

Commission chargée de formuler des Avis Techniques

Groupe Spécialisé n° 14 « Installations de Génie Climatique
et Installations Sanitaires »

Chauffage par « Plafond Rayonnant Modulaire » (PRM)

Cahier des Prescriptions Techniques communes CPT PRM 3671/10

Ce document annule et remplace le CPT PRM 10/97 -
Cahiers du CSTB 2991, d'octobre 1997.

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 1er juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2010

Chauffage par « Plafond Rayonnant Modulaire » (PRM)

Cahier des Prescriptions Techniques communes
CPT PRM 3671/10

SOMMAIRE

1 Généralités	2	5 Installation électrique	7
1.1 Objet.....	2	5.1 Généralités	7
1.2 Domaine d'application	2	5.2 Protection contre les contacts indirects	7
1.3 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur .	2	5.3 Raccordements	7
1.4 Respect des normes et DTU.....	2	5.4 Marquage des installations.....	7
1.5 Définitions	2	5.5 Contrôles	7
1.6 Travaux visés par les présentes prescriptions... 3		6 Mise en œuvre	7
2 Matériaux et matériels	3	6.1 Généralités	7
2.1 Film souple	3	6.2 Mise en œuvre du Plafond Rayonnant Modulaire.....	8
2.2 Unité chauffante.....	3	6.3 Autres éléments	8
2.3 Ligne d'alimentation spécialisée	4	7 Mise en service de l'installation	9
2.4 Module rayonnant	4	7.1 Réception de l'installation.....	9
2.5 Module non chauffant	4	7.2 Première mise en température	9
2.6 Isolants utilisés pour la confection des modules rayonnants et des modules non chauffants	4	8 Documents à fournir	9
2.7 Parement	4	8.1 Avant l'étude d'exécution.....	9
2.8 Dispositifs de suspension	4	8.2 Avant exécution du Plafond Rayonnant Modulaire.....	9
2.9 Ossature.....	4	8.3 Après exécution du Plafond Rayonnant Modulaire.....	9
2.10 Ossature non apparente.....	4	9 Coordination entre les corps d'état	9
2.11 Ossature apparente	4	ANNEXE 1 - Réglementations thermiques en vigueur	10
2.12 Isolation thermique complémentaire.....	4	ANNEXE 2 - Raccordement au réseau des modules rayonnants	11
2.13 Règles de marquage.....	5	ANNEXE 3 - Choix de l'émetteur et hauteur d'installation	12
3 Conception thermique des ouvrages	5	ANNEXE 4 - Liste des textes normatifs	17
3.1 Respect des réglementations thermiques en vigueur.....	5		
3.2 Limitation de l'émission calorifique par la face supérieure des plafonds rayonnants modulaires.....	5		
3.3 Température limite de fonctionnement	6		
3.4 Hauteur minimale d'installation	6		
3.5 Pare-vapeur	6		
4 Protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements réglementés	6		
4.1 Généralités	6		
4.2 Réaction au feu des composants.....	6		
4.3 Résistance au feu des plafonds suspendus.....	6		

1 Généralités

1.1 Objet

Le présent Cahier des Prescriptions Techniques précise les règles générales de conception et de réalisation communes aux procédés de chauffage électrique par Plafond Rayonnant Modulaire (PRM), bénéficiant d'un Avis Technique.

Le Plafond Rayonnant Modulaire est constitué de modules rayonnants et de modules non chauffants intégrés dans un plafond suspendu tel que défini par la norme NF DTU 58.1 « Plafonds suspendus ».

Toutefois, lorsque des dispositions particulières différentes de celles qui suivent sont explicitement indiquées dans l'Avis Technique du Plafond Rayonnant Modulaire, ces dernières prévalent sur le présent document.

1.2 Domaine d'application

Le présent document est applicable aux travaux d'exécution de plafond, à l'exclusion de tout autre type de paroi, réalisés à partir de modules rayonnants et de modules non chauffants.

Les bâtiments d'habitation ne sont pas visés par le présent document.

1.3 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur

1.3.1 Thermique

Le procédé de chauffage électrique par Plafond Rayonnant Modulaire doit respecter les réglementations thermiques en vigueur relatives aux « caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments » et aux « caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants ».

1.3.2 Acoustique

Le procédé de chauffage électrique par Plafond Rayonnant Modulaire doit respecter les arrêtés et circulaires relatifs aux modalités d'application de la réglementation acoustique, à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement, les établissements de santé et les hôtels.

1.3.3 Sécurité électrique

Les modules rayonnants utilisés pour la réalisation des Plafonds Rayonnants Modulaires permettent de réaliser des installations conformes à la norme NF C 15-100, sous réserve du respect des prescriptions décrites dans la norme NF EN 60335-2-96 pour l'unité chauffante, dans l'annexe 2 du présent document pour la ligne spécialisée et de celles décrites au chapitre 5 ci-après.

Note : Conformément à la norme NF EN 60335-2-96, les modules rayonnants ne sont pas nécessairement classés. Cependant, si un module rayonnant est classé, les prescriptions correspondantes s'appliquent.

1.3.4 Sécurité contre les risques d'incendie

D'une manière générale, l'utilisation de modules rayonnants ou de modules non chauffants pour la réalisation de Plafond Rayonnant Modulaire doit respecter le Code du travail (article R 235-4-15 et arrêté du 5 août 1992 modifié), les arrêtés ci-après, ainsi que les prescriptions complémentaires décrites au *chapitre 4* du présent document.

- Arrêté du 18 octobre 1977 (IGH) modifié approuvant le règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur et leur protection contre les risques d'incendie et de panique.
- Arrêté du 25 juin 1980 modifié et complété portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public.
- Arrêté du 4 juillet 2007 complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public.
- Arrêté du 24 septembre 2009 portant approbation de diverses dispositions modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public.

1.4 Respect des normes et DTU

Les matériaux, matériels et certains ouvrages doivent satisfaire aux dispositions des normes françaises et des Cahiers des Clauses Techniques des DTU visés en *annexe 4* du présent document.

1.5 Définitions

1.5.1 Tension assignée (ou tension nominale)

Tension efficace attribuée aux modules rayonnants par le fabricant, exprimée en volts (V).

