

BUREAUX	EQUIPEMENTS SPORTIFS	LOCAUX D'ENSEIGNEMENT	RESIDENTIEL	SANTE	AUTRES
CHAUFFAGE	RAFRAÎCHISSEMENT	CLIMATISATION	ECS	ELECTRICITE	
GENERATION	DISTRIBUTION	EMISSION	REGULATION		
FAISABILITE	PROGRAMMATION	CONCEPTION	REALISATION	EXPLOITATION	
CONSTRUCTION NEUVE		BATIMENT EXISTANT		REHABILITATION	

PREAMBULE

Les planchers chauffants basse température sont diffusés en France depuis la fin des années 70.

A l'initiative de certains fabricants, tels que Velta et Multibéton, et à la demande des utilisateurs de maisons individuelles, la réversibilité des planchers chauffants a progressivement pris une place de plus en plus importante, en alternative avec la "climatisation".

Etat de l'art :

Depuis les années 90, les fabricants ont diffusé des recommandations ainsi que des logiciels de dimensionnement des planchers réversibles.

En marge de la RT 2000, puis de la RT 2005, les concepteurs de logiciels réglementaires ont intégré des modules de calcul de planchers réversibles, conférant une légitimité renforcée à cette technique.

En 1999, le CSTB a comblé provisoirement un vide juridique en diffusant un CPT 3164 "Cahier des Prescriptions Techniques sur la conception et la mise en œuvre des planchers chauffants réversibles à eau basse température" qui reprend les bonnes pratiques mises au point par les professionnels.

Depuis le début des années 2000, la diffusion du bois et autres fibres végétales dans le bâtiment amène une nouvelle dimension à la problématique du plancher réversible, avec côté "risques", les possibilités de condensation de la vapeur d'eau, et côté "confort" la régulation de l'humidité ambiante grâce à l'hygroscopie des matériaux naturels.

Notre message est celui d'un praticien qui a réalisé de nombreux planchers réversibles depuis 30 ans. Aucun n'a fait l'objet d'un sinistre.

Cet article se veut "ouvert", les réactions et retours d'expérience des uns et des autres sont vivement souhaités. A moyen terme, on peut espérer influencer intelligemment la révision du DTU 65.14 prévue dans le cadre du Grenelle 2¹ et y incorporer la notion de réversibilité qui lui fait défaut aujourd'hui, en prolongeant l'action déjà entamée par les professionnels à travers la marque de qualité CERTITHERM.

¹ Convention sur la mise en œuvre du programme d'accompagnement des professionnels du bâtiment "Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012" - Actions 3 et 4.

SOMMAIRE

1	Objectifs et destinataires du document	3
2	Présentation du système de plancher chauffant rafraichissant dit « plancher réversible » et état de l'art :	3
2.1	Aspect réglementaire	3
2.2	Composition des différentes configurations de plancher chauffant : coupes schématiques,	3
2.3	Isolation thermique en sous face des planchers chauffants ou réversibles	5
3	Comparatif entre les exigences relatives à un plancher chauffant et un plancher réversible	7
4	Retour d'expérience sur les planchers réversibles	10
4.1	Difficulté à évacuer l'eau résiduelle de lavage des sols en été	10
4.2	Régulation et condensations exceptionnelles	10
4.3	Confort ou Inconfort dans les locaux à forte occupation?	10
4.4	Chapes anhydrites ou chapes fluides :	10
4.5	Retours d'expérience sur la Régulation des planchers réversibles:	11
4.6	Embouage des circuits:	11
5	Planchers bois et planchers réversibles : Quelle compatibilité?	12
6	Les performances attendues des planchers réversibles	17
7	Critères de dimensionnement d'un plancher réversible	18
8	Bibliographie et textes de références utilisés pour établir la fiche	19
	ANNEXE : Divers niveaux d'isolation thermique des parois selon divers référentiels	21



1 Objectifs et destinataires du document

Préambule : plancher chauffant et plancher réversible

Le plancher "réversible" est d'abord un plancher chauffant. A ce titre, toutes les exigences réglementaires et techniques qui s'appliquent au plancher chauffant s'appliquent aussi au plancher réversible.

