

Commission chargée de formuler des Avis Techniques

Groupe spécialisé n° 14

Équipements de génie
climatique, procédés solaires

Planchers réversibles à eau basse température

Cahier des Prescriptions Techniques sur la conception et la mise en œuvre

Ce document a été approuvé par le Groupe spécialisé n° 14
le 6 novembre 1998

CAHIERS DU CSTB

Livraison 403 - Octobre 1999

Cahier 3164

Secrétariat de la commission des Avis Techniques :
CSTB, 4, avenue du Recteur-Poincaré, 75782 Paris Cedex 16
Tél. : 01 40 50 28 28

*La dernière mise à jour de la liste
des Avis Techniques
en cours de validité peut être consultée
sur Minitel, base de données RUTILE
36 17 CSTB*

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

Planchers réversibles à eau basse température

Cahier des Prescriptions Techniques sur la conception
et la mise en œuvre

sommaire

1. Avant propos	2
2. Objet - Domaine d'application.....	2
3. Matériaux et matériels.....	2
3.1 Isolants	2
3.2 Constituants de la dalle	2
3.3 Revêtements de sol	2
3.4 Tubes et accessoires de fixation	2
3.5 Antigels du fluide caloporteur	3
3.6 Matériels spécifiques	3
3.7 Production de chaud et de froid	3
4. Conception des ouvrages.....	3
4.1 Généralités	3
4.2 Conception thermique des ouvrages	3
4.3 Conception hydraulique de l'ouvrage.....	5
4.4 Régulation, sécurité	5
4.5 Calculs.....	5
5. Mise en œuvre	5
6. Mise en service	6
7. Exploitation	6
8. Documents à fournir	6
9. Exemples de schémas	7
10. Textes de références.....	9

1. Avant propos

Le souci constant d'amélioration du confort en toutes saisons a conduit au développement des systèmes de PLANCHERS REVERSIBLES.

Le principe repose sur l'inversion du sens d'action du plancher, suivant que le réseau de grilles qui lui est incorporé est parcouru par un fluide à une température supérieure ou inférieure à la température ambiante. Ainsi, avec un fluide chaud, le plancher se comporte en EMETTEUR l'hiver, et avec de l'eau rafraîchie en ABSORBEUR durant l'été.

Il s'agit bien, en fonctionnement estival, d'un RAFRAICHISSEMENT de CONFORT par abaissement de la température résultante, sans modification de l'humidité spécifique et non d'une climatisation ou d'un conditionnement d'air, dans lesquels on traite les caractéristiques de l'air.

Un plancher réversible est d'abord un plancher chauffant. Par conséquent, toutes les spécifications applicables aux planchers chauffants (DTU, normes) sont applicables aux planchers réversibles. Ce document définit des exigences complémentaires auxquelles doit répondre un plancher réversible, ces exigences pouvant être des limitations d'emploi ou des spécifications supplémentaires de conception ou de mise en œuvre.

2. Objet - Domaine d'application

Le présent document a pour objet de définir les conditions générales de conception, de mise en œuvre et d'exploitation des planchers réversibles. Toutefois, des dispositions particulières différentes de celles qui suivent pourront être prévues dans un Avis Technique spécifique.

Le présent document est applicable aux travaux exécutés dans les locaux d'habitation, d'hébergement ou de bureaux. Il traite exclusivement des planchers en dalles flottantes rapportées.

Il s'applique pour les climats de la France métropolitaine.

Un plancher réversible doit être conçu et réalisé comme tel dès le départ ; seule, la production de froid peut éventuellement être installée ultérieurement.

3. Matériaux et matériels

3.1 Isolants

Les isolants thermiques à base de matières plastiques alvéolaires sont seuls utilisables (polystyrène expansé, polystyrène extrudé, mousse de polyuréthane). Ils seront conformes aux prescriptions du paragraphe 4.2.4.

