

# Avis Technique 14+9/09-1445

Edition corrigée du 2 juillet 2009

Annule et remplace la version précédente

*Plafond réversible  
Heating and cooling ceiling  
Wärmend und erfrischend  
Decke*

---

## Systeme Plafino

---

**Titulaire :** INNOVERT  
193, rue de la Tourgarnier  
FR-16000 Angoulême  
Tel. : (33) 05 45 37 38 39  
Fax : (33) 05 45 37 39 41  
E-mail : [info@innover.com](mailto:info@innover.com)  
Internet : [www.innovert.eu](http://www.innovert.eu)

Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
(arrêté du 2 décembre 1969)

**Groupe Spécialisé n° 14**

Installations de Génie Climatique et Installations Sanitaires

**Groupe Spécialisé n° 9**

Cloisons et contre-murs en plâtre

Vu pour enregistrement le 16 juin 2009



Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
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](http://www.cstb.fr)

**Les Groupes Spécialisés n° 14 « Installations de génie climatique et installations sanitaires » et n° 9 « Cloisons et contre-murs en plâtre » de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques ont respectivement examiné le 03 février 2009 ainsi que le 10 février 2009, la demande d'Avis Technique sur le système de chauffage et/ou rafraîchissement par diffuseur « Plafino » sous plaque de plâtre, présentée par la société INNOVERT. Ils ont formulé, concernant ce procédé, l'Avis Technique ci-après.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Plafonds à base de plaques de plâtre destinés au chauffage et/ou au rafraîchissement (plafonds réversibles).

Ce système est composé :

- de diffuseurs Plafino constitués de plaques de tôle emboutie dans lesquelles sont clipsés des tubes de diamètre 16 extérieur en matériau de synthèse pour la circulation d'eau chaude ou froide. Ces diffuseurs sont fixés directement ou par l'intermédiaire d'une ossature au plafond supérieur,
- de plaques de plâtre fixées sur les diffuseurs par vissage,
- des accessoires nécessaires à la réalisation du circuit de distribution.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique à celui proposé dans le Dossier Technique :

Emploi limité à la réalisation de plafond réversible dans les bâtiments d'usage courant (logements, hôtels, bâtiments scolaires ou hospitaliers, aux immeubles de bureaux) en construction neuve ou en rénovation et dans les locaux classés EA, EB et EB+ privatifs au sens du document « Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois » (e-cahier CSTB 3567 – mai 2006).

L'utilisation du procédé en zone sismique n'a pas été examinée dans le cadre de ce document.

L'utilisation du système en mode rafraîchissement est exclue dans les pièces humides (salle de bains, salle d'eau ...).

### 2.2 Appréciation sur l'équipement

#### 2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur

##### Stabilité

Dans les conditions d'emploi fixées dans le Cahier des Prescriptions Techniques et compte tenu des températures fixées et du mode d'accrochage et de fixation prévu, la stabilité propre de ce plafond dans le domaine d'emploi accepté, apparaît assurée de façon satisfaisante.

##### Sécurité incendie

Elle est à examiner, cas par cas, pour l'ouvrage de plafond complet en fonction de la destination des ouvrages réalisés.

Dès lors qu'il ne participe pas à la protection de la structure du bâtiment et qu'il est mis en œuvre comme décrit dans le Dossier Technique, l'utilisation du plafond réversible Plafino ne s'oppose pas au respect des exigences vis-à-vis :

- des risques d'incendie et de panique dans les Etablissement Recevant du Public (ERP) telles que définies dans l'arrêté du 25 juin 1980 modifié,
- des risques d'incendie dans les locaux de travail, telles que définies dans le code du travail.

Dans le cas contraire, si ces plafonds doivent contribuer à la stabilité au feu du plafond ou de la structure qu'ils protègent, ne peuvent être mis en œuvre que des plafonds pour lesquels a été délivré, par un laboratoire agréé, un classement de résistance au feu selon les dispositions de l'arrêté du 22 mars 2004.

##### Réglementation thermique

Le système avec la régulation décrite (cf. paragraphes 2.4 et 4.4 du Dossier Technique), dès lors qu'il assure seul le chauffage ou le rafraîchissement des locaux, permet de satisfaire aux réglementations thermiques en vigueur (cf. paragraphe 6.1 du Dossier Technique).

En habitat, l'usager doit veiller à ne pas utiliser un système d'appoint de chauffage avec le plafond en mode rafraîchissement.

Sur une installation dont le système Plafino serait utilisé uniquement en rafraîchissement, le chauffage étant produit d'une autre façon, il faut adapter la régulation pour ne pas avoir production de chaud et de froid simultanément dans le même local.

##### Réglementation électrique

Les éléments d'ossature métalliques doivent être mis à la terre conformément aux recommandations de la NF C 15-100.

##### Finitions - aspect

Le procédé de plafond réversible Plafino permet de monter sans difficulté particulière, dans un gros œuvre de précision normale, des plafonds d'aspect satisfaisant (le parement des plaques est compatible avec les revêtements habituels des plafonds en plaques de plâtre visés dans la norme NF DTU 25-41).

#### 2.2.2 Durabilité - fiabilité

##### 2.2.2.1 Diffuseurs et système de distribution

Ces éléments, s'ils sont installés conformément au Dossier Technique paragraphe 5, permettent de préjuger de la bonne tenue dans le temps de ces produits.

##### 2.2.2.2 Sonde de mesure d'humidité

Les sondes de mesure d'humidité ont tendance à dériver, une vérification régulière est donc nécessaire.

##### 2.2.2.3 Plafond plâtre

Les températures d'eau circulant dans les tubes des diffuseurs (jamais supérieures à 45°C en régime chauffage et jamais inférieures à 18°C en régime de rafraîchissement) ne sont pas susceptibles d'entraîner une dégradation du plâtre.

##### 2.2.2.4 Appréciation générale

La durabilité de l'ensemble peut être considérée comme satisfaisante.

#### 2.2.3 Aptitude à l'emploi

##### Protection contre les risques de condensation

Le système est conçu pour prévenir les risques de condensation.

Pour satisfaire à cette protection, il se peut que le confort ne soit plus assuré durant quelques périodes limitées dans le temps et correspondant à des conditions climatiques défavorables (forte humidité et température élevée).

##### Protection du réseau de distribution après installation

Une fois les plaques de plâtre mises en place, les diffuseurs ne sont plus repérables. Une signalétique doit permettre de rappeler leur présence pour éviter tout percement dans les plafonds.

Si un percement doit être réalisé, plusieurs méthodes existent pour éviter de percer le tube (cf. paragraphe 6.12).

En cas de percement d'un diffuseur ou d'une tuyauterie, la réparation n'est possible qu'en endommageant la zone concernée.

##### Performances thermiques

Le maintien dans le temps des performances thermiques du système est assuré, comme pour un système traditionnel.

#### 2.2.4 Mise en œuvre

Le mode de mise en œuvre du procédé, tel que décrit dans le Dossier Technique du demandeur ne pose pas de difficultés particulières aux entreprises de génie climatique ainsi qu'aux entreprises plaquistes qualifiées (4132 minimum ou équivalent).

La société INNOVERT apporte son assistance technique aux entreprises qui en font la demande.

#### 2.2.5 Fabrication

La fabrication des diffuseurs est réalisée en usine de façon semi-automatique. Les contrôles sont faits avant et après fabrication ce qui permet de préjuger favorablement de la constance de qualité du produit.

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

### 2.31 Prescriptions de mise en œuvre

La mise en œuvre du plafond réversible Plafino et les précautions à prendre lors de la mise en œuvre sont celles définies dans le Dossier Technique.

