+ en dalle de compression » est un système de chauffage autonome (sans appoint) pour le niveau équipé du procédé. Il repose sur l'utilisation de modules équipés de tube PE-Xa REHAU de dimensions 16 x 1,5 mm, directement installés sur le plancher poutrelles et entrevous isolants avant d'être noyés dans une dalle de compression d'une épaisseur minimale de 40 mm au-dessus de la génératrice supérieure du tube.

1.2 Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi du plancher « Modul+ en dalle de compression » est celui défini au chapitre 4 des Généralités du titre I du CPT « Planchers nervurés à poutrelles préfabriquées associées à du béton coulé en œuvre ou associées à d'autres constituants préfabriqués par du béton coulé en œuvre – Section A – Conception et calcul » (cahier du CSTB 2920 de novembre 1996 ou e-cahier N°3718 de septembre 2012). Il est désigné dans la suite du texte « CPT planchers ».

Le domaine est restreint aux planchers sur vide sanitaire, hauts de cave et hauts de sous-sol, utilisés en maisons individuelles et immeubles d'habitation associés à un plancher chauffant.

2. Éléments constitutifs

2.1 Plancher à poutrelles [EM]

2.11 Poutrelles précontraintes

La définition détaillée de ces composants, de leurs matériaux constitutifs, et leurs conditions de mise en œuvre sont celles décrites dans les Avis Techniques en cours de validité relatifs aux poutrelles.

2.12 Entrevous isolants

Entrevous dits de coffrage simple, moulés, nervurés, sous Avis Technique en cours de validité, certifiés CSTBat, présentant une résistance réglementaire à l'essai de poinçonnement flexion conditionnant la sécurité chantier en phase dite provisoire lors du coulage du béton. Ils sont déclinés en différents niveaux d'isolation thermique et différentes réactions au feu, toutes adaptées aux différents niveaux où ils sont mis en œuvre dans l'habitation.

Dans le cadre de cet Avis Technique, seuls sont visés les niveaux d'isolation contribuant à l'obtention d'une résistance thermique du plancher conformément à la réglementation thermique en vigueur. La valeur Up des entrevous doit être vérifiée dans le certificat CSTBat en vigueur.

La définition détaillée de ces composants, de leurs matériaux constitutifs, de leur rehausse éventuelle et leurs conditions de mise en œuvre sont celles décrites dans les Avis Techniques en cours de validité respectifs.

2.13 Rupteurs de pont thermique ou isolation par l'extérieure

Pour limiter les déperditions périphériques, le plancher doit être équipé de rupteurs transversaux et longitudinaux et/ou d'une isolation thermique extérieure.

2.2 Composants de chauffage fournis par REHAU

Seuls les tubes REHAU, les raccords à sertir REHAU et les raccords à visser BEULCO, définis dans l'Avis Technique « RAUTHERM », de famille B selon la définition du guide Technique Spécialisé (e-cahiers CSTB 3597 – juin 2007), sont utilisables dans le cadre du présent Dossier. Ces composants font l'objet d'un Avis Technique favorable pour l'application chauffage par le sol basse température et d'une certification CSTBat associée.

2.21 Tubes

Les tubes utilisés sont des tubes PE-Xa – RAUTHERM conformément à l'Avis Technique « RAUTHERM » en cours de validité.

Les panneaux Modul+ sont réalisés avec le tube Rautherm 16 x 1,5 mm.

2.22 Raccordement

La technique de raccordement associe les tubes PE-Xa – RAUTHERM aux raccords REHAU à sertir pour tous les raccords encastrés et REHAU ou BEULCO pour les autres connexions comme décrits dans l'Avis Technique « RAUTHERM » en cours de validité.

2.23 Panneaux Modul+

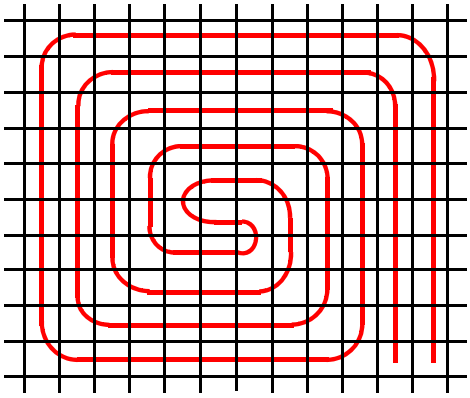
Les panneaux Modul+ sont constitués :

- De treillis soudés métalliques en acier, certifié NF « Acier pour béton armé », ayant les caractéristiques suivantes :
  - maille carrée de 150 mm x 150 mm constituée de fils de diamètre 5 mm,
  - autres treillis soudés à déterminer, chantier par chantier, en collaboration avec le Bureau d'Etudes structure et béton en fonction du dimensionnement structurel du plancher.
- De panneaux de treillis métalliques qui :
  - contribuent à l'armature de la dalle de compression ;
  - constituent le support des tubes pour les modules préfabriqués.
- De tubes PE-Xa - RAUTHERM qui sont fixés en atelier sur ces treillis soudés à l'aide de liens métalliques plastifiés ou de clips spécifiques.

