Avis Technique 14/06-1045*01 Mod

Modificatif à l'Avis Technique 14/06-1045

Plafond réversible
Heating and cooling ceiling
Heiz und Kühlausrüstung

Plafonds réversibles KaRo

Titulaire : Herbst Technik GmbH
Energiesysteme
Haynauerstr. 49
12 249 Berlin
Tél. : +49 (30) 77 50 51 44
Fax : +49 (30) 77 50 51 50
Email : herbst@karo.cc
Internet : www.KaRo.cc

Usine : BeKa Heiz- und Kühlmatten GmbH
Pankstr. 8-10, Haus Q
D 13127 Berlin-Buchholz
Fax : +49 (30) 474 114 35
Tél. : +49 (30) 474 114 32
Email : info@beka-klima.de
Internet : www. beka-klima.de

Distributeur : KaRo Systèmes SA
61, route de Saint Genis
F-01280 PREVESSIN MOENS
Tél. : (33) 04 50 28 02 00
Fax : (33) 04 50 28 02 04

Compte tenu du fait que le procédé n'a pas fait l'objet de modification de nature à mettre en cause l'appréciation dont il a fait l'objet, dans l'attente de l'examen de la demande de révision en cours, la validité de cet Avis est prolongée jusqu'au 30 septembre 2011.

Vu pour enregistrement le :
09 FEV. 2011
Charles BALOCHE

Pour le Groupe Spécialisé n° 14
Le Président

Claude RZASA

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

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

Vu pour enregistrement le

CSTB
le futur en construction

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

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2010

Avis Technique 14/06-1045

Annule et remplace l'Avis Technique 14/02-758

Emetteur réversible.

Equipement de chauffage et de rafraîchissement

Heating and cooling equipment

Heiz-und kühlausrüstung

Plafonds réversibles KaRo

Titulaire : Herbst Technik GmbH
Energiesysteme
Haynauerstr. 49
12 249 Berlin

Tél. : +49 (30) 77 50 51 44
Fax : +49 (30) 77 50 51 50
Email : herbst@karo.cc
Internet : www.KaRo.cc

Usine : BeKa Heiz- und Kühlmatten GmbH
Pankstr. 8-10, Haus Q
D 13127 Berlin-Buchholz

Fax : +49 (30) 474 114 35
Tél. : +49 (30) 474 114 32
Email : info@beka-klima.de
Internet : www. beka-klima.de

Distributeur : KaRo Systèmes SA
61, route de Saint Genis
F-01280 PREVESSIN MOENS

Tél. : (33) 04 50 28 02 00
Fax : (33) 04 50 28 02 04
Email : bel@ KaRo.cc
Internet : www.KaRosystemes.com

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

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

Vu pour enregistrement le 11 septembre 2006

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

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2006

Le Groupe spécialisé n°14 "Installations de Génie Climatique et Installations Sanitaires" de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné le 11 avril 2006, la demande de renouvellement pour l'équipement de chauffage "plafonds réversibles KaRo", constitué d'un réseau de nattes en polypropylène incluses dans un plafond plâtre ou un plafond métallique, présenté par la société Herbst Technik GmbH Energiesysteme, Haynauerstr. 49, 12249 Berlin, Allemagne. Le Groupe spécialisé n° 14 a formulé, concernant ce procédé, l'Avis Technique ci-après.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de chauffage et/ou de rafraîchissement intégré dans un plafond.

Le procédé englobe les nattes en polypropylène et les éléments constitutifs du plafond. Il comprend l'ensemble des éléments constitutifs du circuit hydraulique (réseau secondaire), une partie de la régulation et la sécurité anti condensation.

Les nattes se présentent sous 3 modèles :

Nattes Kara :

Nattes conçues pour être disposées sur des éléments de plafond suspendu métallique.

Nattes Kama série P :

Nattes conçues pour être disposées sous enduit plâtre.

Nattes Kama :

Plafond climatique T^+ comprenant un complexe plaque de plâtre, nattes capillaires Kama, isolant en plafond suspendu, ainsi que les éléments de suspension du faux plafond.

1.2 Identification

Chaque natte testée est estampillée avec la date du test et le numéro d'habilitation du contrôleur.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Procédé destiné à la réalisation d'émetteurs plafonniers de chaud et de froid en construction neuve ou en rénovation, et dans tous les locaux à occupation humaine : bâtiments à usage d'habitation, immeubles de bureaux, locaux d'hébergement, à l'exception des locaux très humides.

2.2 Appréciation sur l'équipement

2.21 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur

2.211 Sécurité incendie (ERP)

Dès lors qu'ils ne participent pas à la protection de la structure du bâtiment, l'utilisation des plafonds Kara, Kama et Kama série P ne s'oppose pas au respect des exigences vis-à-vis des risques d'incendie et de panique :

- dans les Etablissement Recevant du Public, telles que définies dans l'arrêté du 25 juin 1980 modifié,
- dans les locaux de travail, telles que définies dans le code du travail.

Si de plus, ces plafonds doivent contribuer à la stabilité au feu du plancher ou de la structure qu'ils protègent, ceux-ci ne peuvent être mis en œuvre que s'ils justifient avoir satisfait à l'essai de stabilité au feu.

2.212 Stabilité

La stabilité des composants des nattes et de la distribution semble normalement assurée dès lors qu'ils sont mis en œuvre comme décrit dans le Dossier Technique.

La stabilité des ouvrages semble normalement assurée.

2.213 Réglementation thermique

Le système avec la régulation décrite, dès lors qu'il assure seul le chauffage ou le rafraîchissement des locaux, permet de satisfaire à la réglementation en vigueur.

S'il existe un appoint, une attention particulière sera apportée au système de régulation pour éviter toute production de chaud et de froid simultanément et dans le même local.

2.22 Durabilité - fiabilité

2.221 Plafond plâtre

Les températures d'eau circulant dans les nattes (38 °C en régime chauffage et 16 °C en régime de rafraîchissement) ne sont pas susceptibles d'entraîner une dégradation du plâtre.

Néanmoins, pour les plafonds à base de plaques de plâtre, il convient d'utiliser les plaques de plâtre destinées aux plafonds chauffants électriques en respectant les préconisations de mise en œuvre et de première mise en température telles que définies dans les Avis Techniques correspondants.

2.222 Nattes et système de distribution

Ces éléments, s'ils sont montés conformément au Dossier Technique § 6.31, permettent de préjuger de la bonne tenue dans le temps de ces produits.

2.223 Sonde de mesure d'humidité

Une attention particulière sera portée sur ces sondes qui en général ont tendance à dériver. Une vérification régulière est nécessaire.

2.224 Appréciation générale

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

2.23 Aptitude à l'emploi

2.231 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).

Dans les régions à forte hygrométrie, la régulation sera conçue pour permettre un réajustement du point de consigne du seuil anti condensation. On y adjoindra comme préconisé dans le Dossier Technique du demandeur un traitement de l'air neuf (déshumidification).

2.232 Protection des nattes après installation

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

Une zone de 20 cm, par rapport au nu intérieur des murs ou des cloisons, restera libre de nattes pour éviter les percements.

En cas de percement d'une natte, la réparation est possible (colmatage au miroir) mais l'élément de la natte en cause devient inactif.

2.233 Performances thermiques

Le résultat de l'enquête réalisée sur 10 installations existantes a montré que le maintien dans le temps des performances thermiques du système semble assuré.

2.24 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 poseurs de plafond qualifiés.

2.25 Fabrication

La fabrication des nattes est réalisée en usine par une machine automatique. Les contrôles sont nombreux avant, en cours et après fabrication ce qui permet de préjuger favorablement de la constance de qualité du produit.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

La mise en œuvre de ce système sera réalisée conformément aux DTU suivants :

- DTU 25.1 (P71-201) : Enduits intérieurs en plâtres.
- DTU 25.41 (NF P 72-203) : Ouvrages en plaques de parement en plâtre.
- DTU 25.221 (P71-202) : Plafonds constitués par un enduit armé en plâtre.
- DTU 25.222 (P72-201): Plafonds fixés, plaques de plâtre à enduire.
- DTU 25.232 (P68-201) : Plafonds suspendus, plaque de plâtre à enduire.
- DTU 58.1 (P68-203) : Plafonds suspendus, travaux de mise en œuvre.

2.31 Prescriptions thermiques

En application des réglementations thermiques en vigueur relatives aux calculs des déperditions, il convient de tenir compte pour le calcul du coefficient Ce, des pertes au dos des émetteurs 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 C" en vigueur.

Les émissions de chaleur par la face supérieure des nattes polypropylène doivent être limitées. Pour cela, il convient de disposer au-dessus d'eux un isolant thermique, tel que défini dans les différents paragraphes du Dossier Technique.

2.32 Prescriptions de mise en œuvre

L'entreprise qui effectue la mise en œuvre est tenue d'effectuer des contrôles réguliers, à réception des matériaux, en cours de montage et à la réception de l'ouvrage, conformément au Dossier Technique du demandeur.

L'installateur veillera à ne pas exposer inutilement les nattes à l'action de rayons UV.

Les nattes ne devront ni être déballées directement sur le sol, ni ensuite être posées à même celui-ci pour ne pas être endommagées. L'emballage de livraison peut être utilisé à cet effet.

En début de chantier, les nattes seront testées sous pression d'eau à 10 bars. Elles doivent ensuite être maintenues sous une pression de 2 à 3 bars durant la durée du chantier.

A la réception, les nattes et les circuits de distribution seront à nouveau testés avant remplissage définitif.

Ces prescriptions font l'objet d'une procédure de test "TIM K55" qui est fournie par KaRro Système avec les nattes. Le paragraphe 6.7 du Dossier Technique du demandeur reprend les points importants de la procédure.