Le bâtiment doit être hors d'air et hors d'eau avant la mise en œuvre.

A l'arrivée sur le chantier, les différentes pièces livrées doivent être vérifiées visuellement.

Le test d'étanchéité doit être réalisé avant la fixation des plaques de plâtre, la pression est ensuite maintenue jusqu'à la fin des travaux de pose des plaques de plâtre.

Toutes les précautions doivent être prises pour éviter le risque de gel, une fois les réseaux hydrauliques raccordés.

Le jointoiment entre les plaques de plâtre ne peut être réalisé que si :

- les tests d'étanchéité ont été réalisés,
- le bon fonctionnement des diffuseurs a été effectué. En hiver, par température extérieure inférieure ou égale à 15°C, l'installateur doit effectuer un préséchage à 18°C durant 48 heures.

Cette dernière opération a pour but d'assurer la mise en équilibre des matériaux et l'élimination de l'humidité résiduelle éventuelle. Après refroidissement des plaques à température ambiante (environ 1 heure), les joints peuvent être réalisés.

Le délai de séchage des joints entre les plaques, de 7 jours, doit être respecté avant la mise en service.

### 2.32 Prescriptions de mise en service

Les circuits INNOVERT sont utilisés avec une pression de 3 bars maximum.

Toute précaution doit être prise pour éviter le gel à l'intérieur des circuits comme sur la distribution primaire.

La mise en service doit se faire en mode chauffage avec une montée de la température d'eau progressive. Une régulation avec un programme de montée en température progressive facilite cette opération.

On se référera au Cahier de Prescriptions Techniques communes aux équipements de chauffage électrique installés en plafond CPT PEC 2799 : « Equipements de chauffage électrique installés en plafond ». La montée et la baisse de température se fera en fonction d'un programme de mise en régime permettant d'éviter les chocs thermiques importants.

### 2.33 Prescriptions pour l'entretien

#### Circuit hydraulique

- Vérifier régulièrement la pression de service du réseau. En cas de besoin, compléter le remplissage avec de l'eau de ville.
- Contrôler le bon fonctionnement de tous les organes du circuit hydraulique tels que : purgeurs, soupapes, débitmètres et pompes de circulation.
- En cas de traitement antigel ou anticorrosion du fluide de l'installation, un contrôle biannuel sera effectué et dans tous les cas une fois par an le pH du fluide sera contrôlé.

#### Régulation

- Contrôler les points de consigne sur les régulateurs, sondes et thermostats de régulation et de sécurité.
- Vérifier le fonctionnement des vannes motorisées de chaque secteur.
- Vérifier le serrage des borniers électriques.
- Tester le fonctionnement des sondes d'humidité relative une fois par an.

### 2.34 Travaux

Les travaux de pose d'un plafond réversible Plafino requièrent des compétences dans le domaine de la pose des plafonds à base de plaques de plâtre et des compétences dans le domaine hydraulique. Ces différentes compétences peuvent être le fait de deux entreprises séparées ou réunies au sein d'une même entreprise.

Seules les personnes ayant suivi une formation auprès de la société INNOVERT sont habilitées à mettre en œuvre le système.

#### 2.341 Ensemble des travaux à effectuer par l'installateur du plafond

- La pose des ossatures ou des suspensions des diffuseurs ou leurs dispositifs de fixation à la structure porteuse.
- La pose et la préparation des diffuseurs.
- La pose des plaques de plâtres.
- Les finitions du plafond si elles sont au lot plafond réversible.

#### 2.342 Ensemble des travaux à effectuer par l'entreprise de génie climatique

- La pose des circuits de distribution.
- La réalisation et la pose des collecteurs.
- La mise en place des tubes du serpentin (cf. paragraphe 2.12 du Dossier technique) sur les diffuseurs pour former le réseau de chauffage et/ou rafraîchissement.
- Le raccordement au réseau d'alimentation en eau.
- Les différents contrôles et essais avant, pendant et après réalisation de l'ouvrage, tels que définis dans le Dossier Technique du demandeur.
- La première mise en service.

### 2.35 Documents à fournir

#### 2.351 Avant l'étude d'exécution

Avant l'étude d'exécution, le maître d'ouvrage ou son mandataire doit fournir à l'installateur du plafond les plans d'exécution du bâtiment, précisant la nature des cloisons, de la structure porteuse et des plafonds, et faisant apparaître le positionnement de toutes les réservations des autres corps d'état.

Il devra également informer si le plafond sera ou ne sera pas accessible par le dessus. S'il n'est pas accessible, toute connexion électrique devra se faire par le dessous et toute connexion hydraulique devra être indémontable.

#### 2.352 Avant l'exécution du plafond réversible

Avant l'exécution du plafond réversible, le maître d'œuvre doit informer l'installateur du plafond de toutes modifications apportées par lui-même ou les autres corps d'état.

L'installateur du plafond réversible doit indiquer l'emplacement des raccordements des différents circuits de diffuseurs sur les collecteurs et les réservations éventuelles au niveau des réseaux de distribution ainsi que :

- le plan de pose des suspentes et fixations,
- le plan de localisation (plan de calepinage) des diffuseurs chauffants et/ou rafraîchissants et des éventuelles zones neutres, des points de raccordement au réseau de distribution,
- le plan des accessoires intégrés dans le plafond.

#### 2.353 Après l'exécution du plafond

Après l'exécution du plafond réversible, l'installateur doit remettre au maître d'ouvrage ou à son mandataire :

- le plan définitif de localisation des éléments chauffants et/ou rafraîchissants,
- des connexions des différents circuits au réseau de distribution,
- le plan des accessoires intégrés dans le plafond.

## 2.36 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 et des zones équipées de diffuseurs dans le plafond.
- L'installateur du plafond n'exécute l'installation que si les divers corps d'état concernés ont pris connaissance des travaux qui leur incombent, lesquels sont définis par les prescriptions du présent cahier des prescriptions techniques.
- Sur le chantier, l'installateur du plafond est tenu d'informer les autres intervenants de la présence des tuyauteries de distribution ou des panneaux équipés de diffuseurs dans le plafond, par exemple, par l'apposition d'affichettes, rappels dans les comptes rendus de réunions de chantier, etc.

### Conclusions

#### Appréciation globale

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

#### Validité

Jusqu'au 29 février 2012.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 14*  
*Le Président*  
Alain DUIGOU

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé attire l'attention sur le fait qu'il est demandé une résistance thermique globale de la paroi de valeur supérieure ou égale à 1,0 m<sup>2</sup>.K/W et ce quelques soit les niveaux.

En cas de plafond ne répondant pas à cette exigence, la pose directe est exclue. Seule la pose sur ossature métallique avec mise en œuvre d'un isolant au dessus des diffuseurs est possible. Elle doit être réalisée conformément à la norme DTU 25.41.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 14*  
Nadège BLANCHARD

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 9*  
Maryse SARRE

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Description générale

#### 1.1 Présentation

Le plafond réversible de dénomination commerciale Plafino est composé :

- de diffuseurs Plafino qui sont des plaques de tôle emboutie dans lesquelles sont clipsés des tubes de diamètre 16 mm extérieur en matériau de synthèse pour la circulation d'eau chaude ou froide. Ces diffuseurs sont fixés directement sous une surface plane ou par l'intermédiaire d'une ossature au plafond supérieur,
- de plaques de plâtre fixées sur les diffuseurs par vissage,
- des accessoires nécessaires à la réalisation du circuit de distribution.