La présente fiche ne revient pas sur les DTU et autres textes normatifs propres au plancher chauffant, qu'il convient de bien maîtriser pour concevoir et réaliser correctement un plancher réversible. Il s'attachera plutôt à préciser les particularités à prendre en compte pour faire en sorte qu'un bon plancher chauffant devienne un bon plancher réversible.

Ce document constitue :

- une Aide à la décision pour la maîtrise d'ouvrage: avantages/inconvénients, limites d'utilisation
- une Aide à la conception pour la maîtrise d'œuvre : pré-dimensionnement, principes fonctionnels pour garantir l'efficacité du système
- ponctuellement une Aide à la mise en œuvre par quelques conseils aux installateurs
- et tout aussi ponctuellement une Aide à la conduite, à l'exploitation et au suivi pour les utilisateurs et gestionnaires.

2 Présentation du système de plancher chauffant rafraichissant dit « plancher réversible » et état de l'art :

2.1 Aspect réglementaire

- a. Le DTU 65.14 concerne les locaux à "faibles sollicitations mécaniques", à l'exclusion des planchers à sollicitations modérées, des locaux à fortes sollicitations, et des locaux avec siphons de sol (selon NF P 61-202 ou DTU 52.1. Pour mémoire :
 - i. Faibles sollicitations = locaux P2 ou P3 du classement UPEC (locaux d'habitation, bureaux, salles de classe, etc.)
 - ii. Sollicitations modérées = locaux P4 du classement UPEC (galeries commerciales, etc.)
 - iii. Fortes sollicitations = locaux P4S du classement UPEC (super et hypermarchés, cuisines collectives, etc.)
- b. N'est concernée dans cette étude que la France métropolitaine
- c. Le DTU 65.14 ne concerne pas les planchers réversibles. Ceux-ci sont décrits par le Cahier des Prescriptions Techniques (CPT) 3614 de 1999. A signaler que certains contrôleurs techniques ne reconnaissent pas le CPT 3614, et que l'ensemble des bureaux de contrôle ne s'engage pas sur des planchers réversibles sur plancher bois.

2.2 Composition des différentes configurations de plancher chauffant : coupes schématiques, ...

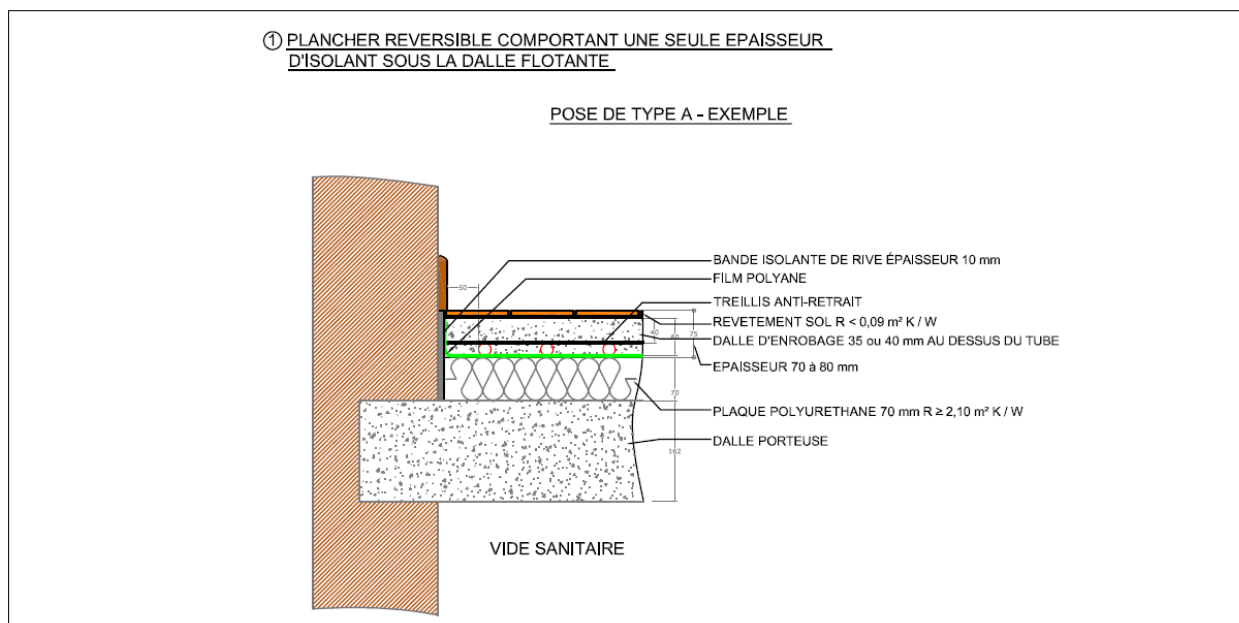
- d. Ne sont concernés par le DTU 65.14 que les planchers chauffants de **type A** (tubes chauffants totalement ou partiellement noyés dans la dalle flottante) ou de **type C** (tubes chauffants placés dans une dalle flottante au-dessus de laquelle est coulée une deuxième dalle séparée de la première par une couche de désolidarisation)
- e. Les planches de type B (tubes chauffants noyés dans l'isolant) ne sont pas concernés par le DTU 65.14, pas plus que par le CPT 3614.