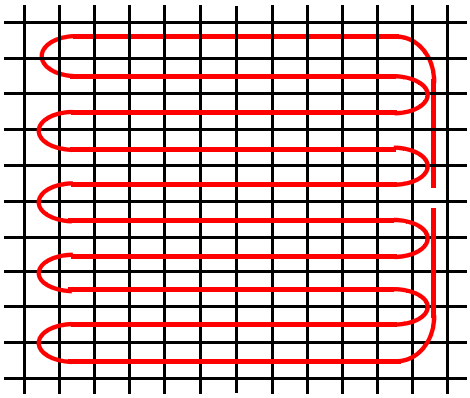
Les tubes sont fixés à mi-distance des mailles du treillis métallique, afin de permettre un enrobage des fils d'acier du treillis sur la totalité de leur périphérie.

Sur les panneaux, les tubes peuvent être posés en :

- escargot,
- épingle,
- double épingle.

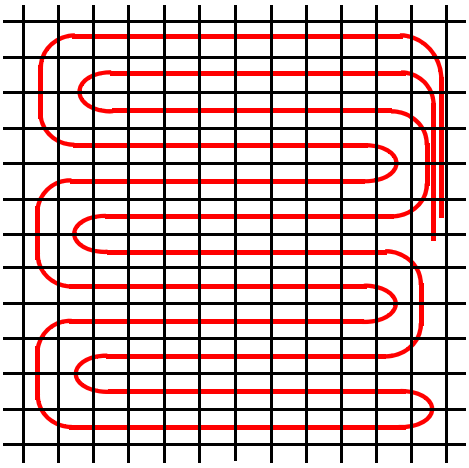


Panneau Modul+ pose en escargot



Panneau Modul+ pose en épingle

Remplacé le : 03/04/2014 par le n° 14/13-1876*V1



Panneau Modul+ pose en double épingle

Une sur-longueur d'au moins un mètre de tube est fixée provisoirement sur le treillis pour être déployée sur chantier pour le raccordement aux modules précédant et suivant.

Les extrémités de tube sur chaque module sont obturées avec des raccords à sertir REHAU et mis sous pression d'air à 6 bars. Cette pression d'air garantit la non détérioration du tube lors du transport et de sa mise en œuvre par une simple mesure de la pression avec un manomètre. Chaque module reçoit une étiquette d'identification.

Les modules préfabriqués sont réalisés selon les dimensions et la spécificité du chantier.

Ces modules sont placés sur des racks spécifiques pour faciliter le transport et la manutention sur chantier.

2.24 Accessoires

2.241 Colliers de fixation

Les colliers de fixation servent à fixer les tubes sur le treillis et à fixer les longueurs de raccordement des modules préfabriquées en respectant les pas de pose.

2.242 Cavaliers de fixation

Les cavaliers de fixation servent à fixer les tubes directement sur le support (ex : entrevous polystyrène), ils sont utilisés pour maintenir les tubes de raccordement entre le module chauffant et le collecteur.

2.243 Bouchon à sertir

Les bouchons à sertir pour tube servent à obturer une extrémité du tube ou circuit pour réaliser les essais de mise en pression.

2.244 Raccord rapide à sertir

Les raccords rapides à sertir pour tube servent à obturer l'autre extrémité du tube ou circuit pour réaliser les essais de mise en pression. Avec ce raccord, le contrôle de pression de chaque boucle est rapide et aisé.

2.245 Coupleur rapide

Le coupleur est monté sur le manomètre et permet de mesurer la pression dans les circuits en l'appliquant sur le raccord rapide ou à nu pour lâcher la pression dans les circuits.

2.246 Manomètre

Le manomètre, via le coupleur rapide, permet de mesurer la pression dans les circuits de tube.