#### 1.2 Domaine d'emploi

Emploi limité à la réalisation de plafond réversible dans les bâtiments d'usage courant (logements, hôtels, bâtiments scolaires ou hospitaliers, immeubles de bureaux) en construction neuve ou en rénovation et dans les locaux classés EA, EB et EB+ privatifs au sens du document « Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois » (e-cahier CSTB 3567 – mai 2006).

L'utilisation du procédé en zone sismique n'a pas été examinée dans le cadre de ce document.

L'utilisation du système en mode rafraîchissement est exclue dans les pièces humides (salle de bains, salle d'eau ...).

### 2. Eléments constitutifs

Le procédé englobe les diffuseurs Plafino, les éléments constitutifs du circuit hydraulique et le système de régulation (température et humidité) ainsi que les plaques de plâtre.

#### 2.1 Diffuseur

Les diffuseurs sont disposés entre :

- des éléments de plafond suspendu métallique ou un plafond (au dessus),
- et des plaques de plâtre (au dessous).

(Voir figure 1 pour la vue d'un diffuseur avec ses cotes)

##### 2.1.1 Diffuseur

Les diffuseurs sont fabriqués à partir d'une tôle en acier protégé par électrozingage de 5/10 d'épaisseur.

Ils présentent un bord droit et un bord découpé avec plusieurs virages (180°) pour le passage du tube de circulation d'eau.

Ces diffuseurs sont également emboutis pour réaliser des gorges en forme d'oméga destinées à accueillir le serpentin décrit ci-dessous.

Dans la gorge se situe un poinçonnage de forme de 8 mm de diamètre qui assurera le point de fixation entre la fourrure ou le support propre et le diffuseur Plafino (voir figure 2).

Ces diffuseurs sont déclinés en différentes longueurs : 190 cm, 180 cm, 170 cm, 160 cm, 150 cm, 140 cm, 130 cm, 120 cm, 110 cm, 100 cm, 90 cm, 80 cm, 70 cm et 60 cm.

La largeur finale est unique de 100 cm.

##### 2.1.2 Serpentin

Le serpentin consiste en un tube en matériau de synthèse (PER, PB, PEX ou autre matériau de synthèse) de diamètre intérieur de 13 mm et d'épaisseur de 1,5 mm. Il doit être sous Avis Technique en cours de validité pour ce type d'usage ou être certifié selon la norme ISO 15875.

#### 2.2 Ossature métallique

L'ossature, uniquement nécessaire dans le cas de la mise en œuvre par son intermédiaire, est constituée de profilés en tôle d'acier galvanisé, conformes à la norme NF EN 14195 et aux spécifications complémentaires de la norme NF DTU 25.41 (indice de classement P72.203) rappelées ci-après.

La protection contre la corrosion est assurée par galvanisation à chaud conformément à la norme NF EN 10327. Un autre mode de protection peut être utilisé à condition qu'il offre des garanties au moins équivalentes (exemple : Alu Zinc).

Les éléments d'ossatures métalliques qui font l'objet de la marque NF «Eléments d'ossatures métalliques pour plaques de plâtre» répondent à ces spécifications.

Le couple suspente-fourrure constitue un système dont la charge de rupture mesurée en laboratoire dans les conditions d'essais définies à l'annexe C de la norme NF DTU 25.41 P1-2 doit être égale au triple de la charge de service de la suspente avec un minimum de 75 daN. Les performances obtenues doivent faire l'objet d'un rapport d'essais.

##### 2.2.1 Fourrures

Profilés en forme de C protégés contre la corrosion par galvanisation à chaud.

Masse de revêtement Z140 correspondant à une épaisseur de 0,02 mm. L'épaisseur minimale du montant avec protection Z140 est de 0,56 mm (valeur de rejet hors protection 0,54 mm).

Ils sont destinés à recevoir les vis de fixation de la plaque.

##### 2.2.2 Rails et cornières

Conformément à la norme NF DTU 25.41 P1-1 paragraphe 6.2.2.7, des cornières ou des rails sont à utiliser pour assurer le maintien correct à la jonction avec les parois verticales.

#### 2.3 Visserie

Les vis destinées à la fixation métal sur métal des diffuseurs à l'ossature doivent être conformes à celles définies à l'article 6.1 « vis » de la norme NF DTU 25.41 P1-2.

Les fixations pour mettre en œuvre les diffuseurs directement sur le support existant sont des chevilles associées à des vis de diamètre 8 mm adaptées au support et bénéficiant d'un Agrément Technique Européen (ATE) :

- chevilles de 8 mm telles que définies à l'article 6.2 de la norme NF DTU 25.41 P1-2 seront choisies en fonction du support,
- vis de fixation de la plaque de plâtre sur le diffuseur Plafino seront conformes à celles de la norme NF DTU 25.41 P1-2 article 6.1. Elles sont du type à tête trompette.

#### 2.4 Plaques de plâtre et traitement des joints

Les plaques de plâtre destinées à être mises en place sous les diffuseurs ont une épaisseur de 12,5 mm et possèdent 4 bords amincis. Elles doivent être conformes à la norme NF EN 520 et aux spécifications complémentaires de l'annexe D de la norme NF DTU 25.41 P1-2. Les plaques de plâtre qui font l'objet de la marque NF « Plaque de plâtre » répondent à ces spécifications.

Le traitement des joints entre les plaques de plâtre à 4 bords amincis sera effectué avec un système enduit associé à une bande à joint carton dont l'aptitude à l'emploi à été reconnue par un Avis Technique. Les enduits doivent être conformes à la norme NF EN 13963 et aux spécifications complémentaires définies dans la norme NF DTU 25.41 P1-2 (CGM). Les systèmes de traitements des joints qui font l'objet d'une certification matérialisée par la marque CSTBat « Enduits de traitement des joints entre plaques de plâtre » répondent aux spécifications définies ci-dessus.

L'utilisation de bandes tramées est formellement interdite.

#### 2.5 Circuit hydraulique

##### 2.5.1 Circuit de distribution

Les liaisons entre collecteurs sont constituées soit :

- de toute autre liaison permettant le transport de l'eau de chauffage et/ou de rafraîchissement compatibles avec les règles de l'art,
- en PPR (polypropylène-random-copolymère) en assemblage par polyfusion,
- en matériau de synthèse tel que PB ou PER ou tube multicouche PEX AL PEX titulaire d'un Avis Technique en cours de validité,
- ou de tout autre produit agréé pour cet usage et bénéficiant d'un Avis Technique en cours de validité.

## 2.52 Accessoires du circuit

Il convient de prévoir sur le circuit hydraulique :

- Un ou plusieurs collecteurs ayant pour fonction de réunir tous les départs et retours d'un local ou d'une zone. Ce collecteur sous forme de kit en matériau de synthèse comprend :
  - 2 robinets d'arrêts (départ et retour),
  - 2 purgeurs d'air à flotteur avec bouchons hygroscopiques à fibres (départ et retour),
  - 1 module de réglage du débit (visualisation par débitmètre micrométrique) par circuit,
  - 1 module thermostatique pour réglage des seuils en chauffage uniquement.
- Un ou plusieurs circulateurs selon les bâtiments.
- Un vase d'expansion.

## 2.6 Isolant thermique

Les types d'isolant doivent être conformes à ceux décrits au paragraphe 2.8 du Cahier des Prescriptions Techniques sur le chauffage par Plafond Rayonnant Plâtre (CPT PRP 3636/08).

## 2.7 Régulation

Le générateur chaud ou froid est équipé de sa régulation propre pour maintenir l'eau en température.