1.5.2 Puissance assignée (ou puissance nominale)

Puissance efficace attribuée aux modules rayonnants par le fabricant, exprimée en watts (W).

1.5.3 Courant assigné (ou courant nominal)

Courant attribué aux modules rayonnants par le fabricant, exprimé en ampères (A).

1.5.4 Résistance à froid

Résistance électrique donnée à 20 °C attribuée au module rayonnant par le fabricant, exprimée en Ohms (Ω).

1.5.5 Plafond

Surface horizontale qui limite intérieurement un local dans sa partie supérieure.

Par extension, toute surface horizontale ou faisant avec le plan horizontal un angle égal ou inférieur à 45°, positionnée en partie haute d'une pièce.

1.5.6 Plafond suspendu

Plafond supporté par une ossature fixée à l'intérieur des bâtiments et constitué d'éléments dont la forme et les dimensions varient avec leur nature et selon les fabricants. Le terme de plafond suspendu englobe ces éléments, leur système d'assemblage et leur système de suspension à la sous-face de la structure porteuse.

1.5.7 Plafond Rayonnant Modulaire

Plafond suspendu, tel que défini au *paragraphe 1.5.6*, dans lequel les dalles ou panneaux de plafond sont remplacés par des modules rayonnants et par des modules non chauffants, préfabriqués en usine, tels que définis aux *paragraphes 2.4* et *2.5*.

1.5.8 Taux de couverture

Rapport de la surface totale des modules rayonnants installés dans le plafond suspendu modulaire par la surface totale de ce plafond, exprimé en pourcentage (%).

1.5.9 Conditions de fonctionnement normal

Conditions dans lesquelles les modules rayonnants sont mis en fonctionnement comme en usage normal lorsqu'ils sont raccordés à l'alimentation électrique et sont incorporés dans le plafond suspendu à la structure du bâtiment conformément aux instructions du fabricant.

1.5.10 Régime établi

Régime pendant lequel les températures mesurées simultanément sur l'unité chauffante et sur la surface du plafond restent stables.

Les mêmes conditions s'appliquent à la température ambiante pendant le même temps.

1.5.11 Température maximale de surface

Température du point le plus chaud mesurée sur la surface du module rayonnant.

1.5.12 Température de la surface d'émission d'un module rayonnant

Température moyenne de la surface du module rayonnant déterminée par essai.

1.5.13 Blocage thermique

Présence d'obstacles à proximité immédiate ou en contact avec un Plafond Rayonnant Modulaire, risquant de :

- provoquer une élévation anormale de la température des modules rayonnants et des matériaux environnants conduisant à des désordres tels que la dégradation des différents constituants de l'ouvrage ;
- limiter la puissance émise, pouvant entraîner une insuffisance du chauffage.

1.6 Travaux visés par les présentes prescriptions

Les travaux décrits ci-après sont exécutés en coordination entre les différents corps d'état par des installateurs ou des entreprises qualifiés (voir *chapitre 9* du présent document).

1.6.1 Ensemble des travaux à effectuer par l'installateur du plafond

Ces travaux comprennent :

- la fourniture et la pose :
 - des ossatures métalliques et des dispositifs de fixation du Plafond Rayonnant Modulaire à la structure porteuse,
 - de l'isolation thermique complémentaire éventuelle,
 - des modules non chauffants et de leurs accessoires ;
- éventuellement, la fourniture et la pose :
 - de la ligne d'alimentation spécialisée préfabriquée en usine,
 - des modules rayonnants et de leurs accessoires, ainsi que leur raccordement à la ligne d'alimentation spécialisée.

1.6.2 Ensemble des travaux à effectuer par l'installateur électricien

Ces travaux comprennent :

- la réalisation des circuits d'alimentation électrique, de régulation et l'installation des protections électriques ;
- la pose de la ligne d'alimentation spécialisée ;
- le raccordement de la ligne spécialisée au réseau d'alimentation électrique ;
- les contrôles et vérifications, conformément aux dispositions du chapitre 61 de la norme NF C 15-100, pour tous les points où il s'applique ;
- la première mise en service ;
éventuellement, en coordination avec l'installateur du plafond, la fourniture et la pose :
 - de la ligne d'alimentation spécialisée préfabriquée en usine,
 - des modules rayonnants et de leurs accessoires, ainsi que leur raccordement à la ligne d'alimentation spécialisée.

2 Matériaux et matériels

2.1 Film souple

Film composé de feuilles de matériau électriquement isolant laminées avec un matériau électriquement résistant ou d'un matériau de base sur lequel sont fixés des conducteurs chauffants isolés électriquement.

2.2 Unité chauffante

Les unités chauffantes réalisées à partir de films souples chauffants doivent satisfaire aux exigences de la norme NF EN 60335-2-96. Ces films souples chauffants sont équipés de liaisons froides conformes aux prescriptions de la norme NF C 32-212.

Les extrémités libres des liaisons froides des unités chauffantes sont équipées d'une prise ou d'un connecteur répondant aux exigences définies à l'*annexe 2* du présent document, en vue de leur raccordement à la ligne d'alimentation spécialisée décrite au *paragraphe 2.3*.

2.3 Ligne d'alimentation spécialisée

Cette ligne, préfabriquée en usine, est conçue pour permettre l'alimentation des modules rayonnants à partir du boîtier de connexion normalisé, ce dernier étant raccordé au réseau d'alimentation général. Elle doit pour cela répondre aux spécifications de l'annexe 2 du présent document.

2.4 Module rayonnant

Les modules rayonnants se présentent sous la forme d'un panneau sandwich dont les différents éléments ci-dessous sont assemblés par collage :

- un isolant thermique ;
- une unité chauffante disposée entre l'isolant et le parement ou incorporée dans le parement ;
- un parement autoporteur ou retranché.

2.5 Module non chauffant

Les modules non chauffants se présentent sous la forme d'un module rayonnant dépourvu d'unité chauffante.

Note : les parements des modules non chauffants peuvent, pour des raisons de décoration ou d'acoustique, être de constitution différente de ceux utilisés pour les modules rayonnants. Il est alors impératif que ces modules non chauffants présentent du point de vue de leur résistance thermique globale et de leurs propriétés relatives à la sécurité incendie les mêmes performances que celles requises pour les modules rayonnants.