3.2 Constituants de la dalle

Les dalles visées par ce document sont à base de liants hydrauliques à l'exclusion de tout autre matériau d'enrobage.

3.3 Revêtements de sol

Les revêtements de sol seront tels que les prescriptions du paragraphe 4.2.3 soient respectées. Les revêtements suivants peuvent être utilisés :

- Carreaux céramiques, dalles de pierre calcaire et éléments de granit. Les dispositions prévues dans le CPT « Revêtements de sol en carreaux céramiques ou analogues collés au moyen de mortiers-colles » (*Cahier du CSTB n° 2478*) doivent être appliquées.

Revêtements plastiques titulaires de la marque NF-UPEC - les adhésifs utilisés doivent avoir fait la preuve de leur aptitude à l'emploi notamment vis-à-vis de la réversibilité à l'humidité du plan de collage vérifiée conformément à la norme NF T 76-128.

Note : La pose de tapis sur ces revêtements modifie de façon importante la résistance thermique de l'ensemble et ne permet pas de respecter les précautions du § 4.2.3

3.4 Tubes et accessoires de fixation

3.4.1 Tube en matériaux de synthèse

Sont utilisables les différents tubes en matériaux de synthèse bénéficiaires d'un Avis Technique favorable pour la classe 2.

Les dimensions des tubes utilisables pour des installations sont (\varnothing ext. x épaisseur en mm) :

12 x 1,1 16 x 1,5 20 x 1,9 25 x 2,3

3.4.2 Tube cuivre

Les tubes doivent être conformes aux normes NF EN 1057 ou NF A. 51-121 et être titulaires de la marque NF.

- Ils doivent être livrés en couronnes.

3.4.3 Accessoires de fixation

Les accessoires de fixation du tube doivent être tels qu'ils :

- permettent un bon maintien du tube,
- ne risquent pas de détériorer les tubes, les ligatures métalliques étant à exclure,
- permettent de réaliser les pas définis par le calcul.

3.5 Antigél du fluide caloporteur

Les exigences sont celles applicables aux installations de planchers chauffants.

3.6 Matériels spécifiques

3.6.1 Pompe de circulation

Comme en climatisation, il faut utiliser des pompes aptes à véhiculer l'eau froide, la condensation ne devant pas provoquer le risque de court circuit électrique. D'autre part, l'isolation thermique de la pompe ne doit pas provoquer de détérioration par surchauffe.

3.6.2 Expansion

En rafraîchissement, le volume d'expansion est toujours inférieur à celui nécessaire en mode chauffage. Dans le cas de vase unique aux deux modes de fonctionnement, le dimensionnement sera fait sur la base chauffage.

Il faut s'assurer que le vase choisi est utilisable avec de l'eau froide.

3.6.3 Aiguillage des fluides

Dans le cas où la production d'eau chaude est différente de la production de froid, les vannes d'aiguillage nécessaires doivent être telles qu'il soit facile de repérer si elles sont ouvertes ou fermées.

Si on utilise des vannes motorisées, les moteurs ne doivent jamais être placés sous le corps de vanne.

3.6.4 Calorifuge

Les isolants utilisés doivent être conformes à ceux prescrits dans le DTU 67.1 ou être titulaires d'un Avis Technique favorable pour cet emploi.

3.6.5 Régulation (principe)

En plus de la fonction de régulation, les régulateurs doivent pouvoir assurer la fonction de limite basse.

3.7 Production de chaud et de froid

Diverses solutions sont envisageables

1. Sources d'origine naturelle

Les sources usuelles sont les puits, rivières, étangs et lacs, dont les températures sont inférieures à 18 °C en été.

Ces sources ne doivent pas être utilisées directement l'été dans l'installation (risque d'obstruction, pollution, annihilation des produits de traitement de l'installation, etc.) mais via un échangeur avec filtrage.