La température de la pièce ou de la zone est réglée :

- soit par un thermostat qui arrête la circulation de l'eau (arrêt du circulateur ou fermeture d'un ou plusieurs circuits),
- soit par un régulateur capable d'agir en fonction de la température extérieure et de la température intérieure et adapté au système Plafino (gamme de températures de fonctionnement,...).

En option, chaque circuit peut être contrôlé par un thermostat individuel par tête thermostatique et/ou programmable au niveau du collecteur (fonctionnement en chaud seulement).

La régulation en mode froid devra gérer le point de rosée en prenant en compte la température ambiante et l'hygrométrie :

- dans les pièces humides, le circuit d'alimentation en eau froide sera fermé automatiquement pour éviter tout risque de condensation,
- dans le cas des bureaux ou Etablissements Recevant du Public (ERP), il sera adjoint une sonde hygrométrique pièce par pièce.

Un thermostat de sécurité limite la température d'eau à 45°C en chaud, de manière à ce que la température au cœur de la plaque de plâtre soit dans tous les cas inférieure à 45°C.

Un thermostat de sécurité limite la température d'eau à 18°C en rafraîchissement.

Pour des raisons de confort et pour se prémunir des risques de condensation, le tableau ci-dessous spécifie les températures minimales de départ d'eau selon la zone géographique.

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°C
Zone côtière de l'Océan Atlantique au sud de l'embouchure de la Loire et au nord de l'embouchure de la Garonne. Largeur 50km	20°C
Zone côtière de l'Océan Atlantique au sud de l'embouchure de la Garonne Largeur 50 km	21°C
Zone côtière méditerranéenne Largeur 50 km	22°C
Zone intérieure	18 C

## 3. Conditionnement et livraison

Selon leurs dimensions, les diffuseurs sont livrés chez INNOVERT sur palette et emballés à plat avec des protections en carton dans les angles. Ils sont ensuite acheminés sur le chantier.

## 4. Fabrication et contrôles

La fabrication des diffuseurs est réalisée par les établissements GUERIN (VARS 16).

Les tôles d'acier arrivent précoupées en usine.

La première opération consiste à découper les lyres d'extrémité. Ensuite, les tôles sont poinçonnées aux emplacements de visserie. Cette opération est semi-automatisée.

Enfin, les tôles sont embouties pour réaliser les gorges qui accepteront le tube en matériau de synthèse. Cette dernière opération est aussi réalisée en semi-automatique.

Contrôle des matières premières

L'ensemble des tôles subit un contrôle visuel à l'unité et dimensionnel suivant les critères définis par notre système de qualité.

Contrôle produits finis

En fin de fabrication, chaque diffuseur est contrôlé grâce à un gabarit mesurant la profondeur et l'écartement des gorges par prélèvement et échantillonnage.

En cas de défaut, le panneau défectueux est écarté et mis au rebut.

## 5. Etude du chantier

### 5.1 Dimensionnement du plafond

#### 5.11 Etude thermique

L'étude thermique nécessaire au calcul des déperditions pièce par pièce est réalisée par un bureau d'études thermiques externe.

Le plafond chauffant et/ou rafraîchissant est dimensionné à partir de la plus grande puissance nécessaire en hiver ou en été.

INNOVERT fournit la puissance en W/m<sup>2</sup>, suite aux essais effectués par le CETIAT.

Le calcul vise à obtenir un écart de température entre le départ et le retour d'eau n'excédant pas 3°C.

#### 5.12 Dimensionnement de l'ossature métallique

Seuls les couples suspente-fourrures ayant fait l'objet d'un procès verbal justifiant d'une charge de 75 daN minimum (cf. article 2.2 ci-dessus) peuvent être utilisés.

Le justificatif figure dans la partie B résultats expérimentaux.

#### 5.13 Dimensionnement des pompes de circulation

Pour le dimensionnement de la pompe de circulation, le bureau d'études procède à un calcul détaillé des pertes de charges.

Sont incluses toutes les pertes de charge de l'échangeur, des tuyauteries de liaison, des collecteurs d'alimentation et de retour, des vannes d'isolement, des vannes de régulation, des organes d'équilibrages, des tuyauteries d'alimentation et de retour et des séries de panneaux.

### 5.2 Principe de fonctionnement de la régulation

Le système est basé sur un fonctionnement en change-over du fait qu'il n'y a qu'un circuit d'eau.

La régulation finale est assurée par une sonde d'ambiance ou par un thermostat par pièce ou par zone.

- Mode chauffage :

Le principe de la régulation est de moduler la température de départ du fluide chauffant en fonction de la température extérieure.

La sonde d'ambiance assure la température voulue dans la pièce ou la zone.

- Mode rafraîchissement :

La régulation autorise un rafraîchissement par demande du thermostat d'ambiance. Une fois la température souhaitée obtenue, la production de froid s'interrompt. La température d'eau ne descend jamais en dessous du seuil évitant ainsi la condensation, ce seuil est fixé en fonction de la zone climatique.

Dans les bâtiments autres qu'habitat, un hygostat conditionne le fonctionnement en fonction de l'humidité ambiante.

### 5.3 Particularité du système

Du fait de la conductivité des diffuseurs et des surfaces importantes mises en jeu, les différences de température entre le plafond et la pièce sont peu élevées. Les fluides seront à des températures (en froid à environ 19°C selon les régions et 45°C maxi en chaud, mais plus autour de 30°C en marche normale) assurant ainsi une grande homogénéité de la température de surface du plafond. Le tube, en contact direct avec le diffuseur métallique réparti d'une façon uniforme, permet le confort recherché en rafraîchissement ou en chauffage.

Les températures de surface de la plaque de plâtre sont en rafraîchissement à environ 22°C pour une température de circulation d'eau de 18°C.

Les diffuseurs Plafino sont adaptés pour tout générateur (chaudière gaz, fioul, bois, solaire, électrique ainsi que pompe à chaleur etc.). Cependant, le générateur doit obligatoirement être muni d'une sécurité de température minimale de 18°C et maximale de 45°C.

## 6. Prescriptions de mise en œuvre

Toute connexion électrique ou hydraulique ayant besoin de maintenance est interdite dans le cas d'un plénum fermé. Elles sont autorisées dans le cas où l'accès au dessus du plafond est possible (combles, etc.), ou si le plénum a un accès.

Le manuel de pose est fourni aux différents intervenants.

### 6.1 Contrôle à réception

À la réception du matériel sur le chantier, il sera procédé à un examen visuel des différentes pièces livrées (diffuseurs, tubes, accessoires hydrauliques).

### 6.2 Ossature

Avant de mettre en œuvre le plafond INNOVERT, le bâtiment doit être hors d'air et hors d'eau.

Les éléments se situant dans le plénum au-dessus du plafond sont mis en place de façon définitive et testés avant de fixer le diffuseur (électricité, éclairage, communication, plomberie, conduit de VMC, ...).

Les conduits de ventilation doivent être fixés au gros-œuvre, indépendamment de l'ossature du plafond.

Les liaisons entre le plafond et les parois verticales périphériques doivent être réalisées telles que décrites dans la norme NF DTU 25.41 P1-1 paragraphe 6.2.2.7

Lorsque des cloisons de distribution sont à mettre en place, celles-ci doivent être fixées après la réalisation du plafond, tel que décrit au paragraphe 6.2.4.4.2 de la norme NF DTU 25.41 P1-1.

Le plan de calepinage du tube permettra ensuite de répartir les différentes boucles de manière à obtenir au moins un circuit complet par pièce, afin de rendre la régulation pièce par pièce possible.