- f. Pose de Type A : béton d'enrobage de 35 mm avec isolant SC1 ou 40 mm avec isolant SC2, ou chape fluide sous Atec, Isolant SC1 a/b ou SC2a. La pose de type A convient bien aux revêtements de sol collés ou flottants.

Les épaisseurs requises permettent généralement de respecter l'épaisseur totale d'inertie à ne pas dépasser en plancher réversible (7 à 8 cm).

A noter que les chapes "liquides" ont une meilleure conductibilité que les dalles classiques et qu'elles autorisent des épaisseurs d'enrobage réduites.

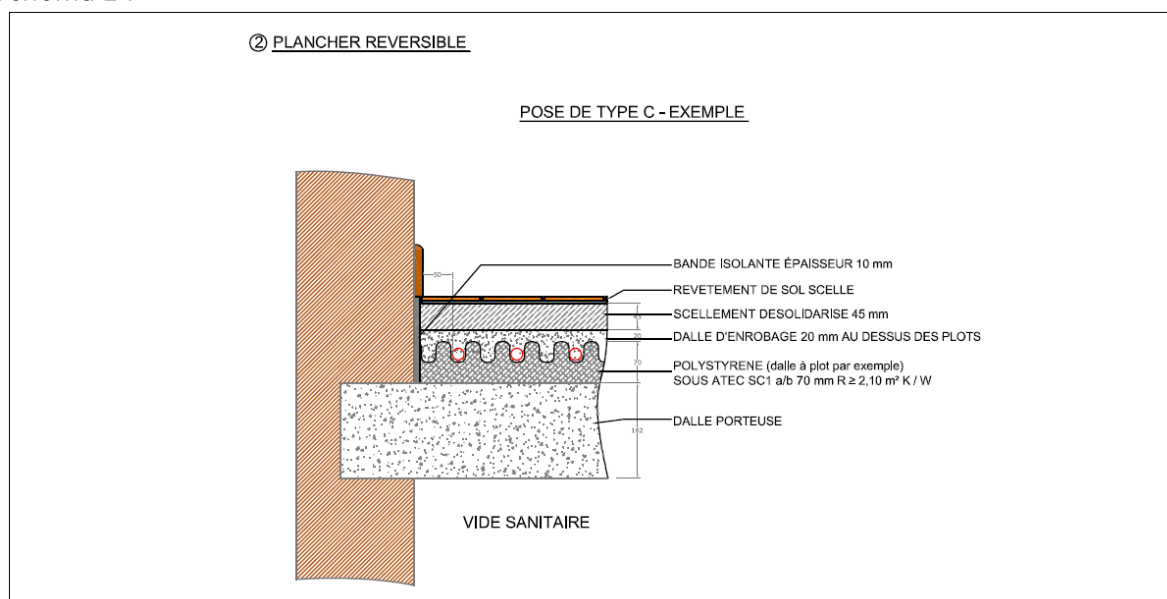
Schéma 1 :



- g. Pose de type C : Dalle de scellement désolidarisée de 45 mm, béton d'enrobage de 20 mm au-dessus des plots ou des tubes chauffants, isolant SC1 a/b. La pose de type C convient bien aux revêtements de sol scellés.