2.247 Coupleur à sertir

Le coupleur à sertir permet de créer une liaison indémontable entre les tubes des panneaux Modul+ et les tubes de raccordement au collecteur.

2.248 Bande adhésive de protection

La bande adhésive de protection protège les raccords à sertir du contact direct avec le béton.

2.249 Gaine de protection

La gaine de protection protège les tubes en sortie de dalle.

2.3 Composants complémentaires (hors REHAU)

2.31 Béton coulé en œuvre **[EM]**

Béton de sable et de granulats courants conforme à la norme NF EN 206-1 et à son annexe nationale, présentant les caractéristiques suivantes :

- résistance caractéristique à la compression à 28 jours supérieure ou égale à 25 MPa (C25/30 ; 25 N/mm^2 en compression, sur cylindre de 16 x 32 cm) ;
- consistance minimale mesurée au cône d'Abrams de 160 mm (fluidité minimale de classe S4), obtenue au moyen d'un plastifiant ou de superplastifiant conforme à la norme NF EN 934-2 et compatible avec la nature du tube ;
- granulats naturels conformes aux spécifications de la norme XP P 18-545 et NF EN 12620 ; la granulométrie doit être choisie pour permettre l'enrobage correct à la fois des tubes et des armatures ; la dimension (Dmax) du plus gros granulat doit être inférieure ou égale à 10 mm ;
- le béton doit avoir une conductivité thermique supérieure ou égale à 1,2 W/m.K.

2.32 Revêtements de sols **[ER]**

Ce type de dalle de compression chauffante peut recevoir tout type de revêtements de sol. Afin de favoriser l'émission haute du plancher, les revêtements de sols associés doivent avoir une résistance thermique (y compris leur éventuelle sous-couche de désolidarisation) :

- inférieure à 0,13 m².K/W pour les parquets collés, les parquets et revêtements de sol contrecollés à parement bois en pose flottante et les systèmes de revêtements stratifiés,
- inférieure à 0,15 m².K/W pour les autres revêtements (conformité à la norme NF DTU 65.14).

Par ailleurs, les composants ci-dessous doivent répondre aux spécifications suivantes :

- Les mortiers-colles à liants mixtes incorporés (à base de ciment, de sable et de constituant secondaire avec incorporation, au moment de la fabrication, d'une résine synthétique redispersable en poudre), destinés à la colle des carreaux céramiques doivent bénéficier d'un Avis Technique favorable sur support béton et de l'autorisation écrite du fabricant pour utilisation directe sur les planchers à chauffage incorporés dans la dalle de compression.
- Les parquets collés ainsi que les parquets et revêtements de sol contrecollés à parement bois en pose flottante, doivent bénéficier d'un certificat NF Parquet et doivent bénéficier d'un Avis Technique favorable sur support béton et de l'autorisation écrite du fabricant pour utilisation directe sur les planchers à chauffage incorporés dans la dalle de compression.
- Les systèmes de revêtements de sols stratifiés en pose flottante doivent bénéficier d'une homologation CSTB et d'un accord écrit du fabricant pour utilisation directe sur les planchers à chauffage incorporés dans la dalle de compression.

3. Fabrication et contrôles

3.1 Fabrication

3.11 Tubes, raccords et modules préfabriqués

Les tubes caloporteurs et les raccords sont fabriqués par la société REHAU. La description de la fabrication des produits REHAU est décrite dans l'Avis Technique « RAUTHERM » en cours de validité.

Les panneaux Modul+ sont fabriqués à façon selon les dimensions du chantier. Les tubes sont fixés directement sur le treillis à l'aide de liens métalliques plastifiés ou de clips spécifiques.

Les modules sont placés sur des racks spécifiques pour faciliter le transport et la manutention sur chantier.

3.12 Plancher à poutrelle

La fabrication des poutrelles précontraintes et des entrevous est définie dans les Avis Techniques en cours de validité respectifs.

3.2 Contrôles

3.21 Tubes, raccords et modules préfabriqués

Les usines sont sous Système de Management de la Qualité certifié conforme à la norme ISO 9001.

Les contrôles sur les matières premières, la production et sur les produits finis concernant les tubes et raccords sont décrits dans l'Avis Technique « RAUTHERM » en cours de validité de la société REHAU.

Les tubes et raccords étant certifiés CSTBat, des visites régulières dans les usines de fabrication sont effectuées par tierce partie conformément aux dispositions définies dans l'Avis Technique correspondant.