Les isolants utilisés seront de type fibreux (laine de verre ou de roche) avec un classement de réaction qui sera A1 ou A2 (soit M0 ou M1 selon l'ancienne classification).

2.33 Prescriptions de mise en service

Pour la première mise en température des plafonds plâtre, on se réfèrera au cahier de prescriptions techniques communes aux équipements de chauffage électrique installés en plafond CPT PEC 12/93. La montée ou la baisse de température se fera en fonction d'un programme de mise en régime permettant d'éviter les chocs thermiques importants.

Pour les applications en plafond T^+ plaque de plâtre (cf. § 3.3 du Dossier Technique du demandeur), il convient d'effectuer une première mise en température du plafond avant réalisation des joints entre plaques de plâtre.

Avant utilisation des plafonds aussi bien en mode chauffage qu'en mode rafraîchissement, les plafonds en plâtre devront être secs. Le système de nattes KaRo Système ne sera pas utilisé pour le séchage des plafonds.

2.34 Prescription pour la maintenance

2.341 Circuit hydraulique

- Vérifier régulièrement la pression de service du réseau secondaire au niveau des sous-stations. La pression doit être comprise entre 2 et 2,5 bars. 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.
- Une fois par an vérifier le pH de l'eau.

2.342 Régulation

- Contrôle des 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 bornier électriques.
- Tester le fonctionnement des sondes de point de rosée, une fois par an. A l'aide d'un coton tige légèrement humide, placé sur la sonde, celle-ci doit mettre le système en alarme et entraîner la fermeture des vannes.

2.35 Ensemble des travaux à effectuer par l'installateur du plafond.

Ces travaux comprennent essentiellement :

- La fourniture et la pose des ossatures ou des lattes en métal des plaques et des dispositifs de fixation à la structure porteuse.
- La fourniture et la pose des plaques de plâtre (plafonds T+ plaque de plâtre).
- L'enrobage des nattes dans l'enduit plâtre (plafonds T+ enduit plâtre).

2.36 Ensemble des travaux à effectuer par l'entreprise de génie climatique.

- La fourniture et la pose des circuits de distribution.
- La réalisation (fourniture et pose) des sous-stations.
- La réalisation des circuits de régulation.
- La pose sur les supports des nattes Kama ou Kara.
- Le raccordement des nattes Kama ou Kara au réseau d'alimentation.
- La pose et le raccordement au réseau d'alimentation des panneaux de plafonds métalliques type "lay-in".
- La pose des panneaux de plafonds métalliques neutres.
- Les différents contrôles et essais avant, pendant et après réalisation de l'ouvrage, tels que définis dans le Dossier Technique du demandeur.

2.37 Documents à fournir.

2.371 Avant l'étude d'exécution

Avant l'étude d'exécution, le maître d'ouvrage ou son mandataire doit fournir à l'installateur du plafond 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.

2.372 Avant l'exécution du plafond chauffant et/ou rafraîchissant

Avant l'exécution du plafond chauffant et/ou rafraîchissant, 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 chauffant et/ou rafraîchissant doit indiquer l'emplacement des connexions des éléments chauffants avec les canalisations d'alimentation et les réservations éventuelles au niveau des gaines de distribution.

2.373 Après l'exécution du plafond

Après l'exécution du plafond chauffant et/ou rafraîchissant, l'installateur doit remettre au maître d'ouvrage ou à son mandataire :

- Le plan de localisation des éléments chauffants et/ou rafraîchissants ou des panneaux chauffants et/ou rafraîchissants, des connexions des éléments actifs au réseau de distribution.
- Le plan des accessoires intégrés dans le plafond.

2.38 Coordination entre les corps d'état

- Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit s'assurer que tous les corps d'état intéressés sont informés de la présence des nattes capillaires ou des panneaux équipés de nattes capillaires 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 communes.

- Sur le chantier, l'installateur du plafond est tenu d'informer les autres intervenants de la présence des nattes capillaires ou des panneaux équipés de nattes capillaires 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

30 avril 2010

Pour le Groupe Spécialisé n° 14
Le Président
A. DUIGOU

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Présentation

1.1 Dénomination commerciale

Nattes capillaires KaRo pour plafonds réversibles, versions :

- Kara : natte pour emploi sur plafonds métalliques,
- Kama série P : natte pour emploi sous enduit plâtre,
- Kama : natte pour emploi en plaque de plâtre.

1.2 Domaine d'emploi

Procédé destiné à la réalisation d'émetteurs plafonniers de chaud et de froid en construction neuve ou en rénovation, et dans tous les locaux à occupation humaine : bâtiments à usage d'habitation, immeubles de bureaux, locaux d'hébergement, hôpitaux, etc, à l'exception des locaux très humides.

2. Description du produit

Le procédé englobe les nattes et l'ensemble des éléments constitutifs du circuit hydraulique.

Nattes Kara :

Nattes conçues pour être disposées sur des éléments de plafond suspendu métallique.

Nattes Kama série P :

Nattes conçues pour être disposées sous enduit plâtre dont l'aptitude à l'emploi pour cet usage a été vérifiée.

Dans la version Kama, il englobe également les plaques de plâtre spéciales et les supports du plafond suspendu.

Nattes Kama :

Plafond climatique T+ comprenant un complexe plaque de plâtre dont l'aptitude à l'emploi pour cet usage a été vérifiée, nattes capillaires Kama, isolant, ainsi que les éléments de suspension du faux plafond.

3. Identification

3.1 Nattes capillaires en polypropylène

3.11 Matériau constitutif et caractéristiques physiques

PPR : Polypropylène Random Copolymère Type 3 DIN 8087 teinté couleur bleue

Les caractéristiques du matériau sont données dans le *tableau 1*.

Pressions de service admissibles en bars, en fonction de la température de service et de la durée de vie du produit.

Le tableau, ci-dessous, établi sur la base d'essais en laboratoire, donne les recommandations à respecter en fonction de la durée d'exploitation spécifiée

Température °C	50 ans	25 ans	10 ans	5 ans
20	6,0	7,0	7,4	7,5
30	5,4	5,5	5,7	6,0
40	3,9	4,3	4,5	4,8
50	2,7	3,1	3,6	3,7

Exemple, pour une durée d'exploitation de 25 ans avec de l'eau à 50 °C, la pression ne devra pas dépasser 3,1 bars.

Qualité sanitaire :

Le propylène utilisé pour les nattes KaRo correspond à la recommandation VII, polypropylène du Service Fédéral Allemand de la Santé (BGA) et à différents Avis Techniques du CSTB. Caractéristiques dimensionnelles : modèle Kama

Longueur L (cm) :	80 à 600
Largeur B (cm) :	maxi. 100
Entraxe des capillaires (mm) :	10
Type de maintien :	par bande oméga
Tube collecteur des capillaires :	diamètre 20 mm, ouvert
Raccordement :	soudure par manchon

Le modèle Kama existe sous deux variantes :

*** Kama B1** : les 2 collecteurs sont côte à côte sur un côté de la natte (*voir figure 1)*

*** Kama B2** : les 2 collecteurs sont de part et d'autre de la natte (*voir figure 2)*

3.12 Caractéristiques dimensionnelles : modèle Kara

Longueur L (cm) :	40 à 400
Largeur B (cm) :	maxi 120
Entraxe des capillaires (mm) :	10
Type de maintien :	par bande oméga
Tube collecteur des capillaires :	diamètre10 mm
Raccordement :	raccord rapide

(Voir figure 3)

3.2 Circuit hydraulique

3.21 Canalisations

Les canalisations de distribution d'eau chaude et/ou froide sont réalisées en tubes et raccords en PPR (polypropylène-random-copolymère) en assemblage par polyfusion.

Les produits utilisés font l'objet d'un Avis Technique et peuvent être :

- AT 14+15/97-489 - Procédé NIRON, Titulaire : NUPI Spa.
- AT 14+15/97-488 - Procédé COPRAX, Titulaire : PRANDELLI

3.211 Distribution hydraulique

La distribution d'eau est, selon les cas, du type pieuvre ou en boucle, avec raccordement type deux tubes, trois tubes ou quatre tubes.

Le raccordement deux tubes est destiné aux installations fonctionnant en mode "change over" ou assurant seulement la fourniture de froid.

Le raccordement trois tubes est destiné aux réseaux desservant des locaux ayant un profil semblable de demande de chaleur et de froid. C'est par exemple le cas des réseaux desservant une seule façade.

Le raccordement quatre tubes est destiné aux installations desservant des locaux ayant des profils différents.

(Voir figures 4 et 5)

3.212 Flexibilité architecturale

Les bureaux et les locaux commerciaux de conception modulaire font souvent l'objet de réaménagements intérieurs. En cas de déplacement de cloisons, les plafonds climatiques s'adaptent parfaitement au nouvel agencement grâce à un collecteur secondaire de distribution équipé de vannes manuelles.

Les vannes de régulation de la distribution d'eau chaude (ou d'eau froide) sont alimentées par la distribution principale.

Un collecteur secondaire de distribution équipé de vannes manuelles entre les antennes d'alimentation des nattes permet d'alimenter 2 ou 3 trames à partir d'une vanne de régulation.

Avec ce dispositif, l'alimentation des nattes peut être facilement adaptée aux déplacements de cloison par simple fermeture ou ouverture de vannes situées dans les plafonds des circulations.

Voir figure 7 (Bureaux à 2 ou 3 trames)

3.213 Tuyaux flexibles de raccordement

Des tuyaux flexibles sont utilisés pour le raccordement des plaques de faux plafond amovibles.

Ils sont constitués d'un tuyau en élastomère EPDM assurant la fonction "étanchéité", autour duquel est tressée une gaine en acier inoxydable assurant la fonction "résistance à la pression" et "protection mécanique". Ils comportent, à chaque extrémité un raccord permettant d'effectuer leur assemblage avec les autres éléments du réseau. Les flexibles de référence EI8 sont fournis par la société IFT groupe OMERIN (Zone Industrielle 63600 Ambert).