### 6.21 Constructions neuves

La pose de l'ossature métallique doit être conforme à la norme NF DTU 25.41. Le diffuseur métallique vient se fixer mécaniquement sur celui-ci, à l'aide de vis autoforeuses

L'écartement entre chaque point de fixation est au maximum de 50 cm. Le plan des fourrures est réalisé ou validé par INNOVERT et doit tenir compte de cet écartement maximum (voir figure 5).

### 6.22 Constructions existantes

Le diffuseur Plafino peut, éventuellement, être fixé directement au plafond existant à l'aide de chevilles et de vis adaptées au support telles que définies en 2.3 et il n'est dès lors pas nécessaire de recréer une ossature. Cela n'est possible que si le support présente déjà une résistance thermique minimale de 1 m<sup>2</sup>.K/W.

Il est, de plus, nécessaire de vérifier la planéité et l'horizontalité du plafond existant en se basant sur la norme NF DTU 25.41, savoir :

- Planéité

La surface du plafond en place ne doit pas présenter d'irrégularité de niveau supérieure à 5 mm, sous une règle de 2 m déplacée dans le sens des gorges des diffuseurs qui seront fixés par la suite.

- Horizontalité de l'ossature

L'écart de niveau avec le plan de référence doit être inférieur à 3 mm/m sans dépasser 2 cm.

Si la cheville ne fait pas l'objet d'un ATE, il sera vérifié la compatibilité avec le support et la charge appliquée. Cette vérification sera effectuée conformément à l'annexe B de l'ETAG020.

En cas de plafond suspendu en plaques de plâtres existant, il est nécessaire de démonter les plaques présentes et l'ossature pour remonter une ossature telle que définie au paragraphe 2.2 du présent document, après s'être assuré auprès d'un bureau d'étude structure que le support existant pourra résister à la surcharge engendrée par la mise en place du système Plafino. Le mode de fixation doit être en adéquation avec le support (plein, creux ou demi-creux).

En outre, si une isolation est nécessaire entre le diffuseur et le plafond existant, il est nécessaire de recréer une ossature métallique telle que décrite au paragraphe 2.2 du Dossier Technique.

### 6.3 Mise en place de l'isolant thermique

La mise en œuvre d'un isolant est nécessaire en cas de résistance thermique du support inférieure ou égale à 1,0 m<sup>2</sup>.K/W et ce quel que soit les niveaux. Il est choisi de telle sorte que la résistance thermique globale de la paroi (équipée du système Plafino) soit de valeur supérieure ou égale à 1,0 m<sup>2</sup>.K/W.

Cette mise en place d'un isolant n'est possible qu'avec la mise en œuvre du système Plafino sur ossature métallique.

L'isolant doit être mis en place selon la méthodologie définie dans la norme NF DTU 25.41 P1 article 6.2.3.

L'espace au dessus des fourrures doit être suffisant pour permettre de passer l'isolant sans le tasser, notamment les isolants non rigides, ce qui diminuerait leur résistance thermique est donc leurs performances.

### 6.4 Mise en place des diffuseurs

Les diffuseurs sont mis en place selon le plan de calepinage défini ou validé par INNOVERT (voir figure 6).

Les diffuseurs sont :

- soit fixés mécaniquement perpendiculairement aux fourrures à l'aide des vis définies en 2.3 dans le cas où une ossature a été mise en place,
- soit fixés directement sur le support existant par vis et chevilles tels que définis en 2.3 si la nature du support permet cette fixation (dans ce cas on utilisera des chevilles bénéficiant d'un ATE favorable pour ce type de support).

Des points de fixation sont prévus tous les 50 cm maximum dans le sens de la longueur et tous les 10 cm dans le sens de la largeur. La figure 1 présente le plan de vissage d'un diffuseur, assurant un minimum de 12 points de fixation par mètre carré.

Le point de vissage dans la gorge est décalé de 4 mm afin d'interdire tout contact entre le tube du serpentin et la tête de vis.

La mise en place se fait suivant la figure 8, l'exemple est donné pour un circuit de 4 panneaux :

- Le premier diffuseur (1) est fixé sur l'ossature en commençant dans un angle de la pièce.
- Dans le prolongement, le second diffuseur (2) est fixé en ayant pris soin de découper, dans la longueur, une demi-bande pour aligner les gorges, les virages d'extrémités étant en quinconce.
- le troisième diffuseur (3) est ensuite placé à côté du second (2).
- le dernier diffuseur est enfin placé, après avoir réaliser une découpe longitudinale pour aligner l'ensemble.

Les petits obstacles, tels que les bouches de VMC, les luminaires, etc., ne sont pas représentés sur le plan de calepinage. Pour les contourner, il suffit de découper le diffuseur et de dévier le tube tel qu'expliqué dans la notice de pose (voir un exemple de dévoiement sur la figure 11). Les obstacles plus importants, tels qu'un conduit de cheminée ou une fenêtre de toit sont pris en compte dès le début de l'étude et le calepinage est réalisé de manière à contourner ces obstacles (voir la figure 11).

### 6.5 Circuit hydraulique

#### 6.51 Préparation des diffuseurs

Le tube est déroulé, en commençant par l'extérieur de la couronne et en sens inverse de l'enroulement, puis clipsé par simple pression dans les gorges en forme d'oméga du diffuseur, suivant le plan de calepinage défini ou validé par INNOVERT (voir figure 7). Le tube ne peut pas ressortir de la gorge du fait de son faible poids.

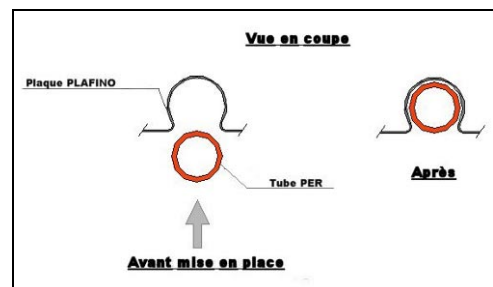


Schéma de fixation du tube dans la gorge.

Les figures 3 et 4 montrent le passage du tube en extrémité de diffuseur, avec une boucle permettant les dilatations.

## 6.52 Raccordement des diffuseurs

Le tube est raccordé au collecteur, sa position figurant sur le plan de calepinage fourni par INNOVERT.

Il est admis des raccords à sertir entre le diffuseur et le collecteur. Le cahier « CPT 2808 Systèmes de canalisations à base de tubes en matériaux de synthèse » (document en révision) spécifie les prescriptions communes de mise en œuvre des systèmes de canalisations à base de tubes en matériaux de synthèse. Ce type d'assemblage est considéré comme indémontable.

La distance entre le collecteur et le circuit de chauffage d'une pièce peut atteindre 2 fois 25 mètres par circuit.

Le tube est raccordé, au collecteur, conformément à la norme NF DTU 65-14-P2 plancher chauffant et rafraichissant ; le collecteur est raccordé au générateur par des liaisons normalisées (PER, multicouche, Polybutène,...).

En cas de dégradation accidentelle d'un tube lors de la pose, le circuit doit être changé.

Tout tube servant de liaison du diffuseur Plafino et traversant une cloison ou un plafond sera gainé afin de le protéger mécaniquement de tout objet tranchant ou de toute aspérité.

## 6.53 Collecteur

Les collecteurs doivent rester accessibles et seront situés de préférence dans un placard bien isolé ou un local hors gel. On pourra ainsi intervenir à tout moment pour maintenance ou réglage.

Chaque boucle doit comporter deux vannes d'arrêt (aller/retour) et un organe d'équilibrage. Les fonctions arrêt et équilibrage doivent être indépendantes ou si elles sont réalisées par le même appareil, la fonction équilibrage doit être mémorisable.