3.22 Plancher à poutrelle

Les contrôles réalisés sur les matières premières, la production et sur les produits finis concernant des poutrelles précontraintes et des entrevous sont définis dans les Avis Techniques en cours de validité respectifs. Les entrevous étant certifiés CSTBat, des visites régulières dans les usines de fabrication sont effectuées par tierce partie conformément aux dispositions définies dans l'Avis Technique correspondant.

3.3 Marquage

Panneaux Modul+

En plus des dispositions prévues dans l'Avis Technique « RAUTHERM », les modules préfabriqués sont étiquetés individuellement avec :

- Désignation du chantier et adresse,
- Date de la commande,
- Désignation et N° de module,
- Taille du module,
- Système traçabilité (date de fabrication, agent de confection,..).

Plancher à poutrelle

Les Avis Techniques des différents composants indiquent comment ils sont identifiés ou marqués.

Remplacé le : 03/04/2014 par le n° 14/13-1876*V1

4. Conception - dimensionnement

4.1 Conception et calculs structurels

Pour chaque chantier, la société REHAU s'assure que la conception et les calculs structurels de la dalle sont réalisés par un Bureau d'Etudes spécialisé dans ce domaine ou par le Bureau d'Etudes interne au fabricant du plancher sur la base des informations relatives aux caractéristiques des treillis métalliques des panneaux Modul+, préalablement fournies par REHAU.

L'étude se base sur le CPT « Planchers » en vigueur et selon les modalités décrites dans les Avis Techniques et documents de certification en cours de validité des fabricants des divers composants.

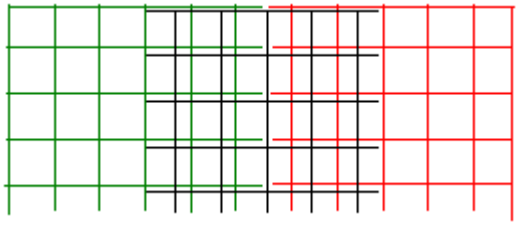
L'étude permet, ainsi, de valider le choix des treillis utilisés pour la confection des panneaux Modul+.

L'épaisseur minimale à respecter pour la dalle de compression doit tenir compte d'un recouvrement minimal des tubes de chauffage de 40 mm (conformément au DTU 65.14 partie 2) soit une épaisseur minimale à respecter pour la dalle de compression de 56 mm.

4.11 Principe de positionnement des panneaux Modul+

Les panneaux « Modul+ » sont mis en place avec les tubes positionnés en partie inférieure, en contact avec les entrevous isolants. Ils sont posés bord à bord.

Pour assurer la continuité de la fonction d'armature de la dalle de compression, des bandes de treillis soudé de mêmes caractéristiques techniques que celles des panneaux de Modul+ sont posées au droit des jonctions entre panneaux Modul+. Elles sont fournies par REHAU ou par l'entreprise de gros œuvre Le recouvrement sur chaque panneau Modul+ est de 2 mailles (voir schéma ci-dessous).



4.12 Montage du plancher

Le plancher est dimensionné avec des caractéristiques mécaniques (moment d'inertie, moment statique, …) usuelles (il a été montré que la présence des tubes était sans conséquence sur ces caractéristiques dans le domaine d'emploi mentionné).

Les canalisations et gaines doivent être intégrées dans les dalles en respectant les épaisseurs d'enrobage conformément au DTU 65-10 (NF P 52-305-1) « Canalisations d'eau chaude ou froide sous pression et canalisations d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales à l'intérieur des bâtiments », à savoir une épaisseur minimale de 40 mm entre la génératrice supérieure du tube et la surface brute de la dalle (l'épaisseur totale doit être issue d'un calcul de résistance).

Toutefois, compte tenu de la nature chauffante de la dalle, il convient de gainer ou calorifuger les autres canalisations d'eau chaude et froide.

4.2 Dimensionnement de l'isolation thermique du plancher

Le niveau d'isolation thermique du plancher est défini par le BE thermique, conformément à la Réglementation Thermique (RT) en vigueur.

Le procédé est réalisé avec l'une des dispositions suivantes (afin de minimiser les déperditions périphériques et les déperditions au niveau des éventuels refends) :

- Rupteurs transversaux et longitudinaux,
- Isolation par l'extérieur.

Les déperditions sont calculées selon les règles thermiques en vigueur en tenant compte, notamment, des déperditions linéiques périphériques induites par le plancher chauffant considéré.