2.6 Isolants utilisés pour la confection des modules rayonnants et des modules non chauffants

La confection des modules rayonnants et des modules non chauffants doit être réalisée à partir d'isolants :

- en laine minérale (laine de roche ou laine de verre) ;
- fabriqués en usine et commercialisés sous forme de panneaux ou de plaques ;
- satisfaisant aux exigences de la norme NF EN 13162 ;
- de résistance thermique au moins égale à 1,0 m² K/W. La certification ACERMI vaut preuve de conformité à cette exigence ;
- bénéficiant d'une classe de réaction au feu au moins A2-s2, d0.

2.7 Parement

Les parements utilisés pour la réalisation des modules rayonnants et des modules non chauffants sont réalisés à partir de panneaux dont le champ est plat, feuilluré ou rainuré. Ces panneaux sont constitués de matériaux :

- d'origine minérale et végétale ;
- en métal ;
- en matériaux de synthèse tels que définis dans la norme NF DTU 58.1.

2.8 Dispositifs de suspension

Les éléments de suspension sont métalliques, rigides et réglables et doivent être autorisés par la norme NF DTU 58.1.

2.9 Ossature

L'ossature est constituée de profilés métalliques (voir norme NF DTU 58.1).

2.10 Ossature non apparente

L'ossature est constituée en général de profilés métalliques appelés primaires et secondaires (voir norme NF DTU 58.1).

2.10.1 Profilés primaires

Ces profilés sont suspendus à la structure porteuse par l'intermédiaire de suspentes. Ils peuvent aussi être fixés mécaniquement à la structure porteuse verticale (voir norme NF DTU 58.1).

2.10.2 Profilés secondaires

Ces profilés permettent la mise en œuvre des éléments d'habillage. Ils sont liaisonnés perpendiculairement aux profilés primaires par l'intermédiaire d'un accessoire (par exemple : étriers, brides, clips,...). (Voir norme NF DTU 58.1.)

2.11 Ossature apparente

L'ossature est généralement constituée de profilés métalliques appelés porteurs et entretoises.

Un système de verrouillage, s'il est requis, permet à l'entretoise de ne pas se désolidariser du porteur ou de l'entretoise par une simple traction (système à crochets ou clips). (Voir norme NF DTU 58.1).

2.11.1 Profils porteurs

Ils comportent généralement des emplacements modulés pour recevoir les entretoises. Ils sont fixés à la structure porteuse (voir norme NF DTU 58.1).

2.11.2 Entretoises

Elles sont placées perpendiculairement aux porteurs ou à d'autres entretoises et disposent à chaque extrémité d'un système pour maintenir les porteurs à l'écartement déterminé. L'ensemble porteurs-entretoises forme une trame en adéquation avec le format des éléments d'habillage (voir norme NF DTU 58.1).

2.12 Isolation thermique complémentaire

L'isolation thermique complémentaire éventuelle, disposée au contact des modules rayonnants et des modules non chauffants, doit être réalisée à partir d'isolants :

- en laine minérale (laine de roche ou laine de verre) ;
- fabriqués en usine et commercialisés sous forme de feutres, matelas, ou panneaux ;
- satisfaisant aux exigences de la norme NF EN 13162 ;
- dont la résistance thermique répond aux exigences des réglementations thermiques en vigueur. La certification ACERMI vaut preuve de conformité à cette exigence.

Lorsque l'isolation thermique complémentaire est réalisée à partir d'un isolant non revêtu d'un pare-vapeur, conforme aux spécifications ci-dessus, cet isolant doit bénéficier d'une classe de réaction au feu au moins A2-s2, d0.

Lorsqu'un isolant complémentaire équipé d'un pare-vapeur associé en usine est déroulé directement sur les modules rayonnants et sur les modules non chauffants, la résistance thermique de l'isolation complémentaire, disposée au dessus de ce pare-vapeur, est au moins égale à 3,5 m² K/W.

2.13 Règles de marquage

2.13.1 Étiquetage

2.13.1.1 Modules rayonnants

L'étiquetage des modules rayonnants doit être conforme aux règles de marquage définies à l'article 7 de la norme NF EN 60335-2-96. De plus, chaque module rayonnant doit être pourvu d'une étiquette autocollante fixée sur le câble d'alimentation, portant, de manière permanente et indélébile, les inscriptions minimales suivantes :

- uniquement pour Plafond Rayonnant Modulaire ;
- à mettre en œuvre par un installateur qualifié ;
- consulter la fiche jointe et respecter les prescriptions techniques décrites dans le CPT PRM.

2.13.1.2 Modules non chauffants

Chaque lot de modules non chauffants doit être pourvu d'une étiquette, portant de manière permanente et indélébile au minimum les informations suivantes :

- uniquement pour Plafond Rayonnant Modulaire ;
- à mettre en œuvre par un installateur qualifié ;
- consulter la fiche jointe et respecter les prescriptions techniques décrites dans le CPT PRM.

2.13.2 Fiche technique

Chaque lot de modules rayonnants et/ou de modules non chauffants, conditionnés dans un même colis doit être accompagné d'une fiche technique rédigée en langue française. Cette fiche technique doit faire référence au présent document.

Sans se substituer aux notices de montage, d'installation ou de maintenance, cette fiche technique doit contenir les informations suivantes :

- Identification du procédé : références commerciales et/ou techniques du procédé de chauffage.
- Présentation descriptive du procédé : vue de côté (dessin ou photo).
- Caractéristiques techniques principales :
 - caractéristiques géométriques (longueur, largeur),
 - caractéristiques électriques :
 - tension assignée (ou tension nominale),
 - puissance assignée (ou puissance nominale),
 - résistance nominale et ses tolérances,
 - classement du module rayonnant du point de vue de la protection contre les chocs électriques,
 - section minimale des conducteurs d'alimentation,
 - calibre du dispositif de protection ;
 - classement en réaction au feu des modules rayonnants et des modules non chauffants.

d) Conditions de mise en œuvre

- règles de pose essentielles, eu égard aux dispositions du présent document ;
- précautions particulières à prendre sur le plan de la sécurité électrique, de la sécurité incendie et des réglementations thermiques ;
- conseils éventuels du ou des titulaires des Avis Techniques.