Ces tubes font l'objet de l'Avis Technique 14+15/95-411.

D'autres types de flexibles peuvent être utilisés s'ils font l'objet d'un Avis Technique.

3.22 Sous-station hydraulique

3.221 Généralités

Les sous-stations KaRo assurent la séparation entre le réseau primaire et le réseau secondaire d'alimentation des nattes.

En effet le réseau secondaire d'alimentation des nattes doit être construit en totalité en matériaux non corrodables afin de garantir sa pérennité et d'éviter le colmatage des capillaires par les boues.

Elles desservent un ou plusieurs étages ou parties d'étages

Elles comprennent le ou les échangeurs de chaleur, le vase d'expansion, la soupape de sécurité, la vanne de décharge, et la pompe de circulation.

Dans certains cas, elles rassemblent en une unité compacte l'ensemble des vannes de régulation et réglage, débitmètres, organes d'équilibrage thermomètres etc.

3.222 Eléments constitutifs de la sous-station

La description suivante concerne les stations les plus complètes intégrant les vannes de régulation "chaud et froid".

Les stations plus simples sont construites à partir des mêmes éléments.

Description des stations :

- 2 échangeurs à plaques en acier INOX 304 brasées, pression d'utilisation maximale 25 bars, température d'utilisation maximum 300 °C,
- calorifuge des échangeurs : 30 mm de mousse de polyuréthanne, non inflammable suivant DIN4102 part 1, classe B2, conductivité 0,035 W/mK,
- 1 pompe acier INOX 304 dimensionnée suivant les besoins, moteur 0,55 à 0,75 kW,
- 1 ou plusieurs dégazeurs à purge automatique,
- 1 vase d'expansion adapté au réseau, pression 4 à 5 bars,
- 1 soupape de sûreté avec manomètre,
- 2 collecteurs de départ, avec chacun n départs et 1 vanne d'isolement en tête,
- 2n vannes 2 voies motorisées avec moteur thermique (chaud et froid),
- n débitmètres équipés d'organe d'équilibrage,
- n vannes ¼ de tour pour isolement de chaque départ,
- 1 collecteur de retours avec n retours et vannes d'isolement en tête,
- 2 piquages de vidange avec vanne ½" d'isolement,
- 2 piquages avec doigts de gant pour thermomètres,
- 2 piquages avec doigt de gant pour sonde de régulation primaire,
- tubes, coudes, piquages en cuivre, inox ou polypropylène,
- raccord 3 pièces laiton sur pompes, échangeurs etc,
- 1 châssis tôle électrozinguée ou tôle aluminium et accessoires de fixation,
- compteur de calories éventuellement.

Tableau électrique dans une armoire de classe d'étanchéité IP55 comprenant :

- 1 sectionneur général tétrapolaire,
- 1 bornier puissance,
- 1discontacteur protégé par pompe,
- transformateur 220 V / 24 V avec protection primaire et secondaire,
- bornier de raccordement des vannes électriques,
- 1 commutateur 3 positions (local ou reporté) pour démarrage de la pompe,
- 1 prise de terre avec raccordement à l'armoire,
- 1 départ 24 V pour régulation sur le circuit primaire (en général faisant partie du lot GTC : vanne 3 voies motorisées, sonde température secondaire et régulateur).

3.23 Robinetterie

Toute la robinetterie utilisée est fabriquée en laiton qu'elle soit installée en station hydraulique ou en bâtiment.

C'est une robinetterie destinée aux planchers chauffants conforme au DTU 65.8

3.24 Régulateur Tauka

Le régulateur Tauka est spécialement conçu pour les plafonds froids KaRo. Ce régulateur associe les fonctions de régulation thermostatique et de protection par détection de point de rosée, et éventuellement par détection des ouvertures de fenêtres par des contacts de feuillures.

"D'autres types de régulateurs intégrant les mêmes fonctions peuvent être utilisés. Il convient de noter que tous les principaux fabricants de régulation proposent un système pour les plafonds rayonnants"

3.241 Constituants

- sonde thermostatique incorporée au boîtier
- sonde de point de rosée
- indicateur de point de rosée : en atteignant le point de rosée, la vanne d'alimentation se ferme et le témoin "protection contre le point de rosée" s'allume. L'ouverture du contact de feuillure ferme les vannes "chaud et froid" et l'alarme s'allume.

3.242 Liaison GTC – convertisseur Tauko

Le régulateur peut être équipé d'une connexion supplémentaire pour liaison à la GTC de façon à commander le basculement été/hiver dans le cas de systèmes 3 tubes. Le convertisseur Tauko permet de transformer le signal de la sonde de point de rosée en un contact passif exploitable par une régulation centralisée.

3.243 Sondes à point de rosée

Les sondes à point de rosée se présentent sous forme d'une plaque de très petite dimension (31 mm x 11 mm x 1 mm) dont la résistance varie en fonction de la présence des fines gouttelettes d'eau qui se déposent dès qu'il y a condensation.

Il en existe 2 variantes.

- Type M pour natte Kara

Ce modèle est adapté aux plafonds métalliques et pour la pose sur tuyauteries. La sonde doit être installée sur le collecteur d'arrivée d'eau froide (ou sur les capillaires à proximité du collecteur d'arrivée) de façon à en mesurer effectivement la température la plus froide. Il convient donc de prendre les dispositions nécessaires pour qu'elle ne soit pas influencée par d'autres températures (protection par calorifugeage).

- Type P pour natte Kama sous enduit plâtre

La sonde est livrée protégée par un capotage en mousse (*voir figure 6)*. Elle est collée aux capillaires puis enduite de plâtre. Contrairement à la sonde type M, la sonde type P doit être installée non pas au niveau du collecteur d'entrée (la température du plâtre n'y est pas suffisamment homogène), mais au niveau des capillaires, à quelques centimètres de ce collecteur.

Après séchage, la mousse de protection est retirée et l'ouverture laissée dans le plâtre est recouverte par un cache esthétique.

Ce cache peut être décollé pour accéder à la sonde de point de rosée pour son contrôle ou sa maintenance.

"D'autres types de sondes à point de rosée intégrant les mêmes fonctions peuvent être utilisés. Il convient de noter que les principaux fabricants de régulation proposent une sonde de point de rosée adaptée aux plafonds froids".

3.3 Plafond T$^+$ plaque de plâtre

La réalisation de plafonds constitués de plaques de plâtre est définie par la norme NF P72-203 (Réf DTU 25-41). Les plafonds rayonnants KaRo ont une mise en œuvre équivalente à celle du DTU 25-41. Des dispositions sont prévues, notamment au niveau de la pose sur ossature métallique.

Le plafond T$^+$ est constitué d'un complexe comportant du bas vers le haut :

3.31 Plaque de plâtre

On doit utiliser des plaques de plâtre spécifiques à l'application "plafond rayonnant plâtre" qui bénéficient d'Avis Techniques favorables.

Ces plaques de dimensions standardisées : 2400 mm x1200 mm ou 3000 mm x 1200 mm ont une épaisseur de 12,5 mm.

Les procédés et les matériaux utilisés pour le jointoiement des plaques sont définis dans les Avis Techniques.

Il convient de limiter la température de chauffe et les puissances surfaciques aux valeurs fixées par le CPT PEC 12/93 de janvier 1995. Il en résulte que pour une température de chauffe inférieure ou égale à 45°C la puissance délivrée en chaud sera au plus égale à 135 W/m² pour le plafond avec plaque de plâtre type BA 13.

Le dépassement de ces puissances et de cette température peut être à l'origine de désordres irréversibles (fissuration des joints).

3.32 Nattes Kama

Les nattes Kama peuvent être posées de 2 manières :

- Par le "dessous"; pose à l'avancement, après mise en œuvre de l'ossature et avant vissage des plaques.
- Par le "dessus"; pose des nattes après vissage des plaques.

Les nattes sont testées en pression : voir § 6.7 réception de l'ouvrage et procédure TIM K 55.

3.33 Isolant

L'isolant peut-être posé de 2 manières :

- Par le "dessous"; pose à l'avancement, après mise en œuvre de l'ossature et avant vissage des plaques. L'isolant est posé sur l'ossature en veillant à sa continuité en partie courante et en rive.
- Par le "dessus"; pose des nattes après vissage des plaques. L'isolant est posé de manière à éviter tout passage d'air parasite.

Le pare vapeur est systématiquement associé aux isolants fibreux (rouleaux, panneaux). Le pare vapeur peut être soit solidaire de l'isolant, soit indépendant (film aluminium) posé sur natte Kama.

On conserve les entraxes habituels des profilés de supportage.

L'isolant doit répondre aux exigences de la réglementation incendie et devra être accompagné du PV d'essai de réaction au feu au moins A2-s2, d0 (soit M0 ou M1 suivant ancienne classification).

3.4 Plafond suspendu T+ enduit de plâtre

Le plafond suspendu T^+ est constitué d'un complexe comportant du bas vers le haut :

3.41 Enduit de plâtre

Une épaisseur de 12 mm de plâtre (cf. norme NF B12-301 ou LUTECE 3000 de la société PLACOPLATRE), recouvre les nattes. L'enduction, en application manuelle ou mécanique ainsi que la réception de l'ouvrage seront conformes au DTU 25.1 et aux recommandations du fabricant de plâtre.

3.42 Nattes Kama

Il faut repérer les emplacements réservés par les autres corps d'état, ainsi que les endroits du plafond où il n'est pas possible de mettre en place des nattes (cloisonnement, luminaires, bouches de soufflage, ..). Ce repérage servira à déterminer les longueurs de tube de raccordement à intercaler entre les nattes. Les nattes sont soit vissées, soit agrafées par des agrafes en inox au niveau des bandes Oméga.