2. Raccordement à un réseau de distribution d'eau chaude et/ou d'eau glacée.

3. Générateurs.

Ce sont des générateurs d'eau froide, d'eau chaude ou des générateurs mixtes. Ils doivent être conformes aux normes en vigueur ou bénéficier d'un Avis Technique favorable pour cet emploi.

4. Conception des ouvrages

4.1 Généralités

4.1.1 Coefficient de déperdition volumique du bâtiment

4.1.1.1 Bâtiments d'habitation

Il y a lieu de tenir compte de la présence des éléments chauffants en plancher sur un local non chauffé, un vide sanitaire, un terre-plein, ou sur un passage ouvert, pour le calcul des coefficients GV, BV et C des bâtiments d'habitation, (cf. arrêté du 5 avril 1988) selon le DTU Règles Th-G et les Règles de calcul Th-B et Th-C.

4.1.1.2 Bâtiments autres que d'habitation

Il y a lieu de tenir compte de la présence des éléments chauffants en plancher sur un local non chauffé, un vide sanitaire, un terre-plein ou sur un passage ouvert pour le calcul du coefficient G1 (cf. arrêtés du 11 mars 1988, 13 avril 1988 et 6 mai 1988) selon le DTU Règles Th-G.

4.1.2 Apports

La faible puissance d'absorption d'un tel système implique de limiter au maximum les apports solaires (protections solaires extérieures, masques architecturaux, ...) ainsi que les apports internes. Dans ce contexte, une inertie forte des locaux sera favorable.

4.2 Conception thermique des ouvrages

4.2.1 Ventilation

Les installations de VMC sont obligatoires et doivent rester en fonctionnement durant la période estivale.

Dans des installations importantes, l'air insufflé peut être préalablement traité.

4.2.2 Inertie de la dalle d'enrobage

Il y a lieu de veiller à ce que les dalles ne présentent 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.

Note : Cela correspond à une épaisseur totale au dessus de l'isolant (revêtement de sol compris) d'environ 7 cm.

4.2.3 Revêtements de sol

La résistance thermique au dessus du tube ne dépassera pas 0,13 m²K/W, celle des revêtements de sol y compris l'isolation acoustique éventuelle, situés au-dessus des éléments chauffants, étant limitée à 0,09 m²K/W et celle de la dalle proprement dite à 0,04 m²K/W.

4.2.4 Isolation en sous-face

4.2.4.1 Exigences thermiques

Les exigences thermiques de l'isolant support de la dalle flottante chauffante sont données dans le tableau n° 1. Ce tableau donne les valeurs minimum que

Tableau n° 1

Local sous-jacent	Pièces chauffées	Cave/terre plein	Température extérieure mini 0 °C	Température extérieure mini -5 °C	Température extérieure mini -15 °C
Résistance thermique (m ² .K/W)	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00

doit atteindre la couche isolante en fonction de la nature du local sous-jacent.

Les valeurs des résistances thermiques des isolants sont mentionnées sur les certificats ACERMI ou repris dans les règles Th-K 77 ou les Avis Techniques.

4.2.4.2 Exigences mécaniques

En fonction de la charge imposée et du niveau d'exigence acoustique dans le local, les performances mécaniques demandées à l'isolant sont différentes. Nous pouvons résumer ces performances en fonction de :

4.2.4.2.1 L'isolation thermique et éventuellement acoustique est disposée en une seule couche

Le tableau 2 concerne exclusivement les dalles flottantes en béton, les cloisons étant montées avant mise en place de l'isolant et de la dalle. Il indique pour l'isolant les niveaux minimaux ACERMI-ISOLE adaptés à cet emploi. Il précise également le type d'armature à mettre en œuvre lors du coulage de la dalle afin d'assurer la stabilité mécanique de celle-ci. Pour les isolants ne pouvant bénéficier d'un classement ACERMI (isolants à plots par exemple), la compressibilité sera déterminée suivant un essai selon la norme NF P 75-301. La classe de compressibilité obtenue devra être I (équivalent à I4 ou I5) ou II (équivalent à I3).