Une boucle au moins doit être installée par pièce chauffée pour permettre de contrôler la température de façon manuelle (préréglage) ou automatique.

Le collecteur préconisé (paragraphe 2.42) assure ces fonctions ainsi que la purge. Il est nécessairement placé plus haut que les diffuseurs. Ce collecteur est lui-même raccordé au générateur d'eau froide et chaude.

## 6.54 Calorifugeage de la distribution

Toutes les canalisations apparentes et accessoires (pompe, vase, vanne, etc.) doivent être soit calorifugées, soit placées 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.

## 6.55 Fluide caloporteur

On utilise de l'eau de ville non traitée pour le remplissage du circuit de distribution.

## 6.56 Remplissage et purge

Le tracé des tuyauteries de l'ensemble de l'installation doit permettre le remplissage total de l'installation et l'évacuation des gaz qui peuvent s'y trouver en cours de fonctionnement.

Chaque distributeur et collecteur est équipé d'une vanne d'arrêt général, d'un robinet de vidange et d'un purgeur qui doit être placé au-dessus du niveau du plafond.

L'installation doit être équipée de points de purge d'air pour permettre un remplissage de l'installation dans de bonnes conditions.

Pour le cas de pose sous rampants avec la présence de points hauts, la procédure de purge du circuit est la suivante :

- L'arrivée et le départ du collecteur en direction du générateur sont fermés.
- L'autre extrémité du collecteur aller est raccordé au circuit d'eau de ville et le collecteur retour à un tuyau de vidange.
- Tous les circuits du collecteur sont fermés hormis le circuit à purger. Le débit important du circuit d'eau de ville permet la purge du premier circuit.
- Une fois qu'au niveau du tuyau de purge ne ressort plus que d'eau, le circuit purgé est fermé et on passe au circuit suivant.
- Ainsi de suite jusqu'à avoir purgé toute l'installation.

La figure 10 montre les points de raccordement.

Par extension, cette procédure de purge est appliquée à tous les types d'installation.

## 6.57 Dilatations

Le coefficient de dilatation des matériaux synthétiques étant élevé, il y a lieu de s'assurer que le libre jeu des dilatations peut s'effectuer normalement. Il convient pour cela de respecter les règles d'installation des tuyauteries soumises à dilatation (article 3.6 du DTU 65.10 « Canalisations d'eau chaude ou froide sous pression et canalisations d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales à l'intérieur des bâtiments - Règles générales de mise en œuvre »)

## 6.58 Essai d'étanchéité des circuits en tubes en matériaux de synthèse

- L'étanchéité des circuits de chauffage doit être vérifiée par un essai sous pression d'eau. La pression d'essai est de 2 fois la pression de service avec un minimum de 6 bars. Les essais de pression à l'eau sont réalisés avant de recouvrir le diffuseur par les plaques de plâtre (mise en eau, rinçage du tube, purge, test de tenue en pression et mise sous pression).
- Durant cette opération, la pression est maintenue à 6 bars pour détecter tout accident lors de la mise en œuvre jusqu'à la fin des travaux.
- Un manomètre est visible à tout moment jusqu'à la réception du chantier.
- Chaque série de circuits est raccordée sur les tuyauteries aller/retour de la distribution générale du fluide en fonction de l'étude.
- Toutes précautions contre les risques de gel sont prises lors de la phase de mise en eau.
- Ensuite, l'installation est laissée sous pression de service.

## 6.6 Mise en place des plaques de plâtre

Les plaques de plâtre sont fixées (suivant le paragraphe 6.2.4 de la norme NF DTU 25.41 P1-1) sur les diffuseurs par les vis définies au paragraphe 2.3 du présent document. Elles sont montées perpendiculairement aux diffuseurs Plafino.

Les plaques de plâtre sont fixées directement sur le diffuseur Plafino, afin d'éviter l'existence de lame d'air entre les deux et améliorer l'échange.

Le plan de vissage des plaques de plâtre sur les diffuseurs est présenté sur la figure 9 et garantit une densité de 16 vis/m<sup>2</sup> au minimum.

## 6.7 Traitement des joints

Le traitement des joints est réalisé à l'aide d'un des systèmes visés à l'article 2.4 du présent document. Le traitement des joints sera effectué conformément aux dispositions prévues dans la norme NF DTU 25.41 P1-1.

Avant jointoiement, les tests d'étanchéité décrits au paragraphe 6.58 ainsi qu'un contrôle de bon fonctionnement des diffuseurs sont effectués. Si le générateur n'est pas installé, on pourra utiliser un générateur d'eau chaude de chantier.

Cette opération permet en hiver, par température extérieure inférieure ou égale à 15°C, d'effectuer un préséchage à 18°C durant 48h. Cette opération a pour but d'assurer la mise en équilibre des matériaux et l'élimination de l'humidité résiduelle éventuelle. Après refroidissement des plaques à température ambiante (environ 1 heure), les joints sont réalisés.

## 6.8 Finitions

Les finitions seront réalisées conformément aux dispositions de la norme NF DTU 25.41 P1-1.

## 6.9 Raccordement électrique

Si l'accès par le dessus devient impossible après mise en œuvre du plafond, il est indispensable de prévoir les emplacements des luminaires et le passage des câbles électriques sous gaine.

## 6.10 Réception de l'ouvrage et mise en service

Les circuits INNOVERT sont utilisés avec une pression de 3 bars maximum.

Toute précaution est prise pour éviter le gel à l'intérieur des circuits comme sur la distribution primaire.

Le délai de séchage des joints entre les plaques, de 7 jours, doit être respecté avant la mise en service.

L'installation est ensuite mise en service. Celle-ci est réalisée en mode chauffage avec une montée de la température d'eau progressive. Une régulation avec un programme de montée en température progressive facilite cette opération.

Après l'exécution du plafond réversible, l'installateur doit remettre au maître d'ouvrage ou à son mandataire :

- le plan définitif de localisation des éléments chauffants et/ou rafraichissants,
- des connexions des différents circuits au réseau de distribution,
- le plan des accessoires intégrés dans le plafond.



## 6.11 Entretien

Aucun entretien spécifique n'est à réaliser, hormis ceux d'une installation classique de chauffage.

## 6.12 Méthodes pour percement après pose

### 6.121 Méthodes simples

- Il est fourni une réglette indiquant la position du premier tube par rapport à un mur de référence pour chaque pièce, réglette qui sera accrochée au collecteur. Il suffit ensuite de connaître le pas entre chaque tube pour connaître la position de tous les tubes. Le plan de calepinage du chantier complet est également fourni.
- Il est fourni une bande chimique sensible à la température ayant une plage de mesures adaptées à notre système.

### 6.122 Méthodes professionnelles

- Thermomètre à contact.
- Thermomètre laser.
- Thermomètre infrarouge.
- Détecteur de métaux
- Caméra infrarouge.

---

## 7. Conformité à la réglementation

### 7.1 Réglementation thermique

Les installations sont réalisées conformément aux exigences telles que définies dans les réglementations thermiques en vigueur au moment de la mise en œuvre, relative « aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants » et « aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments ».

Le mode rafraîchissement n'est pas autorisé pour des températures intérieures ambiantes inférieures à 26°C (décret 2007-363, du 19 mars 2007 « Art. R. 131-29. - Dans les locaux dans lesquels est installé un système de refroidissement, celui-ci ne doit être mis ou maintenu en fonctionnement que lorsque la température intérieure des locaux dépasse 26°C »).