4.3 Dimensionnement thermique du système de plancher chauffant

Avant la phase de dimensionnement, il est primordial, en collaboration avec le maître d'ouvrage et le BE Structure et Béton si nécessaire, de déterminer :

- Les zones taboues (les zones sans tube),
- Les emplacements des collecteurs,
- Les caractéristiques des revêtements de sol,
- La température maximale de service,
- Le fluide caloporteur (eau ou eau glycolée),

Une fois en possession des éléments ci-dessus, le BE thermique réalise le dimensionnement de l'installation de chauffage à l'aide du logiciel REHAU et détermine tout particulièrement :

- Les performances thermiques : les émissions, les débits et pertes de charge.
- Le plan de calepinage montrant les tubes ou les modules préfabriqués (voir exemple de plan de pose en *figure 2*).

Le dimensionnement de l'installation doit être réalisé en respectant la réglementation thermique en vigueur.

Le logiciel de dimensionnement REHAU permet le respect de cette réglementation, proposant une solution de régulation par zone ou pièce par pièce selon la configuration du bâtiment.

5. Mise en œuvre

Les éléments du plancher sur entrevous PSE sont mis en œuvre suivant les prescriptions du plan de préconisation de pose établi spécialement pour le chantier en fonction de la géométrie et des charges appliquées. La mise en œuvre des différents composants du procédé tel que décrit dans le Dossier Technique ne pose pas de difficultés particulières aux entreprises de gros œuvre ainsi qu'aux entreprises de génie climatique ayant été formées par le fabricant de plancher et REHAU.

Avant le démarrage des travaux, une bonne coordination entre ces différents corps d'états est nécessaire :

- Entreprise de maçonnerie, désignée dans la suite du texte [EM] ;
- Entreprise de chauffage, désignée dans la suite du texte [EC].

5.1 Éléments structurels [EM]

Les modalités de mise en œuvre des différents éléments du plancher sont décrites dans les Avis Techniques en cours de validité et les documents techniques du fabricant.

5.2 Pose du système de chauffage [EC]

À l'issue d'un dimensionnement spécifique du projet, les modules sont réalisés et repérés par des étiquettes d'identification pour garantir sur le chantier l'ordre de pose des éléments. Les modules sur chantier peuvent être couplés entre eux pour obtenir un circuit d'une surface plus importante avant être raccordés à un collecteur/distributeur.

5.21 Pose des modules

Une fois les poutrelles et entrevous posés, les cloisons et les zones sans chauffage sont matérialisées au sol. Les modules sont posés tube contre l'entrevous polystyrène.

La pose de ce procédé est réalisée par une entreprise de chauffage ou de génie climatique en concertation avec les autres corps d'état pour la planification de la période d'intervention.

Cette entreprise peut demander à REHAU un soutien technique sur chantier.

Remplacé le : 03/04/2014 par le n° 14/13-1876*V1

Les jonctions entre les modules chauffants et les tubes de raccordement allant au collecteur sont exclusivement réalisées avec les raccords à sertir indémontables REHAU sous Avis Technique. Les raccords sont protégés du contact direct avec le béton d'enrobage avec un ruban adhésif.

5.22 Zones sans panneau Modul+

Selon le plan de pose, dans les zones sans panneau Modul+, l'entreprise de gros œuvre met en place un treillis dont les fils ont la même dimension que ceux du treillis de panneau.

Les tubes RAUTHERM (conditionnés en couronne) sont posés dans ces zones à raison d'au moins une fixation par mètre, directement sur l'entrevous PSE avec des cavaliers de fixation ou fixés au treillis avec des liens non métalliques ou similaires.

5.23 Raccordement à la distribution

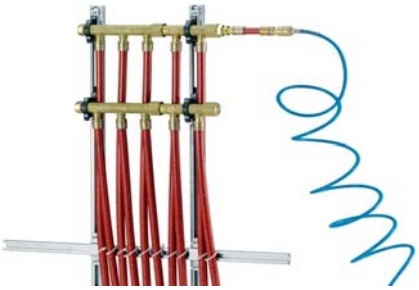
Le collecteur se trouvant au-dessus du plancher, il convient en sorties de dalle de protéger chaque tube par une gaine annelée ou similaire.

Les tubes de liaisons entre les modules et le collecteur sont fixés à raison d'au moins une fixation par mètre, directement sur l'entrevous PSE avec des cavaliers de fixation ou fixés au treillis avec des liens non métalliques ou similaires.