4.2.4.2.2 L'isolation thermique et/ou acoustique est mise en œuvre suivant deux couches superposées

Lorsqu'on utilise deux couches isolantes superposées pour réaliser l'isolation thermique et/ou acoustique sous la dalle, les combinaisons les plus couramment utilisées sont :

- 2 couches d'isolant I5,
- 2 couches d'isolant I4
- 1 couche d'isolant I4 + 1 couche d'isolant I5,
- 1 couche d'isolant I4 ou I5 + 1 couche d'isolant Acoustique I3.

Ces différentes combinaisons aboutissent toutes à la compressibilité équivalente I3.

Note : Il est toujours possible de faire réaliser suivant les modalités de la norme NF P 75-301 un essai pour déterminer la classe de compressibilité équivalente du complexe constitué de deux couches isolantes. Cet essai devra être alors sanctionné par un rapport d'essai établi par un laboratoire agréé.

La couche isolante présentant la classe de compressibilité la plus faible sera toujours disposée en dessous de celle présentant la plus forte classe de compressibilité. En particulier, un isolant acoustique associé à un isolant thermique sera toujours disposé sous l'isolant thermique.

Tableau n° 2

ISOLANT SOUS DALLE					DALLE À BASE DE LIANTS HYDRAULIQUES	
CLASSEMENT ACERMI					Armature minimale	
I	S	O	L	E (*)		
5	1	2	2	1 à 4	Béton ou mortier renforcé de fibres métalliques à baïonnette fortement dosé dont les conditions d'emploi sont définies dans les documents d'évaluation permettant l'utilisation de cette technique ou Treillis soudé : fils Ø 1,4 x 1,8 mm, maille ≤ 50 mm masse minimale 650g/m ²	
4	1	2	2	1 à 4		
3	1	2	2	1 à 4		

1. Les produits certifiés ACERMI-ISOLE reprennent pour le classement I la compressibilité déterminée suivant la norme NF P 75-301. C'est ainsi que :

- les produits classés I4 et I5 présentent respectivement une diminution d'épaisseur inférieure ou égale à 0,5 mm et 0,3 mm, les produits classés I5 présentent par ailleurs, par rapport aux produits I4, des caractéristiques améliorées vis-à-vis du fluage à long terme et de la résistance au poinçonnement ;
- les produits classés I3 présentent une diminution d'épaisseur inférieure ou égale à 3 mm ;
- les produits classés I2 présentent une diminution d'épaisseur inférieure ou égale à 12 mm.

4.3 Conception hydraulique de l'ouvrage

4.3.1 Généralités

On veillera à limiter le nombre de circuits à 5 ou 6 par collecteur et optimiser le tracé des canalisations d'alimentation des grilles pour éviter les concentrations des tubes, particulièrement dans les couloirs et accès et, le cas échéant, isolation de ces canalisations.

4.3.2 Protection des générateurs.

Dans le cas d'une installation de planchers réversibles, il existe deux générateurs, un pour le chaud, un pour le froid. Un seul et même appareil peut assurer les deux fonctions.

Sauf si le fabricant l'a expressément mentionné dans sa documentation, il faut prévoir une séparation des circuits froid et chaud. Le dispositif doit être prévu pour qu'aucune circulation de fluide n'ait lieu dans le générateur inutilisé. Si un dispositif d'expansion unique est prévu, il faut que le réseau soit en permanence relié à ce dispositif, quel que soit le générateur en fonction.

La mise en service simultanée des deux générateurs (chaud et froid) ne doit être possible qu'en cas de production d'eau chaude sanitaire par le générateur chaud. Dans ce cas, il faut s'assurer que les fonctions de sécurité et d'expansion sont toujours assurées.

4.3.3 Equilibrage des collecteurs

Si l'installation comporte plusieurs collecteurs/distributeurs, il est impératif de prévoir les organes d'équilibrage hydraulique entre ces éléments pour obtenir les débits correspondant à l'étude.