Les épaisseurs requises ne permettent généralement pas de respecter l'épaisseur totale d'inertie à ne pas dépasser en plancher réversible (7 à 8 cm).

Schéma 2 :



2.3 Isolation thermique en sous face des planchers chauffants ou réversibles

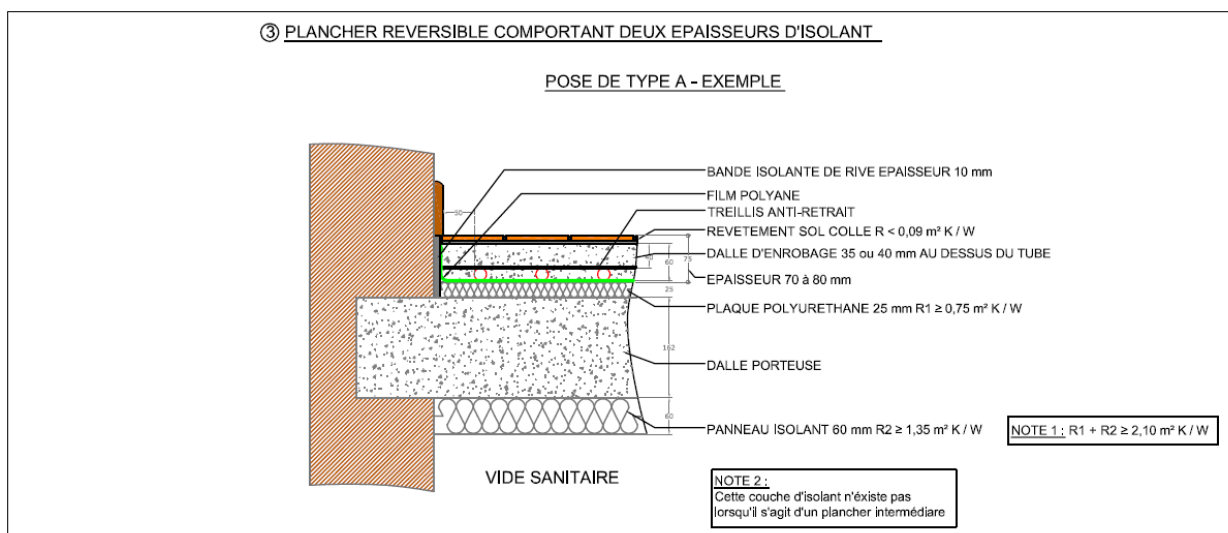
2.3.1 Réflexion sur la position de l'isolation thermique

Soit on fixe une exigence sur la résistance thermique globale du plancher, c'est ce qu'exprime le DTU 65.14 en s'appuyant sur la RT 2005,

Soit l'exigence porte sur la couche d'isolant support de la dalle flottante, c'est ce qu'on trouve dans le Cahier des Prescriptions Techniques Planchers Réversibles 3614.

Pour un plancher chauffant (non réversible), on peut considérer que la position de l'isolant a peu d'importance : une seule couche sous la dalle flottante ou bien deux couches, l'une sous la dalle flottante, l'autre sous le porteur produiront le même bilan thermique en régime continu.

Schéma 3 :



Pour un plancher réversible, où le risque est celui de la condensation, la répartition de l'isolant en deux couches (en dessous et au-dessus du porteur) conduit à refroidir la dalle porteuse en été et la maintenir au chaud en hiver. Quelles conséquences ?

- Stabilité structurelle : la dalle porteuse se dilate peu, la structure reste protégée des grandes variations dimensionnelles, comme c'est le cas général de l'isolation par l'extérieur.
- Risque potentiel de condensation l'été dans la dalle porteuse.