Pour ne pas dépasser la température limite de surface de 28°C, il convient à certains endroits où la densité de tubes est importante (couloirs, ..) de limiter l'émission de ceux-ci. Ceci doit être réalisé en limitant le nombre de tubes de liaison par collecteur/distributeur.

En prévision de la mise sous pression d'air à 6 bars, il est nécessaire de rassembler les tubes de liaison à l'emplacement du futur collecteur et réaliser leur raccordement provisoire :

- soit sur un collecteur confectionné sur chantier à l'aide de tés et coudes à sertir REHAU,
- soit sur un collecteur provisoire spécifique.



Une fois l'ensemble des tubes raccordés au collecteur provisoire, il convient de procéder à la mise sous pression d'air de l'ensemble des circuits de chauffage à 6 bars.

5.24 Mise sous pression des modules

Avant de couler le béton, il est impératif de vérifier que la pression d'air de l'ensemble des circuits de chauffage est à 6 bars. Dans le cas contraire, il convient d'identifier l'éventuelle cause et d'y remédier (ajustement de la pression ou réparation en cas de fuite détectée).

5.3 Mise en place des bandes de treillis de structure [EM]

L'entreprise de gros œuvre met en place et ligature les bandes de treillis aux panneaux Modul+ conformément à la règle de recouvrement décrite au paragraphe 4.11.

5.4 Mise en œuvre du béton d'enrobage [EM]

Le béton destiné à être coulé au-dessus des tubes doit présenter les caractéristiques précisées au paragraphe 2.31. Il doit être mis en œuvre par l'entreprise de gros œuvre.

5.5 Remplissage [EC]

5.51 Montage du collecteur définitif

La mise en place de ce collecteur ne se fait qu'après la pose des cloisons, bâtiment hors d'eau et hors d'air.

Les tubes sont raccordés au collecteur conformément aux spécifications décrites dans les notices de montage.

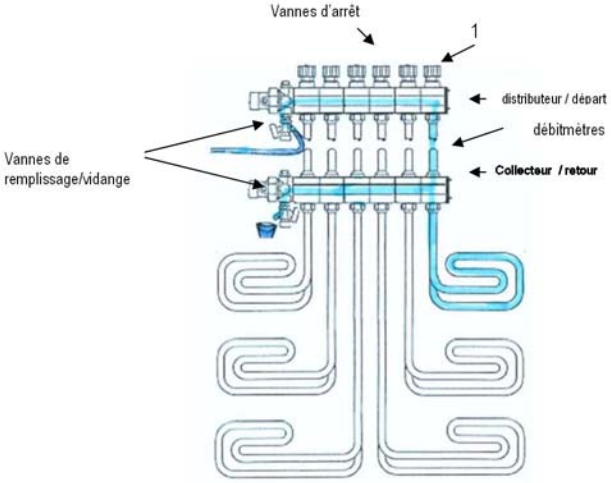
Au moment du raccordement final au collecteur, le professionnel doit apposer une étiquette dans la zone de raccordement.

L'étiquette porte la mention suivante :

Attention : Présence d'un système de plancher chauffant NE PAS PERCER.

5.52 Remplissage

Lors de la mise en eau, il faut veiller au bon remplissage de l'installation, circuit par circuit, afin d'éviter des poches d'air dans les canalisations.



Pour parfaitement remplir les circuits de fluide caloporteur, il faut suivre le mode opératoire suivant :

- fermer toutes les vannes d'arrêt sauf celle opposée à la vanne de remplissage/vidange (repéré 1 sur le schéma),
- ouvrir totalement tous les débitmètres,
- raccorder le flexible d'alimentation sur la vanne de remplissage des circuits départs,
- placer un récipient sous la vanne de vidange,
- ouvrir les 2 vannes de remplissage/vidange. Le fluide caloporteur va ainsi traverser le distributeur départ, passer par la boucle de tubes puis ressortir par la vidange du collecteur retour,
- laisser couler une dizaine de litres pour bien purger le circuit,
- fermer la vanne d'arrêt du circuit purgé puis ouvrir celle du circuit suivant,
- répéter les opérations précédentes pour chaque circuit du collecteur (en remontant le collecteur vers la vanne de remplissage),
- une fois tous les circuits remplis, fermer en premier la vanne de vidange du collecteur/retour pour faire monter l'ensemble de l'installation à la pression du réseau puis fermer la vanne remplissage.