3 Conception thermique des ouvrages

3.1 Respect des réglementations thermiques en vigueur

3.1.1 Respect de l'exigence de coefficient C (bâtiments neufs et bâtiments existants)

En application des réglementations en vigueur relatives aux « caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments » et « à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés », il convient de tenir compte, pour le calcul du coefficient C, des pertes au dos des émetteurs (modules rayonnants dans ce cas) intégrés au bâti en contact avec l'extérieur ou un local non chauffé. Le mode de calcul de ces pertes est donné dans les « Règles de calcul Th-CE » ou les « Règles de calcul Th-CE ex » en vigueur.

3.1.2 Respect des exigences en application de l'arrêté relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants

En application de la réglementation en vigueur relative aux « caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants », il convient, lors de l'installation d'un Plafond Rayonnant Modulaire, de vérifier que la résistance thermique globale de la paroi respecte *a minima* les dispositions définies dans les arrêtés et décrets correspondants. Le cas échéant, une isolation complémentaire doit être mise en œuvre au contact des modules rayonnants et des modules non chauffants. Le mode de calcul de la résistance thermique de la paroi est donné dans les règles Th-U en vigueur (voir *annexe 1*). L'isolation thermique disposée au-dessus des modules rayonnants et des modules non chauffants doit être constituée exclusivement d'isolants tels que définis au *paragraphe 2.12*.

3.2 Limitation de l'émission calorifique par la face supérieure des plafonds rayonnants modulaires

Les modules rayonnants sont, par construction, équipés d'une isolation thermique disposée à l'arrière de l'unité chauffante dont la résistance thermique est au moins égale à 1,0 m² K/W. Ils peuvent ainsi être installés sans isolation complémentaire, sous un plancher intermédiaire situé entre deux niveaux chauffés.

Lorsque ces mêmes modules rayonnants ou modules non chauffants sont installés sous un plancher extérieur, sous un comble et/ou en rampant des combles aménagés, il convient de mettre en œuvre une isolation complémentaire conformément au *paragraphe 3.1*.

Suivant la nature du parement retranché, il peut ne pas être nécessaire de rajouter l'isolant thermique dans la mesure où la résistance thermique du matériau isolant disposé à l'arrière de l'unité chauffante satisfait aux exigences du présent paragraphe.

3.3 Température limite de fonctionnement

Les modules rayonnants sont prévus pour fonctionner de telle sorte que la température de leur surface d'émission reste toujours inférieure ou égale à 70 °C.

3.4 Hauteur minimale d'installation

Le confort procuré avec un chauffage réalisé uniquement par Plafond Rayonnant Modulaire est tributaire de la température de la surface de ce plafond. Afin d'assurer dans de bonnes conditions le confort des occupants, et notamment pour des sujets placés à l'aplomb d'un module rayonnant, la température de la surface d'émission des modules rayonnants intégrés dans le plafond suspendu modulaire doit être telle que l'asymétrie verticale de rayonnement créée par ce plafond reste, dans tous les cas, inférieure à 12 K à 1,20 m au-dessus du sol.

Les tableaux en *annexe 3* donnent les valeurs des puissances unitaires admissibles des modules rayonnants à ne pas dépasser en fonction :

- de la hauteur d'installation du Plafond Rayonnant Modulaire ;
- du ratio de puissance de chauffage à installer.

La puissance unitaire des modules rayonnants à ne pas dépasser est déterminée à partir :

- des *tableaux 3.1* et *3.2* si le thermostat d'ambiance présente un CA inférieur ou égal à 1 K ;
- des *tableaux 3.3* et *3.4* si le thermostat d'ambiance présente un CA supérieur à 1 K ;

le CA étant déterminé par un essai réalisé conformément à la norme NF EN 15500 dans un laboratoire tierce partie.

La hauteur minimale d'installation des modules rayonnants est une donnée fournie par le fabricant.

Il est toujours préférable, pour s'assurer du confort optimal des occupants de répartir le plus grand nombre possible de modules rayonnants sur un maximum de surface du plafond modulaire, en choisissant des modules rayonnants présentant la plus faible température de surface émettrice possible.

3.5 Pare-vapeur

Les techniques utilisant un pare-vapeur dissocié d'un isolant ne sont pas visées par le présent document.

Les plafonds réalisés sous terrasse ou sous toiture doivent faire l'objet d'une étude hygrothermique préalable (ventilation, pare-vapeur, etc.), afin d'éviter tout risque de condensation ou de migration de vapeur d'eau susceptible de nuire à la toiture et à la bonne tenue du plafond chauffant et de son isolation.

4 Protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements réglementés

4.1 Généralités

La puissance des modules rayonnants protégés par un même dispositif différentiel doit être limitée dans les conditions décrites à l'*article 5.2*.

Le procédé ne peut être mis en œuvre que dans les conditions décrites au *chapitre 6*.

Le plan de calepinage (voir *article 6.1*) doit indiquer, s'il y a lieu, les emplacements de cloisons visés à l'*article 6.3.1*.

Les connexions des modules rayonnants aux circuits d'alimentation doivent être réalisées de manière à ne pas réduire le degré de résistance au feu des plafonds.

Lorsque l'article R 123-43 du Code de la construction et de l'habitation s'applique, une vérification, par un organisme agréé, des conditions de mise en œuvre doit être effectuée pendant l'installation afin de s'assurer notamment que les différentes dispositions prévues sont respectées.

4.2 Réaction au feu des composants

Établissements Recevant du Public

Les panneaux décoratifs des modules rayonnants ou des modules non chauffants doivent répondre à l'exigence de réaction au feu que pose l'article AM relatif aux plafonds suspendus installés dans les locaux ou dégagements accessibles au public.

L'emploi, pour la réalisation de ces modules, d'un isolant thermique classé au moins A2-s2,d0 n'entraîne pas le respect d'une exigence complémentaire, ainsi que spécifié par le paragraphe 1-a de l'article AM 8.