4.3.4 Calorifugeage de la distribution

Comme en climatisation, toutes les canalisations apparentes et accessoires (pompe, vase, vanne, etc.) doivent être soit calorifugés, soit placés dans des dispositifs (caissons isolés par exemple) de telle sorte qu'il n'y ait aucun risque de condensation.

Ne pas oublier les collecteurs/distributeurs et les tubes départ/retour vers le plancher.

4.4 Régulation, sécurité

4.4.1 Régulation

Le choix de la régulation est à rapporter à l'importance de l'installation et aux types de générateurs utilisés. Le réglage de la température de fluide en fonction des conditions extérieures est recommandé, du moins pour l'hiver. En régime ETE, on veillera à la température minimale de la source froide. Cette température est définie en fonction de la situation géographique selon le tableau 3.

Le circuit doit comporter un dispositif limitant la température à l'entrée des panneaux à la température ci-dessous. Ce dispositif peut être intégré à la régulation.

Tableau 3

Zone géographique	Température minimale de départ (°C)
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 km	19
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 km	20
Zone côtière de l'Océan Atlantique au sud de l'embouchure de la Garonne Largeur 50 km	21
Zone côtière méditerranéenne Largeur 50 km	22
Zone intérieure	18°C

4.4.2 Sécurité

Un dispositif de sécurité indépendant de la régulation, avec réarmement manuel et fonctionnant même en l'absence de courant ou de fluide moteur, coupe impérativement la fourniture de froid au niveau des panneaux lorsque la température de fluide atteint 12 °C.

4.5 Calculs

La puissance d'absorption est limitée par la conception de la grille en tenant compte des exigences de confort et des risques de condensation. Si la charge climatique dépasse la puissance d'absorption, on admet une augmentation de la température intérieure.

Cependant, dans certaines régions où les besoins en froid peuvent être importants, il peut être intéressant de surdimensionner le plancher par rapport à ce qu'il aurait été s'il avait été calculé pour le chaud de façon à augmenter ses possibilités d'absorption. Dans ce cas, la température de fluide et le débit seront ajustés pour couvrir les besoins en chaud.

5. Mise en œuvre

Les exigences sont celles applicables aux installations de planchers chauffants.

Afin de limiter les risques de fausses manœuvres, les vannes d'aiguillages et les commutateurs ETE/HIVER seront distinctement repérés, sans équivoque quant à leur fonction.

6. Mise en service

Même si l'installation est démarrée en froid, les prescriptions de mise en service des planchers chauffants (première mise en température) doivent être respectées et réalisées avant le fonctionnement en rafraîchissement.

Avant la mise en route, l'installation doit être soigneusement nettoyée et rincée avant remplissage en eau potable (si ce n'est pas le cas on devra vérifier les caractéristiques de l'eau employée).

En cas d'emploi d'antigel, le dosage ne sera pas inférieur à 25 %.

7. Exploitation

Les circuits pièces humides seront fermés en été.

Si on utilise des régulations individuelles dans certaines pièces, il faudra prévoir un basculement du sens d'action des thermostats lors de l'aiguillage des fluides.

Ne pas oublier de modifier les valeurs de consigne des thermostats. La consigne d'été des thermostats d'ambiance des régulations individuelles ne descendra pas au dessous de 24 °C.

8. Documents à fournir

Prévoir une étiquette à fixer sur une installation de plancher chauffant rafraîchissant comprenant les informations suivantes.

Consignes pour plancher chauffant rafraîchissant

Arrêter le générateur en cours de fonctionnement

Hiver ⇒ Été : Source d'eau chaude
Été ⇒ Hiver : Source d'eau rafraîchi

Vannes d'isolement du circuit chauffage si elles existent

Hiver ⇒ Été : Fermer
Été ⇒ Hiver : Ouvrir

Vanne d'isolement du circuit rafraîchissement si elles existent

Hiver ⇒ Été : Ouvrir
Été ⇒ Hiver : Fermer

Basculer les thermostats d'ambiance

Hiver ⇒ Été : En position été avec consigne à 24 °C
Été ⇒ Hiver : En position hiver avec consigne à 19 °C

Basculer la régulation si elle existe

Hiver ⇒ Été : En position rafraîchissement
Été ⇒ Hiver : En position chauffage

Pièces humide (cuisine, salle de bains, ...)