Les nattes sont testées en pression : voir § 6.7 réception de l'ouvrage et procédure TIM K 55.

3.43 Plaques perforées

La pose des plaques perforées se fera conformément aux dispositions définies dans le DTU 25. 232 (norme NF-P 68-201). Les joints transversaux sont toujours alternés.

3.44 Isolant

La pose se fera à l'avancement, après mise en œuvre de l'ossature et avant vissage des plaques. L'isolant est posé sur l'ossature en veillant à sa continuité en partie courante et en rive.

L'isolant doit répondre aux exigences de la réglementation incendie et devra être accompagné du PV d'essai de réaction au feu au moins A2-s2, d0 (soit M0 ou M1 suivant ancienne classification).

3.5 Nattes Kama sur lattis en métal déployé

Dans certaines rénovations les enduits plâtre sont réalisés sur lattis en métal déployé.

Les nattes sont fixées au métal déployé par des colliers polyamide utilisés par les électriciens.

Une couche d'isolant sera mise en place entre la dalle de béton et les nattes capillaires.

La mise en œuvre des plafonds rayonnants KaRo sur lattis sera conforme au DTU 25.221 § 2.3 et 2.4 et aux recommandations des fabricants de lattis.

L'enduit plâtre est ensuite mis en place pour recouvrir l'ensemble.

Les nattes sont testées en pression : voir § 6.7 réception de l'ouvrage et procédure TIM K 55.

3.6 Plafond métallique T+

Il est constitué de panneaux sandwich (tôle, laine de roche, tôle) à l'intérieur desquels la natte est placée contre la tôle inférieure.

3.61 Panneaux de plafond type Lay in

Ils sont constitués de :

- Une tôle électro-zinguée d'épaisseur 0,8 mm, micro-perforée, peinte. Cette tôle est raidie par des plis en périphérie formant un bac rigide.
- Un film absorbant phonique non tissé d'épaisseur 0,01 mm
- La natte Kara est directement posée sur le film acoustique. La très faible épaisseur du film ne gène pas l'échange thermique.
- Un matelas de laine de roche placé au-dessus de la natte.
- Une tôle électro-zinguée pleine d'épaisseur 0,4 ou 0,5 mm rivetée au parement inférieur.

Ce produit a un classement de résistance au feu M1, voir PV cités au § 9.

3.62 Autres types de plafond

D'autres types de plafonds sont disponibles : Clipping, Hook on, Grid, Line, etc.

3.63 Emballage

Les panneaux de plafond sont emballés par carton de 6.

Chaque panneau est protégé aux quatre angles par des coins en polystyrène expansé.

4. Fabrication

4.1 Fabrication automatisée

Les nattes sont fabriquées Allemagne par les établissements BeKa Heiz- und Kühlmatten GmbH.

4.11 L'extrusion

L'extrusion de tous les petits tuyaux capillaires pour les nattes est réalisée par l`entreprise BeKa Heiz- und Kühlmatten GmbH sur des extrudeuses du fabricant Bellaform.

Les collecteurs ont un diamètre extérieur de 10 ou 20 mm. Les petits tuyaux capillaires sont produits avec le diamètre de 3,35 ou 4,5 mm.

4.12 Perforation des collecteurs

Après la préhension du collecteur sur le banc de perçage, une perceuse pneumatique se déplace sur un rail sur une largeur maximale de 1 mètre (largeur maximale des nattes KaRo). Elle perce successivement au pas de 10, 20, 30 mm les trous demandés en fonction de la largeur programmée

4.13 Machine S

Les nattes sont produites sur une machine automatique fabriquée par les établissements Ratiotec GmbH et Sontec GmbH en Allemagne. Cette machine dénommée machine S, pilotée par un automate programmable, assure le perçage des collecteurs et le soudage des capillaires aux collecteurs.

4.131 Stockage des capillaires

Les capillaires sont stockés en bobines dans un râtelier

4.132 Soudures

Chaque tube capillaire est maintenu dans un cylindre chauffant pendant que le collecteur est chauffé au droit des trous. En quelques

secondes, la matière est ramollie et l'extrémité du capillaire prend de l'épaisseur. Capillaire et collecteur sont ensuite rapprochés et maintenus en contact avec pression. La soudure se réalise en forme de tulipe et consolide la liaison entre capillaire et collecteur.

Il peut être réalisé jusqu'à 200 soudures dans un même cycle.

4.133 Longueur de la natte

Après soudure d'un collecteur, celui-ci est saisi par un chariot qui avance automatiquement de la longueur programmée de la natte.

La machine procède ensuite à la soudure du deuxième collecteur.

4.134 Bandes Omega

La finition de la natte consiste à poser des entretoises qui maintiennent les tubes capillaires à intervalles réguliers.

Ces entretoises appelées bandes Omega sont installées tous les 30 cm.

Les trous situés au centre de la bande servent à la fixation sur les différents supports.

Les capillaires sont maintenus par effet de clip.

4.2 Capacité de production et qualité

La machine S d'une capacité d'environ 300 000m^2 de nattes par an permet une fabrication automatique des nattes KaRo.

4.3 Contrôles en fabrication

La production et le contrôle des nattes par l`entreprise BeKa s`effectuent selon les directives de qualité et le règlement de contrôle « Arbeitsanweisung ».

4.31 Contrôle de réception

Matière : chaque lot de matière livré est accompagné d'un certificat matière du fabricant (certifié ISO 9002) du polypropylène.

Les Ets BeKa procèdent à l'analyse de la fluidité.

Pour les pièces en polypropylène injecté entrant dans la composition des nattes, un prélèvement est effectué pour chaque lot reçu et un contrôle des dimensions principales est effectué.

4.32 Contrôle de fin de fabrication

En fin de fabrication, chaque natte est soumise à une pression d'air de 20 bars pendant une durée minimale de ¼ heure.

Chaque natte est soumise à une pression d`air et contrôlée dans une cuve d'eau.

En cas de fuite, la natte défectueuse est isolée et mise au rebut.

4.33 Description du banc d'essai

Le banc d'essai permet de tester jusqu'à 25 nattes en parallèle. Il comprend :

- 1 cuve d'eau de 4 m^3,
- 1 pompe à air
- 1 déverseur réglable de 3 à 20 bars,
- 4 manomètres
- 4 sorties avec bouchons et purgeurs,
- 8 vannes sphériques.

4.34 Enregistrement des essais en pression

L'opérateur travaille avec des ordres de fabrication pour chaque poste de travail sur lesquels sont consignés les résultats suivants :

- nombre de nattes testées,
- quantité de nattes mises au rebut,
- quantité de défauts notés.

4.4 Identification

Chaque lot de nattes testées bonnes est estampillé avec la date du test et le numéro d'habilitation du contrôleur.

4.5 Livraison

Selon leur dimension, les nattes sont soit emballées à plat dans des cartons, protégées par un film plastique, soit roulées dans des bandes de carton ondulé souple puis ensachées dans un film plastique traité anti-UV.

5. Qualité environnementale

Le polypropylène ne comprend pas d'autre additif que le colorant de couleur bleue. En fin de cycle de vie, sa combustion ne dégage que des oxydes de carbone et d'hydrogène, aucun produit chloré. Il est totalement recyclable, ainsi que les déchets de coupe. Ils peuvent être repris par KaRo contre remboursement et réutilisés pour la production d'éléments de fixation.

6. Prescription de mise en œuvre

6.1 Transport

Déballage des nattes :

Au déballage, les nattes ne doivent pas être posées à même le sol mais disposées sur leur carton de protection.

Protection contre le rayonnement UV :

En service normal, les nattes KaRo ne sont pas exposées à l'action des rayons UV.

Il convient cependant de veiller à ce que lors de leur montage elles ne soient pas exposées à un rayonnement solaire excessif. En intérieur, il y a peu de problèmes puisque les vitrages absorbent en général la plus grande partie du rayonnement UV.

Pour le transport, les nattes KaRo et leurs adductions sont dans un emballage protecteur contre les UV.

6.2 Incorporation en plafond

6.21 Prescriptions générales

Collecteurs : lors des opérations de montage, les efforts de torsion exercés au niveau des soudures capillaires/collecteurs doivent être limités à ceux correspondant aux conditions normales de mise en œuvre. On veillera notamment à ce que les capillaires restent parfaitement perpendiculaires aux collecteurs et que le rayon de courbure des capillaires ne soit pas inférieur à 200 mm.

Bandes Oméga : vérifier avant agrafage au plafond que tous les tubes capillaires sont correctement disposés à l'intérieur des logements de la bande Oméga.

6.22 Incorporation sous enduit

Lattis métallique :

Les bords tranchants des découpes du treillis métallique sont recouverts par une bande protectrice (par exemple, une bande adhésive double face).

Epreuve en pression :

Elle doit être effectuée selon les spécifications TIM K 55 (voir documentation technique). Cette épreuve porte sur l'ensemble du circuit secondaire et s'effectue avant la mise en œuvre du plâtre projeté. L'installateur est tenu de remplir les bordereaux d'essai pour chaque circuit.

Réparation des tubes :

En cas d'éclatement de capillaire, procéder à une réparation au miroir. Tout d'abord, ramollissement du tube et première obturation par simple pression sur le miroir sous un angle de 45° pendant environ 10 secondes. Aussitôt après, obturation par repli et pincement pendant quelques secondes.

Mise en œuvre du plâtre :

L'enduit doit être projeté sans pression excessive, les nattes étant maintenues sous une pression d'eau comprise entre 3 et 6 bars. L'épaisseur minimale de plâtre sous les tubes capillaires est de 12 mm (par rapport à l'axe des tubes).

6.23 Incorporation en plafond métallique

Tous les modèles de plafond métallique, quel que soit leur état de surface (surface perforée, coloris..), peuvent normalement être équipés des nattes KaRo.