5.6 Principe de fonctionnement

Chaque local ou chaque zone peut être muni d'un dispositif de régulation automatique en fonction de la température intérieure souhaitée. Ce dispositif est constitué par l'ensemble :

Remplacé le : 03/04/2014 par le n° 14/13-1876*V1

- moteurs électro - thermiques montés sur le collecteur,
- thermostats d'ambiance posés dans chaque pièce ou zone, filaire ou radio,
- boîtiers de connexion permettant de câbler facilement les moteurs thermiques d'une part et de raccorder (en filaire ou radio) les thermostats d'ambiance d'autre part.

5.7 Régimes d'eau

D'une manière générale, la température départ reste faible pour bénéficier au maximum du phénomène d'autorégulation de la dalle pour intégrer les apports gratuits (ensoleillement et charges internes).

La température de départ se situe généralement entre 26 et 30°C selon la région et le type de bâtiment avec un différentiel de température départ/retour de 2 à 5°C.

Les régimes d'eau sont spécifiques à chaque bâtiment, et sont fixés lors du dimensionnement du système. Dans tous les cas, la température de départ maximale admissible est de 50°C.

5.8 Première mise en chauffe [EC]

La mise en service doit être réalisée en respectant un temps de séchage minimum de 45 jours et avant la pose du revêtement de sol.

La première mise en chauffe commence avec un fluide à une température comprise entre 20 et 25°C qui doit être maintenue pendant au moins une journée. Ensuite, la température maximale de service déterminée lors du dimensionnement thermique doit être atteinte et maintenue pendant 2 jours supplémentaires.

Les planchers recevant un revêtement scellé désolidarisé peuvent s'affranchir de la première mise en chauffe.

5.9 Revêtements de sol et finition

Tout percement de la dalle de compression est interdit, les cloisons doivent être fixées au sol par collage.

La pose des revêtements de sol s'effectue après mise en température de la dalle, puis arrêt du chauffage. Les revêtements sont posés conformément aux DTU et Avis Techniques dont ils relèvent.

6. Entretien [EC]

Le procédé « Modul+ en dalle de compression » ne génère pas d'entretien spécifique. Les opérations d'entretien sont celles réalisées habituellement pour une installation de chauffage.

7. Formation et assistance technique

Concernant le logiciel REHAU de dimensionnement thermique, la société REHAU assure l'accompagnement nécessaire à son utilisation lors de la mise à disposition de l'outil. Elle propose également, sur demande, une assistance téléphonique.

Concernant la mise en œuvre, la société REHAU dispense une formation sur chantier à toute entreprise de pose mettant en œuvre le procédé pour la première fois. Par ailleurs, elle apporte, sur demande, à ses partenaires : bureaux d'études, entreprises de chauffage,..., la formation technique souhaitée ainsi qu'une assistance téléphonique et sur chantier.

L'assistance technique relative à la conception et au dimensionnement structurel du plancher à poutrelles et entrevous PSE sont pris en charge par le fabricant de ces produits.

B Résultats expérimentaux

Voir Avis Technique <<RAUTHERM>> pour les essais sur les tubes et raccords à sertir.

C Références

C.1. Données environnementales et sanitaires

Le procédé de chauffage « Modul+ en dalle de compression » ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels le procédé « Modul+ en dalle de compression » visé est susceptible d'être intégré.

C.2. Autres références

Une liste de chantiers réalisés a été remise au CSTB.