### 7.2 Sécurité contre les risques d'incendie et de panique

L'utilisation du système Plafino, ne s'oppose pas au respect des exigences du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public et à celles du code du travail pour les établissements relevant du code du travail, dès lors que le plafond suspendu dans lequel ils sont intégrés ne participe pas à la protection de la structure du bâtiment.

Les éventuels passages de tuyauteries en matériaux de synthèse non classés au minimum A2-s2, d0 (anciennement M1) dans les circulations sont réalisés comme suit :

- Les canalisations sont disposées dans des gaines techniques de résistance au feu identique à celle des parois traversées avec un minimum d'une demi-heure.
- Les liaisons entre les collecteurs et les panneaux et la liaison entre panneaux ne sont pas visées par cette prescription.

Par contre, si ces plafonds doivent contribuer à la stabilité au feu du plafond ou de la structure qu'ils protègent, ils ne pourront être mis en œuvre que s'ils justifient avoir satisfait à l'essai de résistance au feu demandé dans le cahier des charges du chantier à réaliser.

### 7.3 Sécurité contre les risques électriques

La mise à la terre doit être réalisée conformément à la norme NF C 15-100.

---

## 8. Assistance technique et commercialisation

La société INNOVERT assiste les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre dans les études de dimensionnement.

Elle commercialise ses produits soit par ses réseaux de distribution, soit par son réseau d'installateurs agréés. Dans tous les cas, le personnel a reçu une formation chez INNOVERT sur la mise en œuvre, le dimensionnement du système Plafino ainsi que les principes physiques du chauffage par plafond. Elle peut apporter un soutien technique rémunéré, à la demande de l'installateur, suivant un programme établi pour chaque opération et comprenant au moins l'approbation des plans et études d'exécution, ainsi qu'un suivi de chantier régulier et la présence aux opérations de réception.

C'est la société INNOVERT qui prévoit la conception de l'installation des diffuseurs pour chaque chantier, elle a ainsi connaissance et trace de toutes les installations réalisées.

## B. Résultats expérimentaux

### Emission thermique

Le dimensionnement et la puissance d'émission sont donnés par des courbes établies suites aux essais réalisés au CETIAT.

Le PV d'essais n°271 42 77 réalisés au CETIAT a permis de mesurer l'émissivité pour 30°C de température sur l'eau et 19°C ambiant.

### Purge des circuits

Le rapport du COSTIC, « micro-tubes en matériau de synthèse », partie 3 « le dégazage », confirme, par extrapolation aux tubes de diamètre 13/16 que le débit nécessaire au bon dégazage des circuits doit être de 225 l/h environ, soit 3,66 l/min dans un tube, lors de la première mise en eau. Ce débit est facilement atteint en se raccordant au réseau d'eau potable.

Par la suite, le faible diamètre des tubes (13 mm intérieur) et le débit important (minimum 2 l/min) suffisent à s'assurer que toute bulle d'air apparaissant dans le réseau sera acheminée jusqu'au purgeur le plus proche où elle sera évacuée.

### Dimensionnement des fourrures

Justification par le calcul :

Poids de notre système : 5 kg/m<sup>2</sup>

Portée : 1,2 m

Distance entre les fourrures : 0,5 m

Coefficient de sécurité : 3

Pour l'étude d'un plafond en plaques de plâtre de 12,5 mm le calcul se fait avec une force de 25 daN auquel on ajoute les 5 daN représentant le poids de notre système, mais comme notre distance entre les fourrures est de 0,5 m (au lieu de 0,6 m pour le calcul normatif du dimensionnement de l'ossature pour une plaque de plâtre de 12,5 mm), nous avons :

$$(25 + 5) \times 1,2 \times 0,5$$

Qui est égal à la norme actuelle :

$$25 \times 1,2 \times 0,6$$

Les couples suspentes-fourrures supportant 75 daN sont donc suffisants.

## C. Références

1200 m<sup>2</sup> ont été installés de 2005 à 2007, soit 14 installations dans des maisons neuves ou existantes, quelques bureaux et sièges sociaux (voir un exemple de réalisation figure 12).