Ce risque devient réalité si l'humidité extérieure est forte et si l'isolant sous la dalle porteuse est perméable à la vapeur d'eau.

Exemple :

Cas d'un vide sanitaire à 30°C et une humidité relative de 70%. Cet air contient 19g de vapeur d'eau par kg.

Il condense à 24°C, ce qui peut survenir sous une dalle flottante à 20°C.

En fait ces conditions sont exceptionnelles si l'on respecte le CPT 3614.

La question mérite d'être approfondie si la dalle porteuse est en bois ou tout autre matériau qui risque de s'altérer lors d'un contact durable avec l'eau.

Dans ce cas, une simulation des risques de condensation doit être menée.

2.3.2. Réflexion sur la valeur de l'isolation thermique d'un plancher chauffant ou réversible

Selon le DTU 65.14 et le guide Cochebat d'application du DTU, pour un niveau déjà isolé selon la RT 2005 ou pour un plancher intermédiaire entre deux niveaux chauffés, la valeur minimale de la résistance thermique d'isolation continue sous la dalle chauffante est :

$$R \geq 0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

Cette valeur n'a pas évolué depuis 1999. On l'obtient avec 3 cm d'un isolant d'aujourd'hui.

> Pour un plancher sur terre-plein :

$$R \geq 1,70 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

> Pour un plancher sur terre-plein isolé en périphérie :

$$R \geq 1,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

> Pour un plancher sur sous-sol, sur cave, sur vide sanitaire ou sur local non chauffé :

$$R \geq 2,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

> Pour un plancher sur extérieur ou garage collectif (selon Annexe C du DTU 65.14, paru en septembre 2006) :

$$R \geq 2,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

Nota :

Ces valeurs prennent en compte la mise à jour issue des valeurs "garde-fou" de la RT 2005 (voir tableau en Annexe A) ; ces valeurs sont plus contraignantes que celles figurant dans l'annexe C.2 du DTU 65.14 paru quelques mois plus tôt que la "RT 2005".

Ces valeurs seront à actualiser avec la parution de la RT 2012.

Les valeurs des exigences thermiques de l'isolant support de la dalle flottante figurant dans le CPT Plancher Réversible datent de 1999. Elles sont obsolètes, sauf pour les planchers intermédiaires ($R \geq 0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) qui restent inchangées.

3 Comparatif entre les exigences relatives à un plancher chauffant et un plancher réversible

	Plancher chauffant	réf. Réglementaire	Plancher réversible		réf. Réglementaire
Températures limites du fluide caloporteur	la température de départ doit être inférieure à 50°C	DTU 65.14	la température de départ doit être supérieure à une limite variable selon la zone géographique - Zone côtière de 30 km de largeur au Nord de l'embouchure de la Loire - Zone côtière de 50 km de largeur entre le Nord de l'embouchure de Garonne et le Sud de l'embouchure de la Loire - Zone côtière de 30 km de largeur au Sud de l'embouchure de la Garonne - Zone côtière méditerranéenne de 50 km de largeur - Zone intérieure	19°C 20°C 21°C 22°C 18°C	CPT 3614
Dispositif de sécurité indépendant de la régulation fonctionnant même en l'absence de courant ou de fluide moteur: coupure impérative de l'alimentation des panneaux	pour que la température maximale autour des éléments chauffants dans la dalle ne dépasse pas 55°C. Pratique professionnelle: thermostat limiteur réarmable manuellement réglé à 65°C sur le départ de fluide caloporteur	DTU 65.14 et NF EN 1264-4	coupure si le fluide descend à	12°C	CPT 3614
Température de surface du sol	Dans les conditions de base, la température de surface des sols finis ne doit pas dépasser 28 °C en aucun point. Nota: cette valeur est de 29°C ds les règles européennes	DTU 65.14	Pas d'exigence réglementaire, mais une contrainte forte: éviter les condensations Solution: dispositif contrôlant le point de rosée de l'air, action sur la température du fluide caloporteur		