Si une isolation thermique complémentaire, conforme aux exigences de l'article 2.6 ci-avant, est disposée au-dessus des modules rayonnants et des modules non chauffants, son éventuel pare-vapeur doit être placé au contact de la face supérieure des modules et la laine minérale, dont la face supérieure est apparente côté plénum, doit satisfaire aux critères de classement A2-s2, d0 afin d'éviter d'avoir à la recouvrir par un écran de protection, en application du paragraphe 2 de l'article AM 4.

4.3 Résistance au feu des plafonds suspendus

Lorsque le Plafond Rayonnant Modulaire dans lequel sont intégrés des modules rayonnants contribue à la stabilité au feu du plancher ou de la structure qu'il protège, celui-ci ne peut être mis en œuvre que si le plafond chauffant justifie avoir satisfait à l'essai de résistance au feu dans les conditions définies dans l'arrêté du 22 mars 2004 relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrage.

L'essai est réalisé selon les dispositions de l'une des normes suivantes :

- NF EN 1364-2 pour les plafonds ;
- NF EN 1365-2 pour les planchers et toitures ;
- CEN/TS 13381-1 pour les membranes de protection horizontale.

Le classement est établi conformément aux spécifications de la norme NF EN 13501-2.

Préalablement à la réalisation de l'essai, le plafond suspendu comportant les modules rayonnants est mis en régime permanent.

Note : les procès-verbaux de résistance au feu en cours de validité à la date de mise en application de chacune des normes d'essai européennes citées ci-dessus restent valables pendant une durée de sept ans à compter de cette date.

5 Installation électrique

5.1 Généralités

L'installation des modules rayonnants doit satisfaire aux dispositions de la norme NF EN 60335-2-96, de la publication UTE C 73-999 et de la norme d'installation NF C 15-100.

La protection contre les courants de court-circuit doit être assurée conformément aux prescriptions de la norme NF C 15-100, section 434.

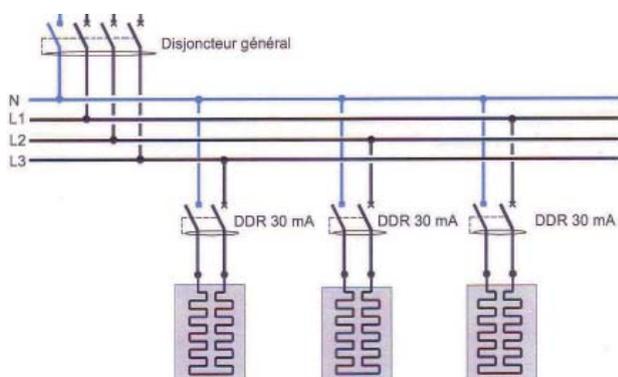


Figure 1 – Exemple de protection d'une installation triphasée : alimentation entre phases et neutre

5.2 Protection contre les contacts indirects

Conformément aux dispositions définies aux sections 701 et 753 de la norme NF C 15-100, les circuits alimentant les modules rayonnants doivent être protégés par des dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR), de courant différentiel résiduel assigné au plus égal à 30 mA ; chaque dispositif à courant différentiel étant prévu pour une puissance assignée au plus égale à 13 kW sous 400 volts ou 7,5 kW sous 230 volts.

5.3 Raccordements

Le raccordement des lignes d'alimentation spécialisées des modules rayonnants aux dispositifs de commande et de régulation (thermostat, etc.), ainsi qu'au réseau d'alimentation, doit être réalisé conformément aux dispositions de la norme NF C 15-100, section 559.

Le raccordement de la ligne d'alimentation spécialisée au réseau général d'alimentation électrique doit être réalisé au travers d'un boîtier de connexion fixe et accessible, disposé en général dans le plénum du plafond suspendu et fixé au dispositif de suspension de l'ossature porteuse du Plafond Rayonnant Modulaire.

Les modules rayonnants doivent être répartis sur des circuits terminaux distincts, de telle sorte que la somme des puissances assignées des modules rayonnants raccordés sur un même circuit, ne soit pas supérieure à celle correspondant au courant admissible dans les conducteurs du circuit.

5.4 Marquage des installations

Pour réduire les risques de détérioration ou d'incident après la mise en œuvre, une plaque métallique ou en matière plastique imprimée doit être fixée à demeure à proximité immédiate du ou des dispositif(s) de commande ou près du tableau de commande, de telle façon qu'elle ne puisse normalement être soustraite à la vue des utilisateurs par suite d'aménagements mobiliers ou décoratifs. Cette plaque doit porter l'inscription permanente et indélébile suivante :

« Attention ! "Plafond Rayonnant Modulaire" : Ne pas percer - Ne pas placer de luminaire au droit des modules rayonnants - Laisser un espace libre d'au moins 0,10 m entre tout élément mobilier et le plafond - Ne pas démonter sans précautions spéciales »

5.5 Contrôles

Un contrôle de raccordement et d'isolement des modules rayonnants doit être effectué avant fermeture du plafond. Un second contrôle est également effectué avant raccordement au circuit d'alimentation électrique. Ces contrôles sont réalisés par l'installateur électrique, assisté éventuellement du poseur du Plafond Rayonnant Modulaire.

6 Mise en œuvre

6.1 Généralités

La qualité des installations réalisées est tributaire des conditions d'emploi et de mise en œuvre ; aussi est-il nécessaire :

- de déterminer, en fonction de la destination du bâtiment, les caractéristiques techniques du Plafond Rayonnant Modulaire dès la conception et le calcul de l'installation de chauffage ;
- d'établir une coordination étroite entre les divers intervenants.

Tous les éléments du Plafond Rayonnant Modulaire doivent être conçus de manière à ce que les modules rayonnants, les modules non chauffants et leur isolation complémentaire éventuelle puissent être mis en place librement sur leur ossature porteuse, en particulier à proximité des poutres éventuellement intégrées à la structure porteuse, des canalisations, gaines ou conduits de ventilation, installés dans le plénum sous la structure porteuse du Plafond Rayonnant Modulaire.

Un plan de calepinage doit être fourni, indiquant notamment l'emplacement des modules rayonnants et des dispositifs de connexions. La pose des modules rayonnants et des modules non chauffants est réalisée en suivant les indications du plan de calepinage et en respectant les préconisations.

Aucune perforation et/ou découpe, de quelque nature que ce soit, ne doit intervenir dans les modules rayonnants.