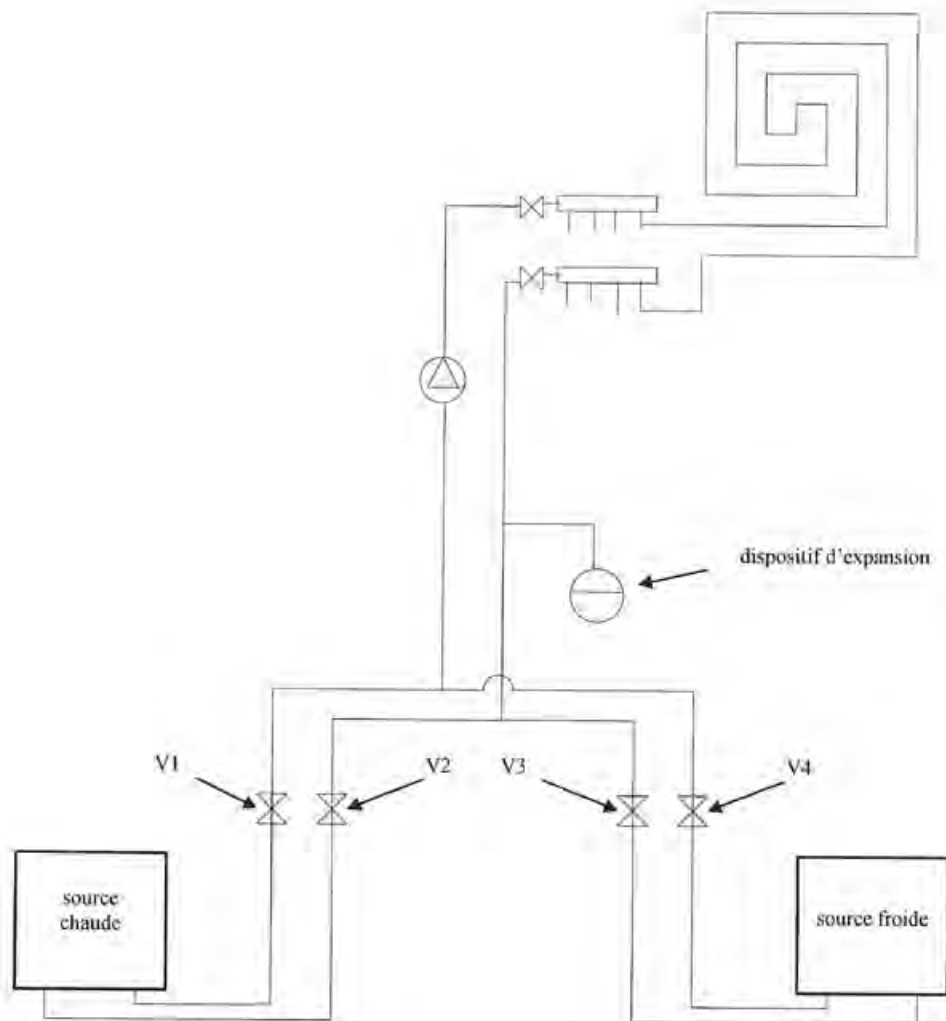
Hiver ⇒ Été : Fermer les circuits de ces pièces
Été ⇒ Hiver : Ouvrir les circuits de ces pièces

Mettre en route le générateur

Hiver ⇒ Été : Source d'eau rafraîchi
Été ⇒ Hiver : Source d'eau chaude

9. Exemples de schémas

Les schémas suivants illustrent principalement les différentes configurations de circuits en fonction des systèmes de production de chaleur ou de froid. La régulation n'est pas représentée sur ces schémas