	Plancher chauffant	réf. Réglementaire	Plancher réversible	réf. Réglementaire
Résistance thermique maximale des revêtements de sol, y compris la couche d'enrobage et une éventuelle sous-couche acoustique	0,15 m ² .K/ W	DTU 65.14	0,13 m ² .K/ W , dont 0.09 pour les revêtements de sol et 0.04 pour la dalle d'enrobage	CPT 3614 § 4.2.3
Inertie thermique de la dalle d'enrobage augmentée de celle du revêtement de sol	L'inertie contribue au confort mais réduit l'intérêt d'une régulation par pièce		Pour limiter l'inertie, la masse surfacique comptée au-dessus de l'isolant est limitée à 160 kg/m ² , soit une épaisseur maximale comprise entre 7 et 8 cm	CPT 3614 § 4.2.2
Nature des isolants assurant la désolidarisation de la dalle flottante	Tous les isolants sont admis (**). Leur résistance mécanique (à l'écrasement) doit les classer en soit SC1, utilisable en secteur tertiaire et résidentiel soit SC2, utilisable en secteur résidentiel		Seuls les isolants thermiques à base de matières plastiques alvéolaires sont autorisés: (*) - Polystyrène expansé ou extrudé - mousse de polyuréthane	CPT 3614
Calorifugeages des réseaux apparents	souhaitable , en particulier sur les collecteurs situés dans des placards		Obligatoire pour éviter les condensations sur les tuyauteries	
Résistance thermique autour ou sur les raccordements des boucles aux collecteurs	nécessaire si t °C de sol risque de dépasser 28°C	Cf. photo	Obligatoire pour éviter les condensations sur le sol	Cf. photo

(*) Les chapes anhydrites, sous avis techniques, permettent de réduire l'enrobage à 30 mmm et donc de limiter l'inertie du système.

(**)

La résistance mécanique (à l'écrasement) des isolants définit les classes de compressibilité

SC1 : permet la pose directe de sol scellé et de tous types de chapes et dalles flottantes

SC2 : permet la pose de tous types de chapes et dalles flottantes.

Ces classes de compressibilité sont complétées par des charges d'exploitation admissibles dans le local :

a : 500 kg/m² (tertiaire et résidentiel)

b : 200 kg/m² (résidentiel)

ainsi que par un indice compris de 1 à 4 caractérisant la réduction d'épaisseur de l'isolant au bout de 10 ans (la somme des indices des isolants superposés ne doit pas dépasser 4)

La présence ou non d'un indice "A" garant d'un niveau de performance acoustique aux bruits de chocs, et d'un indice Ch attestant qu'il s'agit d'une sous-couche isolante adaptée aux planchers chauffants.



Réduction locale d'émission



Calorifuge anti condensation



4 Retour d'expérience sur les planchers réversibles

4.1 Difficulté à évacuer l'eau résiduelle de lavage des sols en été

Des utilisateurs ont en effet constaté qu'un sol à 20 ou 22°C reste durablement mouillé après lavage ou après condensations superficielles exceptionnelles; il doit donc être épongé, sinon son séchage peut être très long, durée pendant laquelle il est glissant.

4.2 Régulation et condensations exceptionnelles

Lorsque la production de froid génère de l'eau à basse température (classiquement 7°C), on peut être confronté occasionnellement à des condensations superficielles. Les causes observées sur le terrain sont multiples :

- Réglage trop bas de la température de départ d'eau des boucles par l'exploitant (16°C constatés à Avignon, au lieu de 18°C fixé par le BE, et 20° par le CPT). Solution de bon sens : remonter la consigne de départ d'eau vers le plancher.
- Consigne de température d'ambiance du local réglée trop basse, 20° au lieu de 26°C par exemple. Lors d'une journée chaude et orageuse la température de rosée peut être atteinte au niveau du sol, particulièrement si ce mauvais réglage d'ambiance se combine avec le mauvais réglage de la température de départ d'eau.