Les modules rayonnants et les modules non chauffants doivent être transportés, stockés et manipulés dans des conditions telles qu'ils soient à l'abri d'actions, notamment mécaniques et thermiques, susceptibles de provoquer des détériorations.

6.2 Mise en œuvre du Plafond Rayonnant Modulaire

6.2.1 Mise en œuvre des ossatures et des accessoires pour la suspension des plafonds

La mise en œuvre des ossatures et des accessoires pour la suspension des Plafonds Rayonnants Modulaires est réalisée conformément aux dispositions de la norme NF DTU 58.1.

Le nombre de fixations, leur section et leur espacement, sont fonction de la charge à porter. Cette charge est déterminée en fonction :

- de la masse totale des modules rayonnants et des modules non chauffants supportés par les ossatures du plafond ;
- de la masse de l'isolation complémentaire éventuelle disposée au contact des modules rayonnants et des modules non chauffants ;
- de la masse des équipements spécifiques éventuels, tels que luminaires encastrés dans des modules non chauffants, etc. ;
- de la masse de la ligne d'alimentation spécialisée fixée directement sur les suspentes du plafond.

Sauf prescriptions spéciales portées aux documents du marché, les modules rayonnants et les modules non chauffants ainsi que leur isolation complémentaire éventuelle ou leurs ossatures support, ne sont pas destinés à supporter d'autres éléments (équipements, accessoires etc.) que ceux cités ci-dessus, installés dans le plénum du Plafond Rayonnant Modulaire.

6.2.2 Pose de la ligne d'alimentation spécialisée des modules rayonnants

La mise en place des lignes d'alimentation spécialisées des modules rayonnants doit être effectuée avant toute opération de mise en œuvre des modules rayonnants et des modules non chauffants.

La ligne d'alimentation spécialisée est installée dans le plénum du plafond. Elle peut être positionnée entre le plafond constitué des modules rayonnants et des modules non chauffants et son isolation complémentaire éventuelle.

Cette mise en œuvre est réalisée soit par l'installateur électricien, soit par le poseur de plafond.

Le raccordement des lignes d'alimentation spécialisées au réseau d'alimentation du chauffage doit être réalisé par l'installateur électricien.

6.2.3 Mise en œuvre des modules rayonnants et des modules non chauffants

La mise en œuvre des Plafonds Rayonnants Modulaires ne peut être effectuée que si les conditions suivantes sont toutes satisfaites :

- les enduits en plâtre ou de mortier de liants hydrauliques doivent être secs à l'air ;
- les vitrages doivent être posés et les locaux mis à l'abri des intempéries ;
- une réhumidification importante des locaux ne doit pas être à craindre ;

- les canalisations d'eau chaude et d'eau froide incluses dans le plénum sont calorifugées ;
- la fourchette d'humidité relative de l'air et de température ambiante doit être conforme à la norme NF DTU 58.1.

La mise en œuvre du « Plafond Rayonnant Modulaire » s'effectue à l'avancement et comporte successivement les opérations suivantes :

- pose éventuelle au-dessus des modules rayonnants et des modules non chauffants de l'isolation thermique complémentaire ;
- pose de la ligne spécialisée ;
- pose des modules rayonnants en veillant à bien respecter le plan de calepinage ;
- raccordement électrique des modules rayonnants à la ligne d'alimentation spécialisée ;
- contrôle du bon fonctionnement des modules chauffants (soit par ohmmètre, soit mise en chauffe),
- pose des modules non chauffants ;
- contrôle, ligne par ligne, du raccordement des modules rayonnants à la ligne d'alimentation spécialisée (une des méthodes consiste à mesurer la résistance globale de la ligne et en la comparant aux valeurs portées sur le plan de calepinage).

Note : Afin de ne pas affecter la planéité des modules rayonnants et des modules non chauffants, la charge supplémentaire apportée par l'isolation complémentaire disposée sur ces modules, doit être inférieure à la charge maximale admissible pouvant être supportée par ces modules.

6.3 Autres éléments

6.3.1 Cloisons

Les emplacements des cloisons doivent être prévus lors de la construction des bâtiments et de la conception du système de chauffage.

Dans les locaux où les parois peuvent être amovibles, une zone de 25 cm de largeur doit être dépourvue de modules rayonnants électriques au droit de tous les emplacements possibles de montage de cloisons.

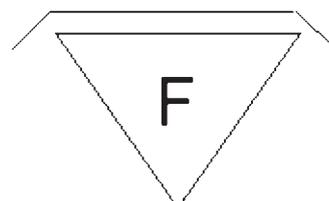
Les modules rayonnants doivent être placés au moins à 10 cm du nu intérieur des murs extérieurs.

6.3.2 Luminaires

6.3.2.1 Luminaires encastrés

Les appareils d'éclairage doivent être conçus pour pouvoir être intégrés dans un module non chauffant du Plafond Rayonnant Modulaire. Leur mise en œuvre doit être réalisée conformément aux dispositions de la norme NF DTU 58.1.

Note : lorsqu'une isolation complémentaire est disposée au contact des modules rayonnants et des modules non chauffants, seuls les appareils d'éclairage munis du marquage ci-après peuvent être incorporés dans le Plafond Rayonnant Modulaire.



6.3.2.2 Luminaires suspendus

Les luminaires doivent être placés à l'aplomb des modules non chauffants et éloignés de la sous-face du plafond d'au moins 25 mm.

6.3.3 Autres éléments constitutifs des plafonds suspendus

Les appareils de conditionnement d'air, les installations de canalisations pour fluides, les diffuseurs et les grilles doivent être mis en œuvre conformément aux dispositions de la norme NF DTU 58.1.

7 Mise en service de l'installation

7.1 Réception de l'installation

À la mise en service de l'installation, les contrôles et vérifications sont exécutés conformément aux prescriptions du chapitre 61 de la norme NF C 15-100, pour tous les points où ce chapitre s'applique.

7.2 Première mise en température

Un programme de mise en température progressive doit être réalisé par l'installateur électricien en liaison avec le maître d'ouvrage pour éviter à l'ouvrage des chocs thermiques importants.