Remplacé le : 03/04/2014 par le n° 14/13-1876*V1

Tableaux et figures du Dossier Technique

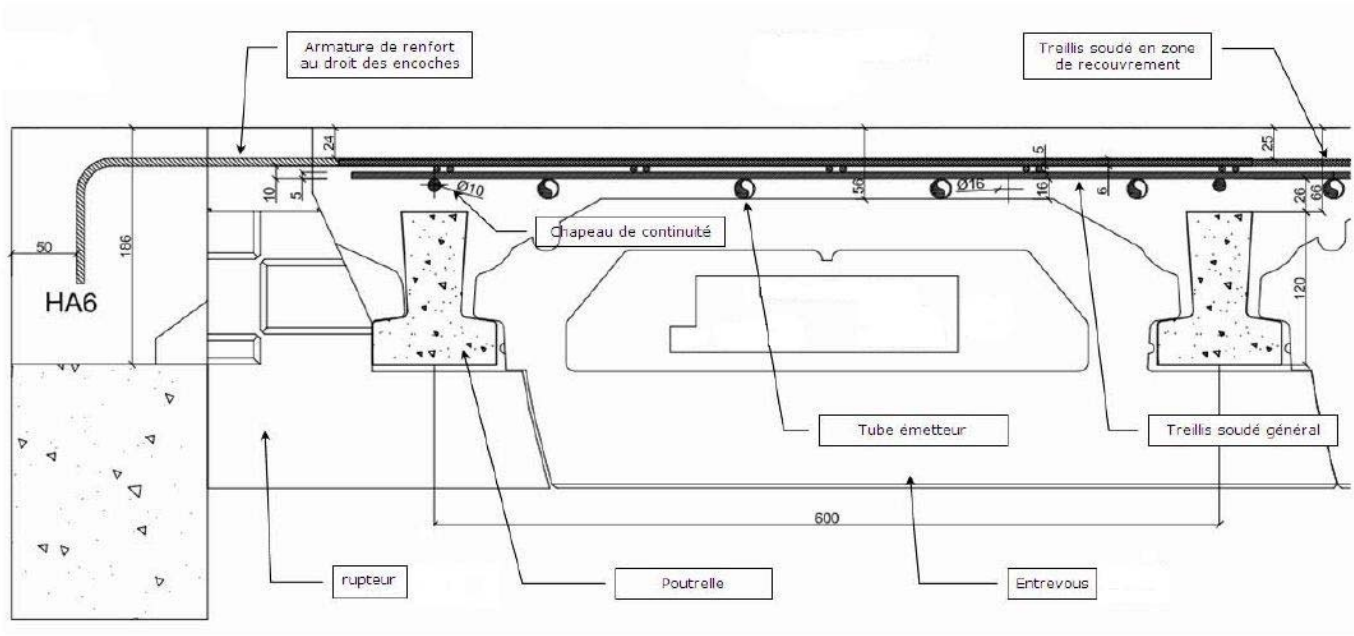


Figure 1 -Coupe de principe sur plancher

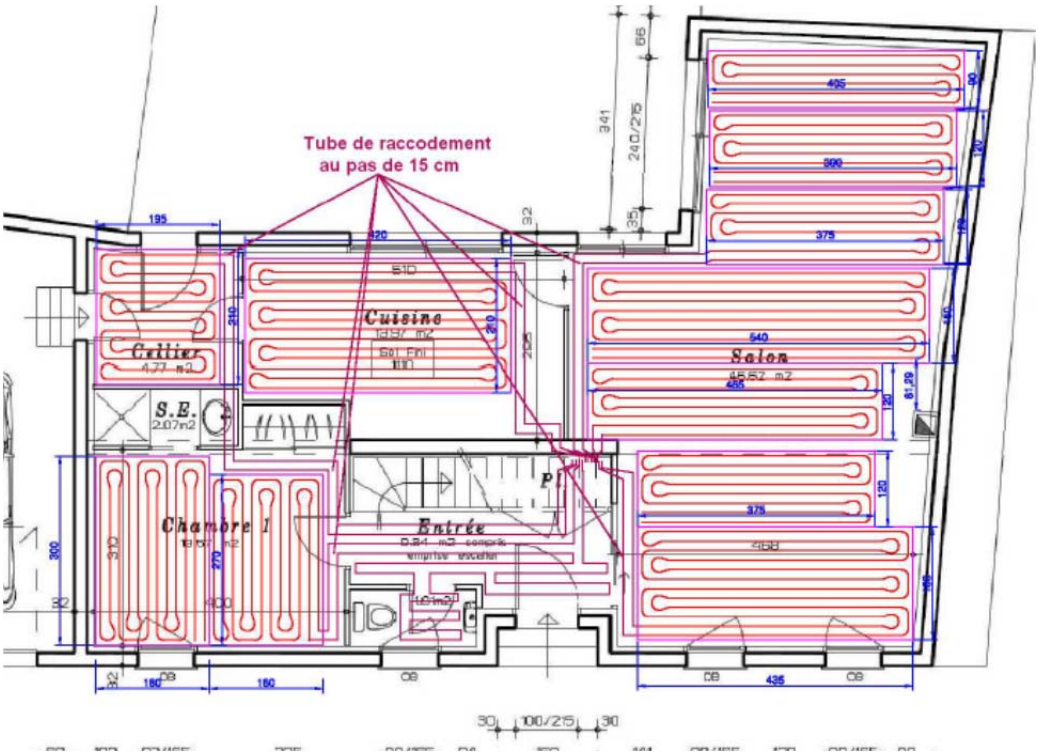


Figure 2 – Exemple de plan de pose

Remplacé le : 03/04/2014 par le n° 14/13-1876*V1