Dans le cas de plafonds continus sans cloisonnement au-dessus des parois séparatives (cas fréquents des plateaux ré aménageables de bureaux), il est souvent demandé d'assurer une bonne isolation acoustique entre locaux voisins. Il suffit, pour cela, d'équiper le plafond métallique d'un élément sandwich KaRo. Il s'agit d'une plaque de plafond perforée avec une natte KaRo intégrée et d'un complexe laine minérale/plaque de plâtre ou plaque métallique. On obtient ainsi une atténuation acoustique latérale.

6.3 Circuit hydraulique

6.31 Fluide caloporteur et nature physico-chimique des tuyauteries

Les canalisations équipant la boucle secondaire sont soit en polypropylène, soit en cuivre.

Le polypropylène peut être assemblé avec des conduites en cuivre, les assemblages cuivre / polypropylène sont réalisés avec des raccords en laiton.

Comme pour tous les circuits en matériau plastique, il convient d'éviter les risques de corrosion dus à la perméabilité à l'oxygène des tubes plastiques.

Cela s'effectue par emploi exclusif de matériaux non corrodables et non oxydables (laiton, cuivre, inox, matériaux synthétiques, etc.). L'acier noir est interdit pour éviter le colmatage des capillaires par les boues.

Du fait que le circuit secondaire tourne en circuit fermé, il n'y a pas de risque d'entartrage ; on utilise de l'eau de ville non traitée pour le remplissage du circuit secondaire.

6.32 Equilibrage hydraulique

L'installation doit être équipée pour chaque zone régulée d'un débitmètre et d'un organe d'équilibrage.

Les stations hydrauliques de KaRo sont équipées d'un débitmètre pour chaque local. Ce débitmètre comporte un organe de réglage et est gradué en l/mn.

6.33 Purges d'air

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

Les sous stations KaRo sont équipées de purgeurs d'air automatiques sur les collecteurs eau chaude, eau froide, et retour.

6.34 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.

6.4 Règles de conception

6.41 Protection contre les condensations et les températures excessives

Pour éviter les risques de condensation, les températures d'entrée d'eau froide dans les nattes sont limitées à 16°C en zone H1 ou H2 et 18°C en zone H3.

On remarquera que ces limites correspondent aux seuils habituellement retenus pour le calorifugeage des conduits d'air climatisé.

Il est également rappelé qu'en sus de cette disposition, il doit être installé des sondes à point de rosée conformément au § 3.233 du présent Dossier Technique.

Enfin, pour les installations où une ventilation mécanique avec déshumidification est prévue, les températures d'entrée d'eau froide peuvent être abaissées à 14 °C environ dans les conditions suivantes :

a) en respectant les conditions de confort de la norme DIN 1946 part 2, il est possible d'installer un soufflage d'air neuf déshumidifié à une température de rosée inférieure à 12°C.

b) en installant une sonde de température de rosée sur l'air extrait afin de moduler la température d'entrée d'eau froide du plafond.

Des dispositions peuvent en dernier lieu être prises pour éviter toute température anormale dans le circuit secondaire à la suite de dysfonctionnements éventuels de composants tels que les vannes 3 voies.

Ces dispositions permettent de garantir que :

- La température de l'eau froide remise en circulation à la sortie de l'échangeur de chaleur ne soit jamais inférieure à 14/16°C (zones H1 et H2) ou 16/18°C (zone H3),
- En cas d'intégration dans des plaques de plâtre ou d'incorporation sous enduit, la température d'eau chaude à la sortie de l'échangeur de chaleur ne soit jamais supérieure à 38 °C.

Un moyen de satisfaire ces exigences consiste à disposer à la sortie de l'échangeur une sonde de température commandant l'arrêt du circulateur secondaire dès qu'il y a un défaut chaud ou froid.

6.42 Ventilation

L'émission convective d'un plafond froid est améliorée par la présence d'une vitesse d'air à proximité du plafond (voir documentation technique du fabricant, Ch 8 § 4.4). Il est recommandé, lorsque cela est possible, de prévoir une ventilation avec soufflage horizontal à proximité du plafond pour bénéficier de l'effet Coanda.

6.43 Confort hygrothermique

Les plafonds froids assurent un excellent confort. Il convient cependant, surtout dans le cas de locaux avec de larges baies vitrées, de respecter les règles de dimensionnement visant à obtenir une température radiante asymétrique convenable (voir documentation technique du fabricant Ch.4)

La déshumidification de l'air soufflé améliore le confort hygrothermique.

6.5 Dimensionnement des nattes

KaRo a développé un progiciel sur Excel® qui permet à partir d'un bilan thermique de déterminer la surface des nattes. Le progiciel permet de déterminer la perte de charge du circuit hydraulique.

Ce tableau peut être fourni sur demande, il est aussi disponible sur le site Internet : karosytemes.com

6.6 Dimensionnement des pompes de circulation

Pour le dimensionnement de la pompe de la station hydraulique KaRo procède à un calcul de pertes de charges détaillé incluant les pertes de charge de l'échangeur, de la tuyauterie de liaison, des collecteurs d'alimentation et de retour, des vannes d'isolement de ceux-ci, des vannes de régulation, des débitmètres avec leur organe d'équilibrage, des tuyauteries d'alimentation et de retour et des nattes.

Dans le cas d'un circuit ne comprenant pas de station hydraulique KaRo le dimensionnement de la pompe est de la responsabilité de l'installateur.

6.7 Réception de l'ouvrage.

Les tubes et les nattes KaRo sont généralement utilisés avec une pression située entre 0 et 4 bars.

Les tubes et les nattes installés doivent être testés à l'eau avec une pression de 10 bars et doivent être maintenus durant tout le temps du chantier à une pression de 2 à 3 bars.

6.71 Pression nominale des éléments

Avant le test il faut veiller à ce que tous les raccords et vannes de régulation, installés dans les conduites mises sous pression, soient appropriés à la pression maximale du test. Tous les raccords et vannes de régulation de diamètre 8 mm à 20 mm de chez KaRo peuvent être mis sous pression pour un temps très court à un maximum de 16 bars, et pendant 24 heures à 10 bars.

6.72 Protocole d'essai TIM K55

KaRo a rédigé une procédure d'essai dénommée TIM K55 décrite ci-après.

Il est indispensable que cette procédure soit appliquée et que le procès verbal d'essai soit dûment rempli et transmis ensuite à KaRo. Le tableau 3 montre un exemple de bordereau d'essai.

Cette preuve que la procédure TIM K55 a été appliquée est la condition de la garantie du fabricant.

*** Règles générales**

Ces règles générales pour la mise en pression sont données pour des systèmes dans lesquels de l'eau circule. Les points suivants en font partie :

1. Opérer par tranche. Tranche à choisir de telle sorte que le contrôle puisse être bien maîtrisé pendant la mise en pression.

2. Ne jamais mettre en pression avec un réseau d'eau de ville. Utilisez exclusivement les pompes de pression. En mettant en pression avec de l'eau de ville, le danger est, qu'en cas de fuites, l'eau de ville s'écoule dans le bâtiment !

3. Toutes les sections, qui plus tard ne seront pas accessibles doivent être mises en pression, avec succès, à 10 bars avec de l'eau avant la fermeture définitive.

- a) Pré-test à l'air

Juste après le raccordement des nattes au réseau de tubes, celles-ci sont testées à une pression de 6 à 10 bars avec de l'air. On peut ainsi tout de suite détecter d'éventuelles fuites aux raccords.

- b) Test principal

Après montage du plafond le réseau est mis en pression avec de l'eau par tranche, avant la livraison au Maître d'ouvrage. Pour des nattes en plaques de plâtre, le test principal doit être réalisé avant l'enduit et la peinture, à la fermeture du plafond. Le système est rempli d'eau et l'air est chassé.

Par la dilatation élastique des tubes, la pression peut s'abaisser d'environ 1 bar au moment de la mise sous pression. Le test principal sera effectué ensuite en deux étapes :

Pré-test avec de l'eau

Le système est rempli sous une pression de 10 bars. Une heure après, on peut commencer le test principal.

Test principal avec de l'eau

La pression est à nouveau portée à 10 bars. Elle doit être maintenue au moins pendant 4 heures à 10 bars. Après le test réussi, la pression est réduite à une pression normale puis de service (2 bars).

Le procès verbal d'essai selon la procédure TIM K 55 est rempli au fur et à mesure des essais de chaque zone en inscrivant les données du début et fin de tests. La fiche doit être signée par le monteur responsable. Elle est ensuite transmise à KaRo

La transmission du procès verbal d'essai selon la procédure TIM K 55 est la condition de garantie du fabricant.

Le test principal achevé avec succès, le système d'eau peut être mis de nouveau sous une pression normale.

7. Conformité à la réglementation

7.1 Réglementation thermique

Les installations sont réalisées conformément à la réglementation thermique.

Dans certains cas, il peut être utile d'adopter les dispositions suivantes :

a) Débit de ventilation égal à la valeur réglementaire en hiver et à une valeur plus élevée (environ 2 vol/h) en été. Cette disposition permet en été à la fois d'améliorer la qualité de l'air intérieur et d'augmenter la puissance de froid délivrée en déshumidifiant l'air soufflé avec une différence de 16° C entre température d'ambiance et température de soufflage.

b) Régulation en fonction de la température extérieure : cette disposition permet d'éviter l'emploi de contacts de feuillures.

7.2 Sécurité incendie

Dès lors qu'ils ne participent pas à la protection de la structure du bâtiment, l'utilisation des plafonds KaRo ne s'oppose pas au respect des exigences vis-à-vis des risques d'incendie et de panique :

- dans les Établissements Recevant du Public telles que définies dans l'arrêté du 25 juin 1980 modifié,
- dans les locaux de travail, telles que définies dans le code du travail.