Un certificat de mise en service de l'installation de chauffage, confirmant le respect des procédures de première mise en chauffe, doit être établi par l'installateur électricien pour chaque opération.

Note : à titre d'exemple, en hiver, la première journée de chauffe peut être fixée en affichant la consigne de l'organe de régulation du chauffage à une valeur telle que la température ambiante soit égale à 12 °C ; on montera ensuite cette consigne régulièrement à raison de 2 K par jour, jusqu'à l'obtention de la condition de confort intérieur normale de 19 °C.

Cette mise en température progressive peut être effectuée à l'aide d'un thermostat équipé d'un programme de première mise en température.

8 Documents à fournir

8.1 Avant l'étude d'exécution

Avant l'étude d'exécution, le maître d'ouvrage ou son mandataire doit fournir à l'installateur du Plafond Rayonnant Modulaire un plan 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.

8.2 Avant exécution du Plafond Rayonnant Modulaire

Avant exécution du Plafond Rayonnant Modulaire, 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 Rayonnant Modulaire doit indiquer sur le plan de calepinage l'emplacement des lignes d'alimentation spécialisées et des connexions des modules rayonnants à celles-ci. Il doit également indiquer l'emplacement des boîtiers de connexion des lignes d'alimentation spécialisées au réseau d'alimentation du chauffage et les réservations éventuelles au niveau des gaines de distribution.

8.3 Après exécution du Plafond Rayonnant Modulaire

Après exécution du Plafond Rayonnant Modulaire, l'installateur du plafond doit remettre au maître d'ouvrage ou son mandataire :

- le plan de calepinage du Plafond Rayonnant Modulaire précisant la localisation des modules rayonnants (avec leurs puissances), des connexions des modules rayonnants à la ligne d'alimentation spécialisée, des connexions de la ligne d'alimentation spécialisée au réseau d'alimentation du chauffage ;
- le plan des accessoires intégrés dans le plafond.

9 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 de modules rayonnants dans le plafond.

L'installateur du Plafond Rayonnant Modulaire n'exécute l'installation que si les divers corps d'état concernés ont pris connaissance des travaux définis par les prescriptions du présent Cahier des Prescriptions Techniques communes, qui leur incombent. Sur le chantier, l'installateur du Plafond Rayonnant Modulaire est tenu d'informer les autres intervenants de la présence de modules rayonnants dans le plafond, par exemple, par l'apposition d'affichettes, rappels dans les comptes-rendus de réunions de chantier, etc.

ANNEXE 1

Réglementations thermiques en vigueur

Tableau 1 – Valeurs maximales du coefficient de transmission thermique « U » de la paroi

- En application de la réglementation thermique relative aux « caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments », la valeur du coefficient de transmission thermique U de la paroi doit être au plus égale aux valeurs données au *tableau 1* ci-après.

PAROIS	Coefficient U maximal (*)
Planchers hauts en béton ou en maçonnerie, Toitures en tôles métalliques étanchées	0,34 W/(m ² K)
Planchers hauts en couvertures en tôles métalliques	0,41 W/(m ² K)
Autres planchers hauts	0,28 W/(m ² K)
(*) Ces valeurs correspondent aux exigences réglementaires applicables à la date de publication du présent document. En cas d'évolution de ces différentes réglementations on se reportera alors aux nouveaux textes en vigueur pour connaître les nouvelles valeurs à appliquer.	

Tableau 2 – Valeurs minimales de la résistance thermique de la paroi

- En application de l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux « caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants », la valeur de la résistance thermique R de la paroi doit être au moins égale aux valeurs données au *tableau 2* ci-après.

PAROIS	Résistance thermique R minimale (*)
Toitures-terrasses	2,50 m ² K/W
Planchers de combles perdus	4,50 m ² K/W
Rampants de toiture de pente inférieure à 60°	4,00 m ² K/W
(*) Ces valeurs correspondent aux exigences réglementaires applicables à la date de publication du présent document. En cas d'évolution de ces différentes réglementations on se reportera alors aux nouveaux textes en vigueur pour connaître les nouvelles valeurs à appliquer.	

Note : ces exigences réglementaires peuvent être vérifiées en procédant par un calcul du coefficient de déperdition thermique U de la paroi. Ce coefficient doit être déterminé selon les règles Th-U (parois opaques).

ANNEXE 2

Raccordement au réseau des modules rayonnants

1 Généralités

L'alimentation générale des modules rayonnants se fait par une ligne spécialisée raccordée sur le réseau d'alimentation électrique de l'installation par un installateur qualifié.

La ligne spécialisée est composée de 3 éléments :

- un cordon d'alimentation des modules rayonnants ;
- un ou plusieurs boîtier(s) de connexion ;
- un câble de raccordement du ou des boîtiers.

2 Description des éléments constitutifs de la ligne spécialisée

2.1 Le cordon d'alimentation du module rayonnant

Le cordon d'alimentation du module rayonnant est composé :

- d'un câble de section $2 \times 0,5 \text{ mm}^2$, scindable et isolé en deux couches, d'une longueur maximale de 2 m, de type FR-NO3VVH-F ou HO3VH7H-F ;
- d'un connecteur spécifique indémontable de 2,5 A/250 V.

Ce connecteur est conforme à la norme NF EN 50075 à l'exception de l'article 7. Il ne doit pas permettre le raccordement sur des prolongateurs ou blocs multiprises ménagers conformes à la norme NF C 61-314.

2.2 Le boîtier de connexion

Le boîtier de connexion doit être conforme à la norme NF EN 60998-2-3.

Le boîtier comporte une ou plusieurs entrées acceptant le branchement du cordon décrit ci-dessus. Il ne doit pas permettre le raccordement d'une fiche conforme aux normes NF EN 50075 et NF C 61-314. Il peut être démontable mais non réutilisable, ou non démontable.

Le branchement du boîtier de connexion se fait par perçage d'isolant.

Le socle du boîtier de connexion, s'il ne comporte pas de système de verrouillage, doit satisfaire à l'essai de la force nécessaire à la séparation des deux parties d'un assemblage tel que décrit à l'article 22 de la norme NF C 61-314.

Ce boîtier comprend éventuellement un système permettant de le fixer sur les suspentes de faux-plafonds et de le démonter au cas où son positionnement par rapport aux modules rayonnants le nécessiterait.