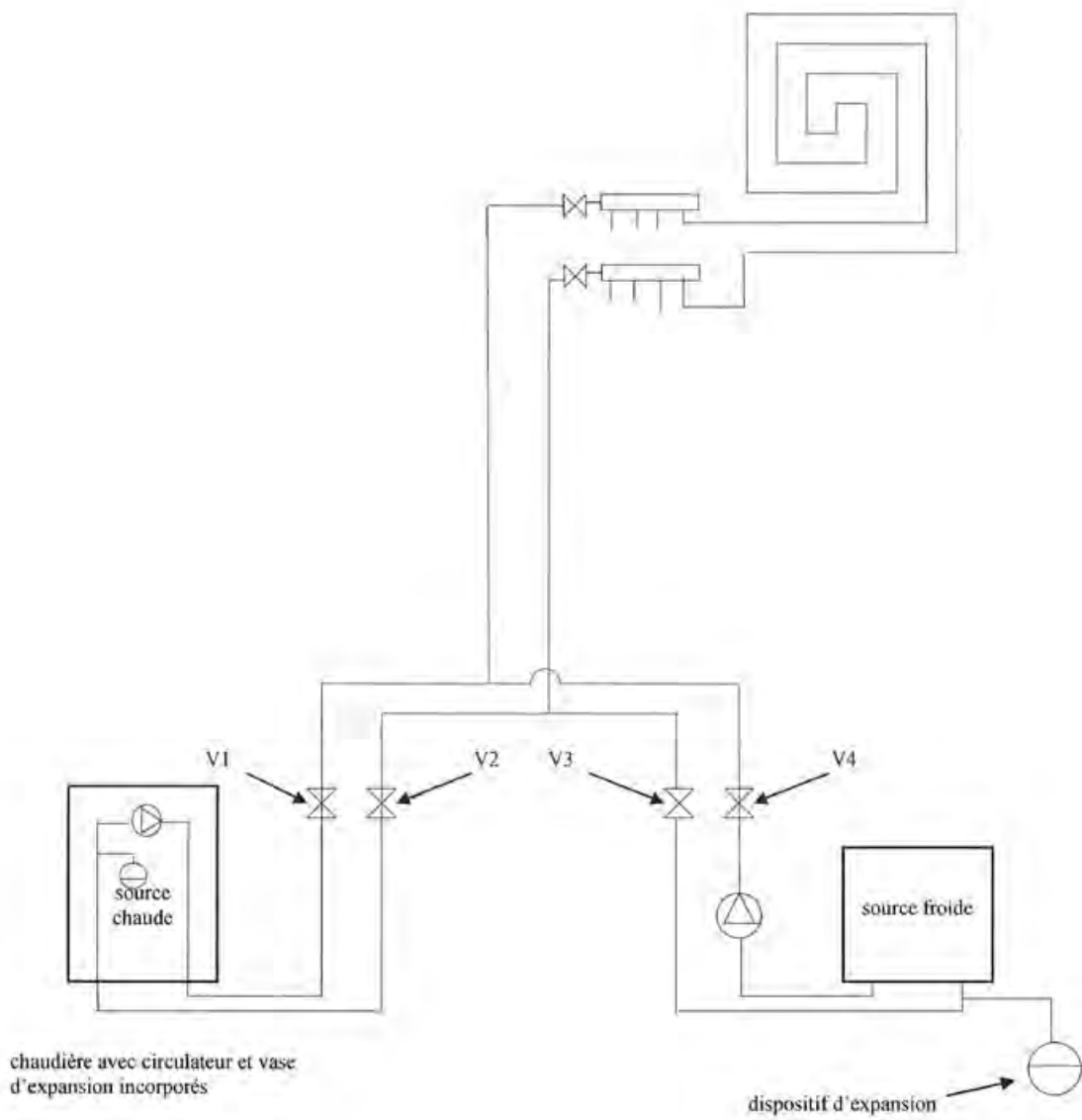


Exemple 1 - V1, V2, V3 et V4 - vannes d'aiguillage

Les vannes V1 et V3 peuvent être remplacées par des clapets anti-retours (étanches)

Si les sources ne sont pas munies de dispositifs d'expansion individuels, le vase est placé comme indiqué sur le schéma.