Si toutefois, ces plafonds doivent contribuer à la stabilité au feu du plancher ou de la structure qu'ils protègent, ceux-ci ne peuvent être mis en œuvre que s'ils justifient avoir satisfait à l'essai de stabilité au feu.

Dans les cas suivants, les nattes KaRo conservent et ne dégradent pas les caractéristiques de sécurité incendie du support auquel elles sont adjointes.

Il s'agit de :

- Utilisation avec enduit plâtre de 12 mm d'épaisseur, classé M0,
- Utilisation en sandwich entre deux plaques haute résistance au feu avec ossature primaire habilitée au feu classement M1,

Dans le cas de plafond métallique sandwich (tôle - laine de roche - tôle) comme décrit au chapitre 3.7 les panneaux ont fait l'objet d'un classement M1.

7.21 Cas des bâtiments d'habitation

Dans le cas des bâtiments à usage d'habitation ou assimilé, la réglementation vise principalement à éviter la transmission du feu ou des fumées d'un logement à l'autre.

Les dispositions applicables sont donc principalement celles liées à la présence éventuelle de matériaux combustibles dans les circulations horizontales.

7.22 Cas des bâtiments tertiaires

Les installations doivent satisfaire la réglementation applicable telle que définie dans les règlements concernant les ERP ou les bâtiments relevant du code du travail.

Les passages de tuyauteries en polypropylène 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 des nattes et la distribution ne sont pas visées par cette prescription

8. Commercialisation

Assistance technique et installateurs agréés

Les calculs de dimensionnement sont effectués par la société KaRo France ou par un bureau d'études indépendant. La société KaRo France garantit les émissions de froid des nattes.

Elle commercialise ses produits soit par son réseau d'installateurs agréés, soit par d'autres entreprises d'installation. Dans ce dernier cas, elle apporte un soutien technique rémunéré 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 et à l'obligation de retour du procès verbal d'essai selon la procédure TIM K55.

Le dimensionnement et la puissance d'émission sont donnés par des courbes établies suivant la norme DIN 4715 (cf. rapport Université de Stuttgart).

9. Documentation fournie etc.

Documentation technique KaRo en français

Documentation technique KaRo en anglais

Documentation technique KaRo en allemand

Documentation technique KaRo en espagnol

Procès verbal d'essai d'émission thermique par l'institut HLK STUTTGART

Procès verbaux de classement M1 de plafonds métalliques :

- LPC (London) Fire protection test TE 83 748 du 24/06/93 classement M
- CSTB RA98-678 du 22/03/98 classement M1
- CNPE ESSAI 9699-01 du 22/07/01 classement M1
- CNPE ESSAI 9700-01 du 22/07/01 classement M1

On pourra retrouver ces informations sur le site Internet : www.KaRosystemes.com

B. Résultats expérimentaux

1. Emission thermique

1.1 Emission vers le bas

Le demandeur a réalisé des calculs avec un code aux éléments finis pour évaluer l'émission en froid et l'émission en chaud d'un plafond sous enduit.

Cette émission est donnée par :

$P = C \times DT^{1,1}$ où :

- DT représente la différence entre la température moyenne de l'eau dans les nattes et la température, supposée homogène du local,
- P exprime la puissance exprimée en W/m² émise par le plafond,
- C est le coefficient d'émission calculé d'après les essais thermiques

Voir documentation technique KaRo :

§8-PERFORMANCES THERMIQUES

1.2 Emission vers le haut

La puissance émise vers le haut est d'autant plus importante qu'il y a peu de matériau isolant entre les nattes et le plancher haut.

Sans isolation, l'augmentation de puissance peut être de l'ordre de 30% en mode chaud et 20% en mode froid. Les calculs précis peuvent être effectués par la société KaRo.

2. Inertie thermique du plafond froid

2.1 Nattes Kara

Pour une variation de température de 6 K, la capacité thermique du plafond métallique KaRo n'est que d'environ 10 W.h/m², ce qui correspond à 15% de l'émission frigorifique horaire du plafond. Le plafond métallique KaRo atteint donc sa pleine puissance frigorifique en quelques minutes.

2.2 Nattes Kama sous enduit plâtre

Le faible diamètre des tuyaux capillaires autorise des faibles épaisseurs d'enduit. Là aussi, la capacité thermique ne représente que quelques minutes de fonctionnement.

Des calculs plus précis ont été réalisés pour évaluer la durée de mise en température du plafond : le tableau ci-dessous donne en minutes la valeur du temps de réponse. Il s'agit, à compter de l'arrivée d'eau froide dans les nattes capillaires, du temps nécessaire pour que la variation de température du plafond représente 63% de celle en régime établi.

Ces résultats sont donnés pour le cas suivant :

- entraxe des capillaires de 10 mm,
- plâtre de conductibilité thermique 0,5 W/m°K et de masse volumique 1100 kg/m^3,
- épaisseur moyenne de plâtre au-dessus des tubes capillaires

Distance entraxe des capillaires / nu inférieur du plafond	Temps de réponse
10 mm	10 min
15 mm	15 min
18 mm	20 min

C. Références

KaRo France a repris en 1998 les activités en France de KaRo SA. KARO France détient l'exclusivité de la commercialisation des produits KaRo pour la France et les pays voisins. Les surfaces installées varient de 100 m² à 35000 m².

Quelques-uns unes de ces références ont fait l'objet d'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEx) dont la plus ancienne date du 28/03/1994 pour le chantier NESTLE NOISIEL. Aujourd'hui, en plus des applications dans les domaines du tertiaire et de l'habitat individuel, la solution de plafond rayonnant se développe dans le domaine hospitalier (Polyclinique de Blois en 2005).

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques du polypropylène utilisé pour la réalisation des nattes KARO

Description		Unité	Norme	Résultats
Densité à 23 °C		g/cm^3	DIN 53479	0,897
Indice de fluidité à chaud de la résine de base (190/5)		G/10 min	DIN 53735	0,55
Indice de la fluidité à chaud de la résine de base (230/2,16)		Cm^3/10 min	DIN 53735	0,38
Limite d'élasticité		N/mm^2	DIN 53455	25
Allongement à la rupture		%	DIN 53455	13
Module d'élasticité		N/mm^2	DIN 53457	800
Essai de dureté bille		N/mm^2	DIN 53456	44
Charge rupture à :	23 °C	kJ/m^2	équivalent DIN 53453	26
	0 °C	kJ/m^2		8
Résilience à :	23 °C	kJ/m^2	ISO 180/1C	ne casse pas
	0 °C	kJ/m^2	ISO 180/1C	160
	-30 °C	kJ/m^2	ISO 180/1C	28
Ténacité éprouvette à : :	23 °C	kJ/m^2	ISO 180/1A	30
	0 °C	kJ/m^2	ISO 180/1A	3
	-30 °C	kJ/m^2	ISO 180/1A	18
Température ramollissement		VST/A/50 °C	DIN 53460	132
		VST/B/50 °C	DIN 53460	69
Stabilité chaleur :	HDT A	°C	DIN 53461	49
	HDT B	°C	DIN 53461	70
Coefficient de dilatation linéaire		mm/m.K		0,15
Conductibilité thermique		W/mK		0,22
Compatibilité avec antigels :				non compatible

Tableau 2 – Caractéristiques physiques des nattes KARO

		Tubes capillaires	
Espacement des tubes	mm	10	
Diamètre extérieur des tubes	mm	3,4	
Epaisseur des tubes	mm	0,55	
Tenue à la pression	bars	35	
Surface développée des tubes	m^2/m^2	1,07	
Masse totale de tubes	kg/m^2	0,48	
Contenance en eau	l/m²	0,41	
Δ température intérieur/extérieur tube	°K	0,23	
Longueur des tubes	m	2	4
Débit d'eau nécessaire	l/h	40	80
Perte de charge des tubes	m CE	0,87	3,4
Vitesse d'eau	m/s	0,27	0,535
Nombre de Reynolds	-	540	1080

Tableau 3 – Procès verbal d'essai selon la procédure TIM K 55

Projet:					
Numéro de projet:					
Sections		**Pression**	**Heure**	**Date**	**Signature**
Pré-test	**Début**				
Pré-test	**Fin**				
Test principal	**Début**				
Test principal	**Fin**				

Je confirme avoir effectué avec succès un essai en pression avec eau selon les directives TIM K 55 pour les sections citées ci-dessus. Le système d'eau a été mis en place avec une pompe de pression à 10 bars. La pression a été maintenue pendant au moins 4 heures à 10 bars.

Nom / Signature :.....

Date : .....