Le boîtier de connexion doit comporter, en plus des marquages prévus dans la norme NF EN 60998-2-3, un marquage indiquant la puissance maximale exprimée en watts.

2.3 Le câble d'alimentation

La section minimale du câble d'alimentation est de $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$.

Ce câble est de type FR-NO5VVH3-F ou FR-NO5VH2V-F. Sa longueur maximale est de 18 m.

3 Construction de la ligne spécialisée

La ligne spécialisée doit être précâblée en usine.

L'installation doit être conforme aux prescriptions de l'article 525 de la norme NF C 15-100.

À titre d'exemple, ces prescriptions sont satisfaites pour une ligne spécialisée d'une longueur maximale de 18 m pour une puissance de 4,8 kW. Ceci suppose que la longueur du circuit d'alimentation du boîtier de connexion du plafond à la ligne spécialisée, à partir de l'origine de l'installation (protections), soit inférieure à 20 m si le circuit est réalisé en 4 mm^2 et à 12 m en $2,5 \text{ mm}^2$.

ANNEXE 3

Choix de l'émetteur et hauteur d'installation

Pour le choix de l'émetteur, il est recommandé de suivre la procédure suivante :

- déterminer la surface du local [m^2] ;
- déterminer la puissance de chauffage à installer pour le local [W] ;
- calculer le ratio de puissance de chauffage à installer pour le local [W/m^2], ce dernier est égal au rapport de la puissance à installer pour le local par la surface du local ;
- sélectionner la hauteur d'installation du Plafond Rayonnant Modulaire (PRM) pour le local [m] ;
- déterminer les caractéristiques (c'est-à-dire la qualité) du dispositif de régulation qui est associé au Plafond Rayonnant Modulaire pour le local (dispositif de réglage automatique en fonction de la température intérieure et dispositif d'arrêt manuel de chauffage) ;
- déterminer la puissance unitaire admissible des modules rayonnants à ne pas dépasser [W].

La puissance unitaire admissible maximale des modules rayonnants dépend des caractéristiques du dispositif de régulation associé au Plafond Rayonnant Modulaire pour le local.

Dans le cas où le thermostat d'ambiance présente un CA inférieur ou égal à 1 K, la puissance unitaire maximale des modules rayonnants est déterminée à partir du *tableau 3.1* pour les modules rayonnants de dimensions 600 mm x 600 mm et du *tableau 3.2* pour les modules rayonnants de dimensions 1 200 mm x 600 mm.

Dans le cas où le thermostat d'ambiance présente un CA supérieur à 1 K, la puissance unitaire maximale des modules rayonnants est déterminée à partir du *tableau 3.3* pour les modules rayonnants de dimensions 600 mm x 600 mm et du *tableau 3.4* pour les modules rayonnants de dimensions 1 200 mm x 600 mm.

Les *tableaux 3.1, 3.2, 3.3 et 3.4* donnent la puissance unitaire admissible maximale des modules rayonnants ainsi que le taux de couverture en fonction des données suivantes :

- ratio de puissance de chauffage à installer [W/m^2] ;
- hauteur d'installation du PRM [m].
- Si la puissance unitaire des modules est inférieure aux données des tableaux, le taux de couverture peut être augmenté sans dépasser le ratio de puissance de chauffage à installer et ce, sans dégrader le confort.

Note : Les puissances unitaires admissibles des modules rayonnants données dans ces tableaux ne peuvent être utilisées pour réaliser le dimensionnement d'un tel type d'installation de chauffage.

Elles ne sont données que pour indiquer la limite à ne pas franchir au risque de créer des problèmes d'inconfort ou de gêne.

Les valeurs des puissances unitaires admissibles maximales des modules rayonnants en fonction de la hauteur d'installation du Plafond Rayonnant Modulaire et du ratio de puissance de chauffage à installer données dans les tableaux suivants supposent que :

- les modules rayonnants soient répartis de façon uniforme sur toute la surface du plafond ;
- les modules non chauffants soient des unités préfabriquées de constitution identique aux modules rayonnants.

ANNEXE 4

Liste des textes normatifs

Normes :

CEN/TS 13381-1	Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la résistance au feu des éléments de construction – Partie 1 : membranes de protection horizontales
NF C 15-100	Installations électriques à basse tension
NF C 32-212	Conducteurs et câbles isolés pour installations – Câbles pour filerie interne et externe des luminaires de la classe II
NF C 61-314	Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Systèmes 6 A / 250 V et 16 A / 250 V
NF DTU 58.1	Travaux de mise en œuvre – Plafonds suspendus
NF EN 13162	Produits isolants thermiques pour le bâtiment – Produits manufacturés en laine minérale (MW) – Spécification
NF EN 13501-2	Classement au feu des produits de construction et éléments de bâtiment - Partie 2 : classement à partir des données d'essais de résistance au feu à l'exclusion des produits utilisés dans les systèmes de ventilation
NF EN 1364-2	Essais de résistance au feu des éléments non porteurs – Partie 2 : plafonds
NF EN 1365-2	Essais de résistance au feu des éléments porteurs – Partie 2 : planchers et toitures
NF EN 15500	Régulateur électronique de zone pour le chauffage
NF EN 50075	Matériel pour installations domestiques et analogues – Fiches de prise de courant 2,5 à 250 V plate bipolaire non démontable, avec câble, pour la connexion des appareils de la classe II pour usages domestiques et analogues
NF EN 60335-2-96	Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-96 : règles particulières pour les films souples chauffants pour le chauffage des locaux
NF EN 60998-2-3	Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-3 : règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées avec organes de serrage à perçage d'isolant
UTE C73-999	Equipements de chauffage électriques incorporés à la construction des bâtiments – Règles de sécurité électrique

Règles de calcul :

Règles Th-CE	Méthode de calcul Th-CE – Annexe à l'arrêté du 19 juillet 2006
Règles Th-C-E ex	Méthode de calcul Th-CE ex – Annexe à l'arrêté du 08 août 2008
Règles Th-U	Détermination du coefficient moyen de déperdition par transmission à travers les parois déperditives du bâtiment

SIÈGE SOCIAL

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | www.cstb.fr

CSTB
le futur en construction

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