Les chaudières à production d'eau chaude incorporée constituent un cas particulier

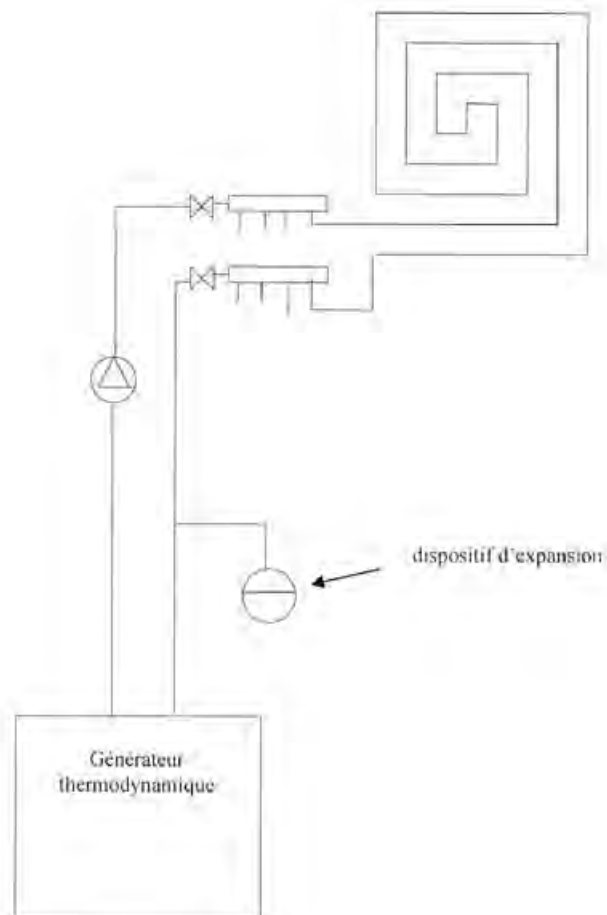


chaudière avec circulateur et vase d'expansion incorporés

dispositif d'expansion

Exemple 2 - V1, V2, V3 et V4 - vannes d'aiguillage

Les vannes V1 et V3 peuvent être remplacées par des clapets anti-retours (étanches)



Exemple 3

10. Textes de références

- DTU 26.2 - Chapes et dalles à base de liants hydrauliques
- DTU 52.1 - Revêtements de sol scellés
- DTU 53.2 - Revêtements de sol plastiques collés
- DTU 65.6 - Prescriptions pour l'exécution des panneaux chauffants à tubes métalliques enrobés dans le béton
- DTU 65.8 - Exécution de planchers chauffants à eau chaude utilisant des tubes en matériau de synthèse noyés dans le béton

- DTU 67.1 - Isolation thermique des circuits frigorifiques
- NF C 15-100 - Installations électriques à basse tension

Cahier du CSTB 2478 - groupe spécialisé n° 13 revêtements muraux et produits connexes - revêtements de sol intérieurs et extérieurs en carreaux céramiques ou analogues collés au moyen de mortiers-colles - cahier des prescriptions techniques d'exécution.

- NF P 75-301 - Isolants thermiques de bâtiment manufacturés - Plaques et panneaux - Mesure de la compressibilité à température ambiante sous charge constante.



PARIS - MARNE-LA-VALLÉE - GRENOBLE - NANTES - SOPHIA ANTIPOLIS
CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

4, avenue du Recteur-Poincaré - F-75782 Paris Cedex 16
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : www.cstb.fr