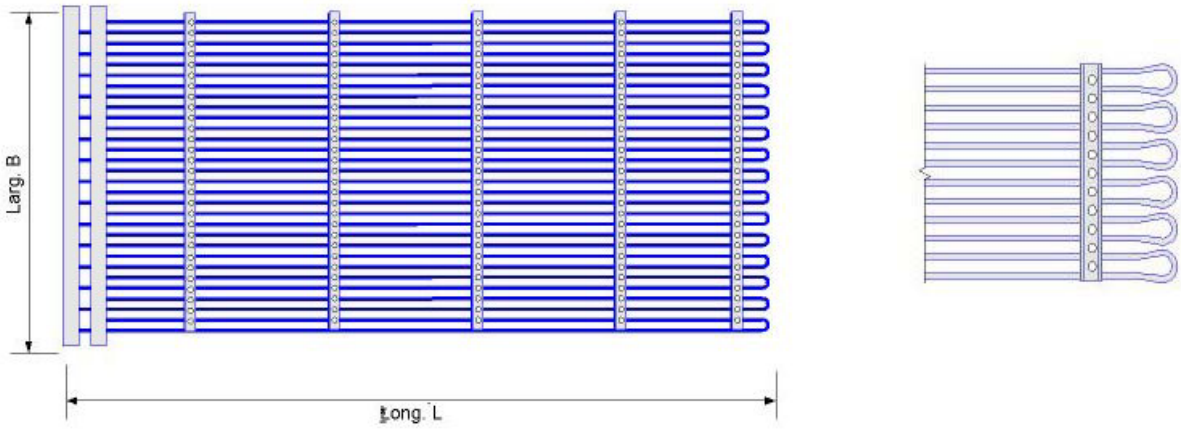


Figure 1 - Modèle Kama B1 : 2 collecteurs sur un côté et détail d'une bande Oméga et des boucles

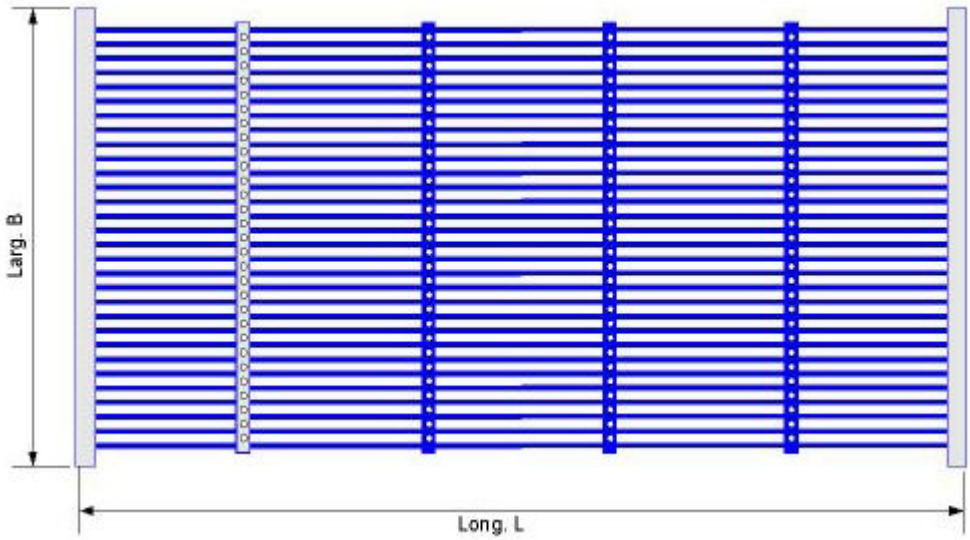


Figure 2 - Modèle Kama B2 : collecteurs aux extrémités

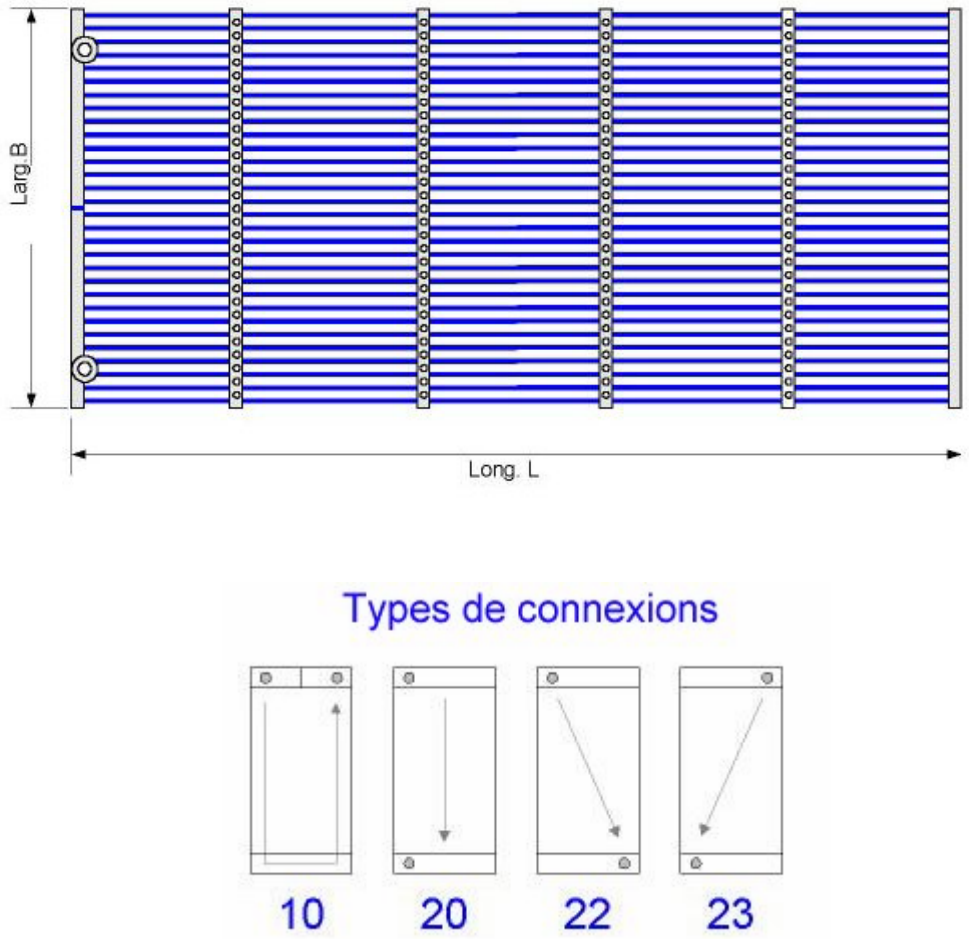
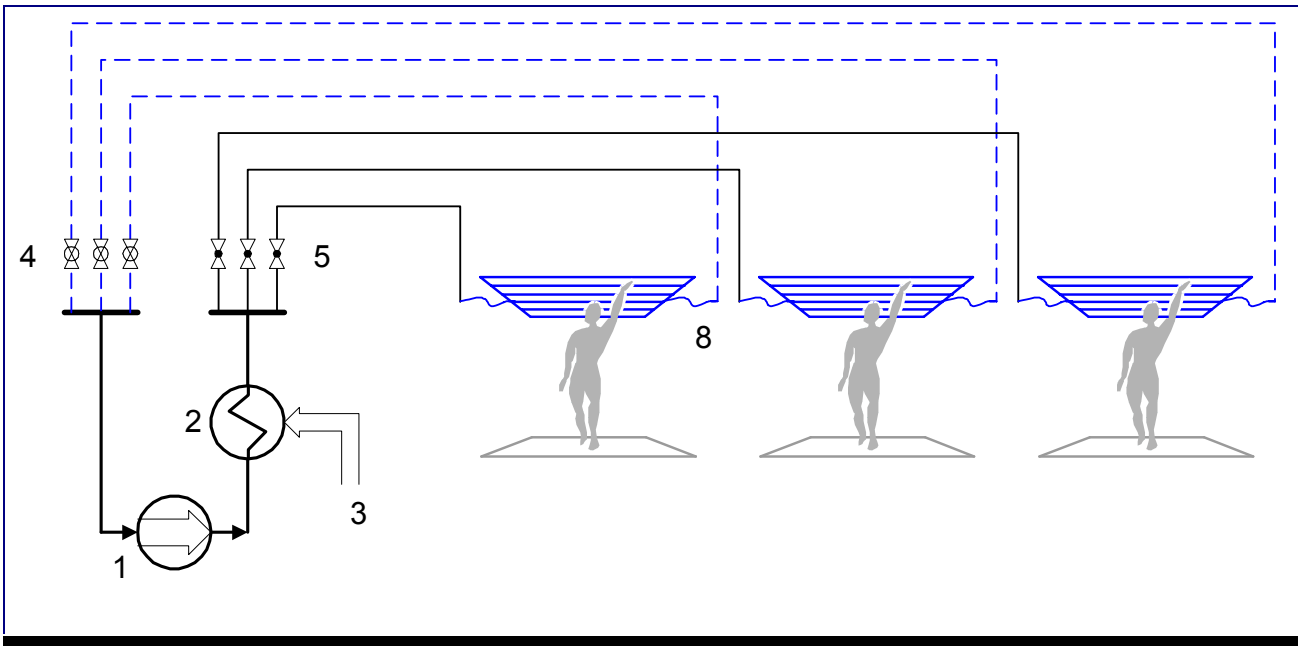
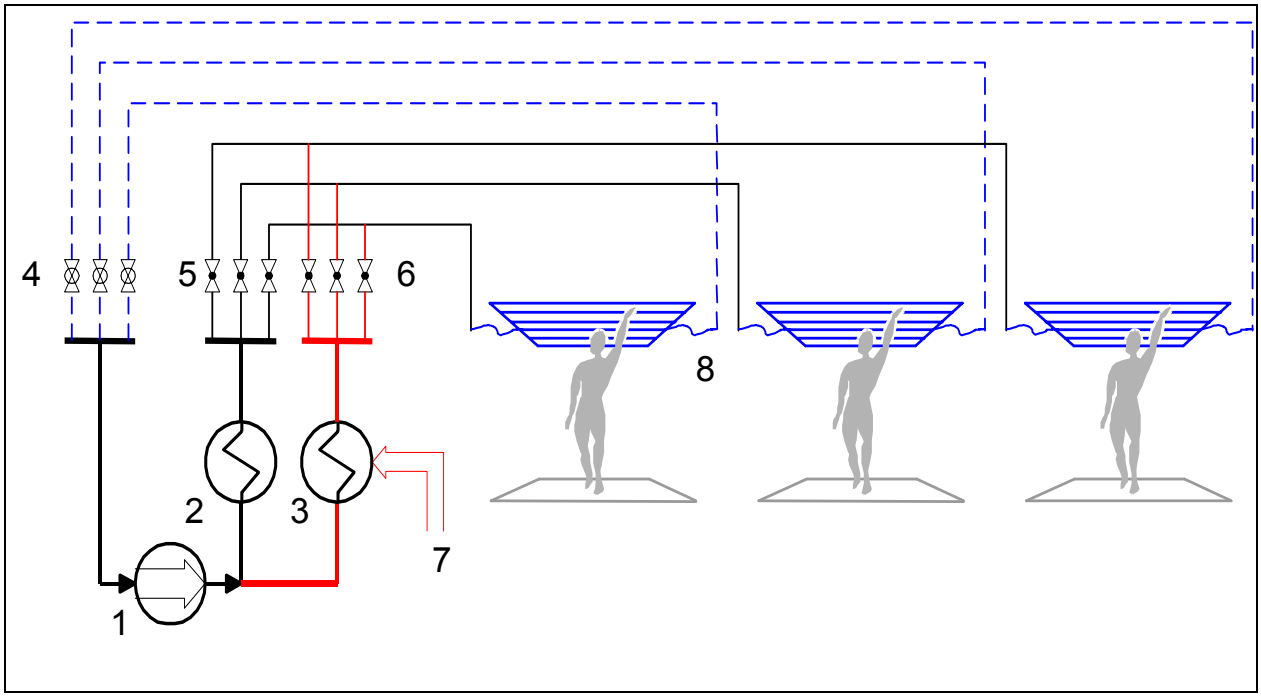