## Figures du Dossier Technique

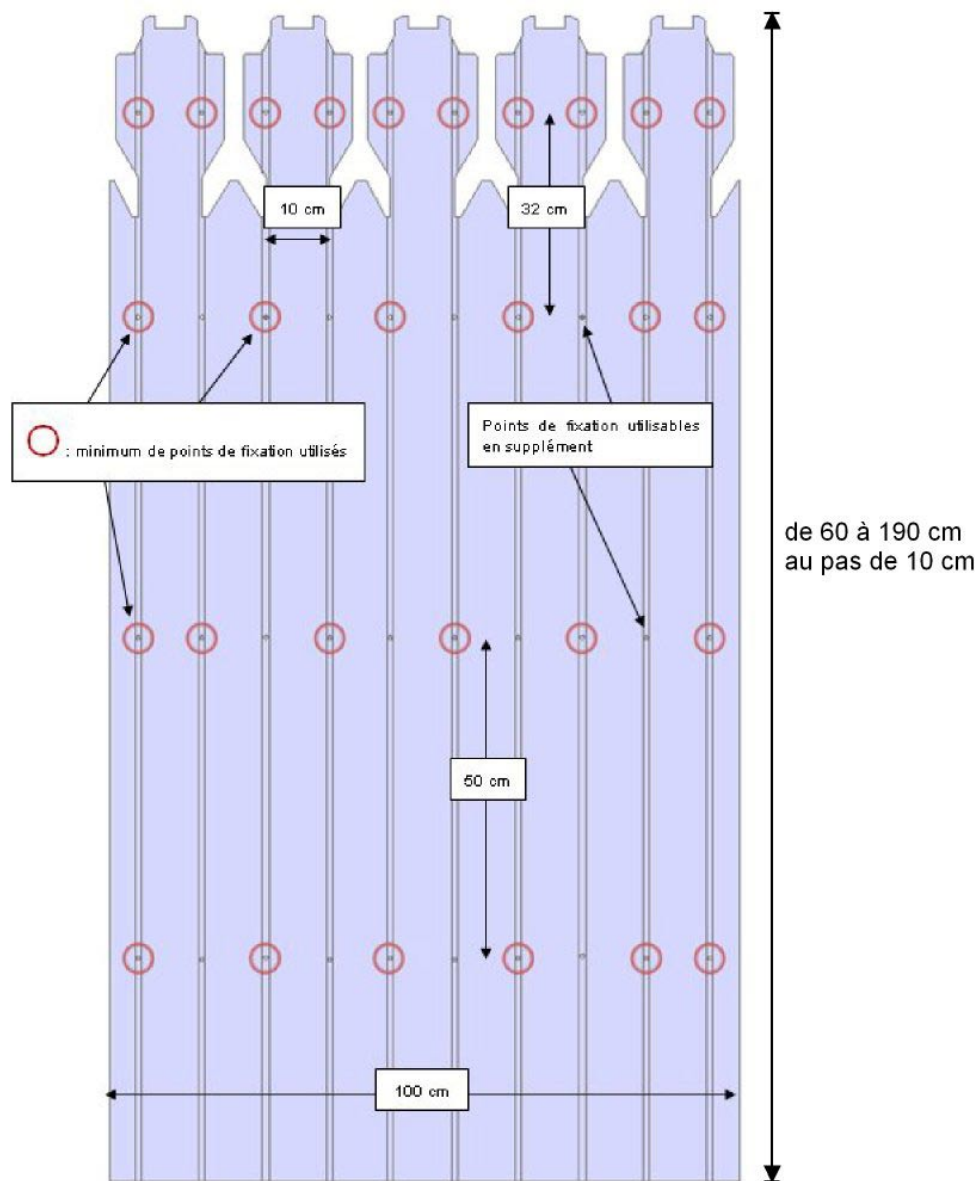


Figure 1 - Présentation d'un diffuseur et plan de vissage

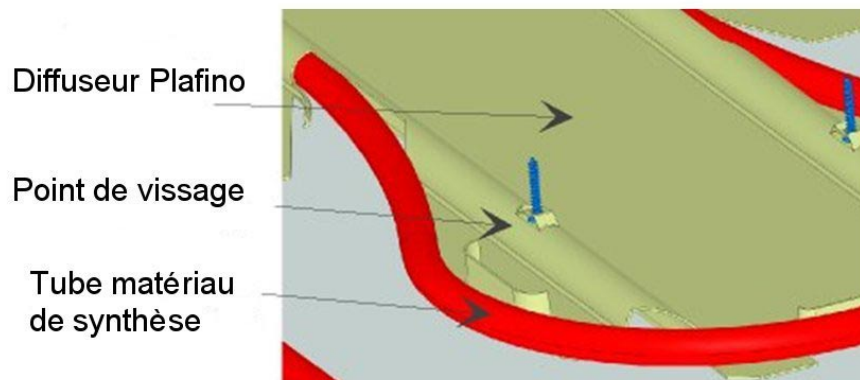


Figure 2 - Détail emboutissage pour fixation



*Figure 3 - Détail du passage du tube à l'extrémité du diffuseur (vue de dessus)*



*Figure 4 - Détail du passage du tube à l'extrémité du diffuseur (vue de dessous)*





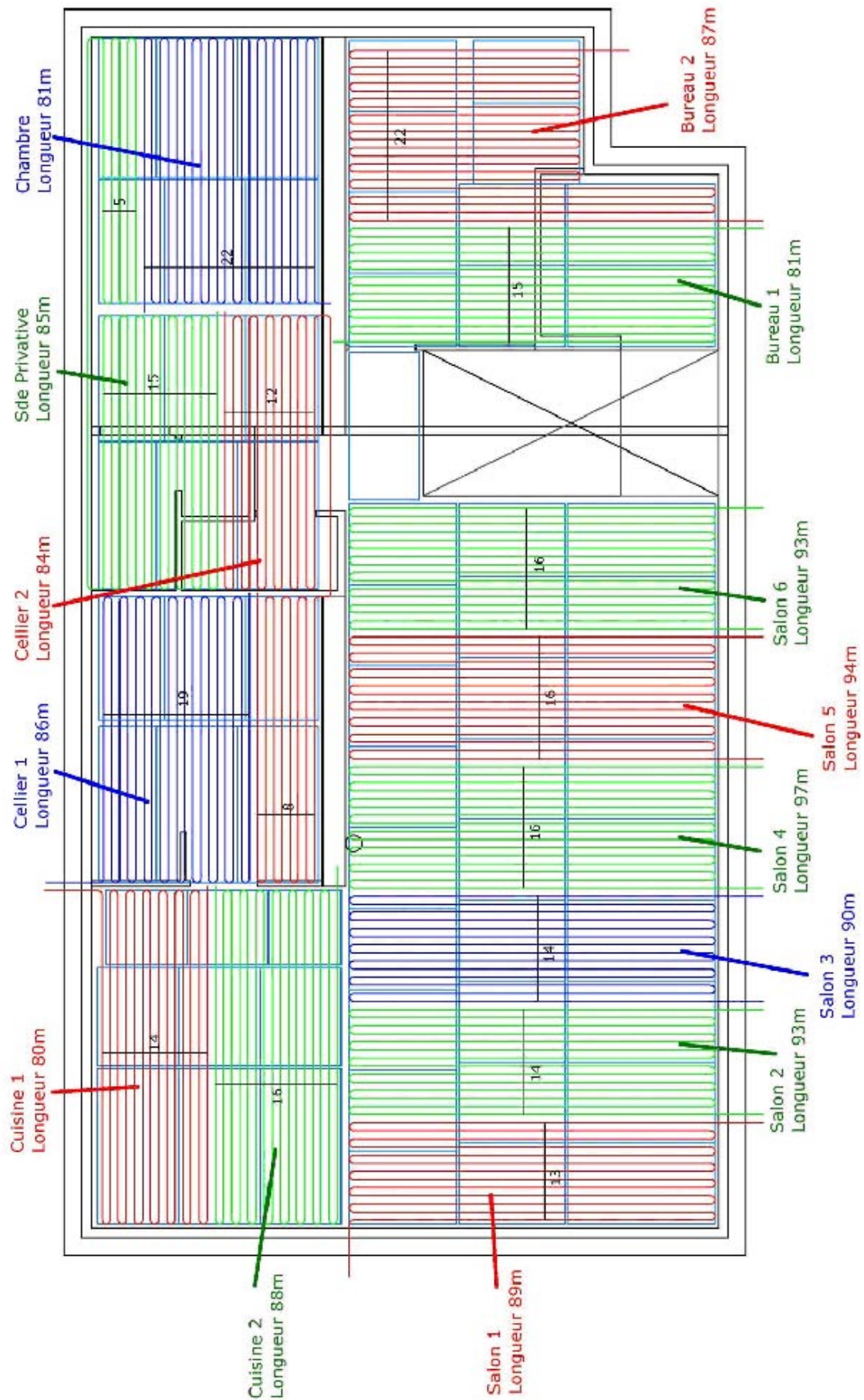
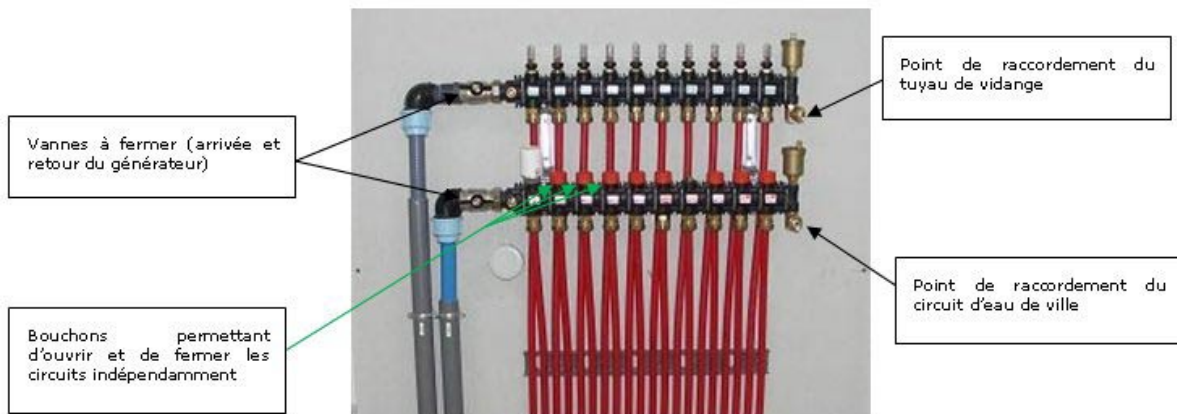


Figure 7 - Plan de pose du tube







**Figure 10 - Procédure de purge avec présence de points hauts**



**Figure 11 - Dévoiement autour d'un petit obstacle (bouche de VMC) et contournement d'une trappe ou d'une fenêtre de toit.**  
(Sur un banc de formation)



**Figure 12 - Exemple de réalisation d'un siège social, chantier réalisé avec le plafond réversible Plafino couplé à une isolation et des plaques de plâtre.**