Figure 3 - Modèle Kara avec les différentes connexions



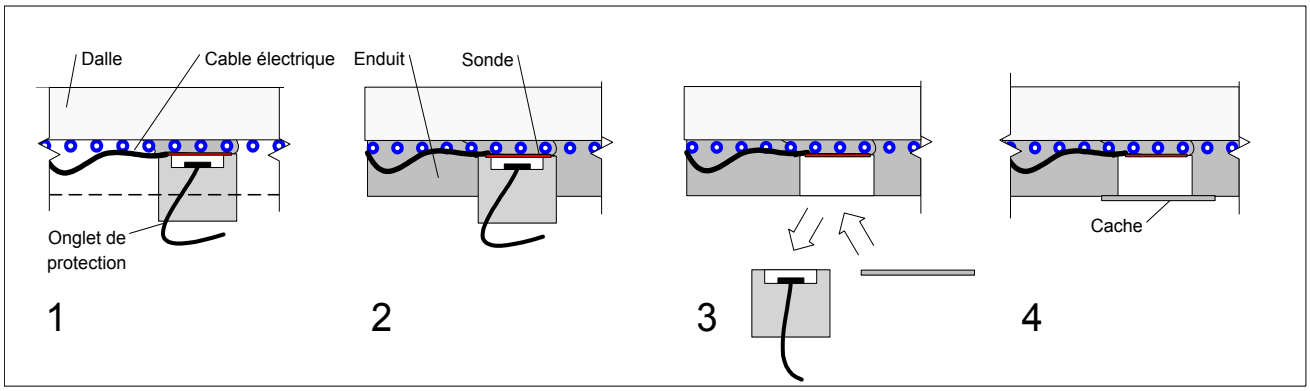
1 = Pompe, 2 = échangeur de chaleur, 3 = raccordement eau chaude/froide, 4 = robinets thermostatiques, 5 = vanne de réglage, 8 = flexible

Figure 4 - Plafond KaRo avec station d'étage dans le système 2 tubes



1 = Pompe, 2 = échangeur froid, 3 = échangeur chaud, 4 = robinet sphérique et thermomètre, 5 = vanne de régulation froid, 6= vanne de régulation chaud, 7 = raccordement eau chaude, 8 = compensateur flexible.

Figure 5 - Schéma d'une sous-station dans le cas d'une distribution 3 tubes.



Montage dans l'enduit de plâtre de la sonde

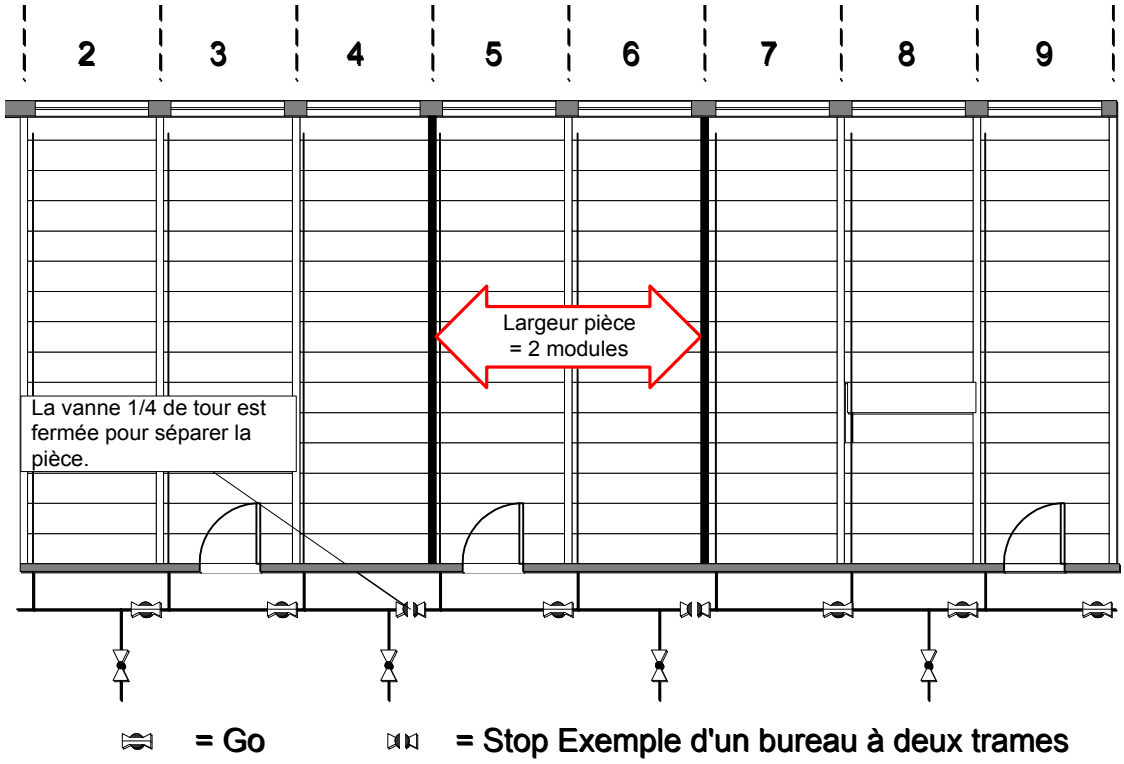
La sonde est collée sur la dalle entre les capillaires d'alimentation. Le câble de raccordement électrique est tiré jusqu'au thermostat. La sonde est livrée avec un câble de 10 mètres qui peut être prolongé jusqu'à 50 mètres sans perturber le fonctionnement de la sonde.

La sonde est protégée par un capot de protection en mousse pendant la projection de l'enduit. La surface active de la sonde est protégée par un onglet autocollant. Après séchage cette protection est remplacée par un cache

Montage :

1. Coller la sonde près du tube d'alimentation au niveau du capillaire. Elle est fixée soit avec de l'enduit plâtre, soit avec une colle silicone.
2. Le câble de raccordement est fixé dans le plafond et raccordé au thermostat.
3. Après l'enduit, le capot de protection en mousse est enlevé avec l'onglet autocollant.
4. Un cache est ensuite collé pour couvrir d'une manière esthétique l'ouverture d'accès à la sonde.

Figure 6 - Sonde de point de rosée pour enduit plâtre



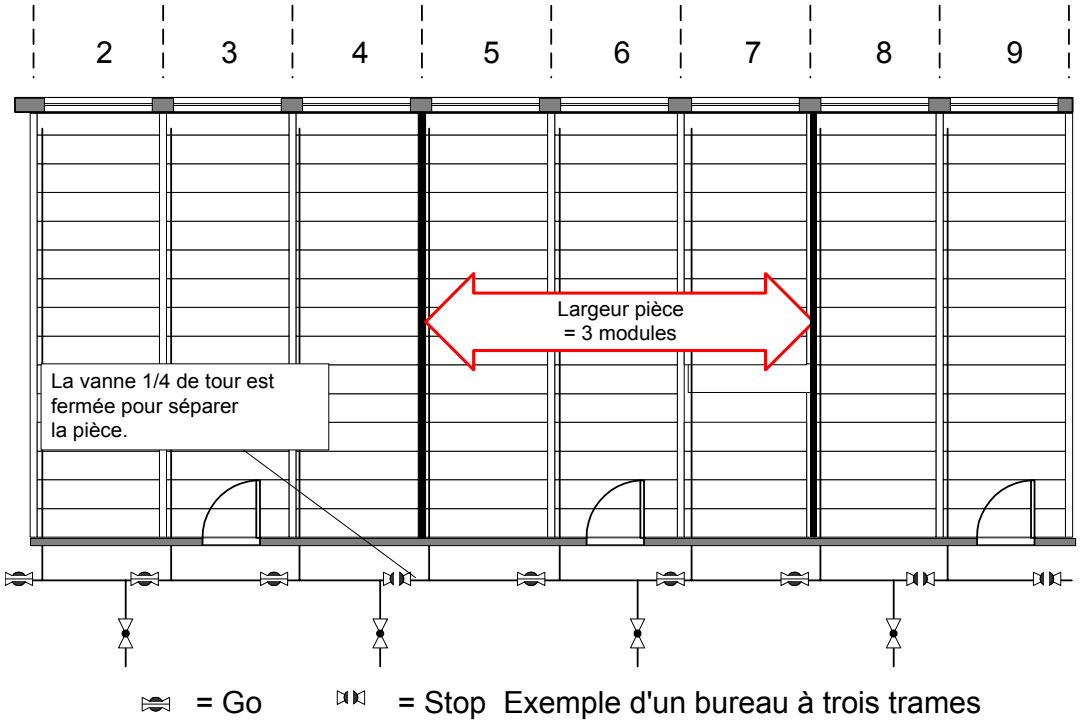


Figure 7 - Exemple de répartition 2 ou 3 modules