Solutions :

- Remonter la consigne de la température d'ambiance à 25 ou 26°²
- Mettre en place un contrôleur d'humidité relative qui coupe l'alimentation du plancher, ou mieux, qui régule la température d'eau des boucles (une vanne 3 voies motorisée est alors nécessaire)

4.3 Confort ou Inconfort dans les locaux à forte occupation ?

Compte-tenu des puissances limitées de refroidissement par le sol, le plancher réversible sans appoint n'est pas adapté aux locaux à forte occupation. Par contre, il donne d'excellents résultats, sans appoint, dans les locaux à faibles apports thermiques (bureaux bien conçus), et dans les locaux à occupation variable, en association avec un traitement d'air ; comme par exemple les salles polyvalentes : ainsi, la salle polyvalente du Centre Culturel de Marignane, où la densité passe de 1 personne/10m² en utilisation "salle d'exposition" à 1 personne/m² en utilisation "réunion publique".

4.4 Chapes anhydrites ou chapes fluides :

Ces chapes fluides, auto nivelantes, peuvent être utilisées en plancher réversible, dans le respect de leur Avis Technique ou Document Technique d'Application du CSTB. Elles présentent des avantages indéniables lorsqu'on a affaire à de grandes surfaces de pose, ou/et s'il faut réduire les épaisseurs d'enrobage.

Contenant beaucoup d'eau, des précautions contre les remontées capillaires sont à prendre ; les conditions de séchage sont exigeantes avant collage des revêtements de sol : on est parfois amené à ventiler fortement les locaux fermés pour accélérer le séchage.

Le coulage de la chape doit être fait par un applicateur agréé. Au préalable, la pose des tuyauteries doit être particulièrement soignée, les reprises ultérieures étant à exclure.

Nos retours d'expérience avec ces matériaux sont globalement positifs.

² Rappel du décret 2007-363 du 19 mars 2007, art. 2 :

"Dans les locaux dans lesquels est installé un système de refroidissement, celui-ci ne doit être mis en fonctionnement que lorsque la température intérieure des locaux dépasse 26°C"



Chape liquide

4.5 Retours d'expérience sur la Régulation des planchers réversibles :

Le plancher chauffant se prête mal à la régulation par pièce. Les micros électrovannes ou mini vannes thermostatiques en tête des circuits terminaux s'embouent systématiquement au fil du temps en raison des faibles débits mis en jeu (concernant les boues, voir ci-après). On lui préférera une **régulation par façade** en fonction de la température extérieure, si possible avec un module d'anticipation comme on le faisait avec les planchers électriques.

L'action se fait sur la température du fluide caloporteur selon une "loi d'eau" générée par une **vanne 3 voies motorisée**, le débit restant constant.

Le cas du plancher rafraîchissant est semblable mais il se complexifie par la nécessité d'éviter les condensations sur et dans la dalle émettrice. Voir les solutions dans le chapitre 3 paragraphe "température du sol". Toutefois, dans le cas d'une occupation de faible densité (résidentiel et bureaux en particulier), l'action peut se limiter à suspendre temporairement le renouvellement d'air lorsque l'essentiel des apports d'humidité provient de l'air extérieur (jour d'orage).

Un dispositif efficace de **basculement été/hiver** sur la régulation et sur l'alimentation hydraulique de l'installation est à prévoir (le "change over" des installations de chauffage/climatisation) sans perte des réglages optimisés. L'automatisation totale de ce basculement est souvent souhaitée. Le contrôle visuel d'un exploitant compétent et formé reste nécessaire, ne serait-ce que pour vérifier que la chaudière n'envoie pas de l'eau chaude dans le circuit de rafraîchissement.

4.6 Embouage des circuits:

Les boues sont produites par l'oxygène qui traverse les tuyauteries synthétiques de polyéthylène ou polypropylène utilisées pour l'essentiel des planchers chauffants ou réversibles.



Elles colmatent les circuits les moins irrigués, les étranglements tels que pistons des vannes de régulation, etc. La production de boues augmente avec la température du fluide caloporteur. Le fonctionnement du plancher en rafraîchissement n'augmente donc pas ce risque. Le remède préventif concerne les tuyauteries qu'on choisira avec écran "anti oxygène". A compléter par le traitement du fluide par un inhibiteur de corrosion.

5 Planchers bois et planchers réversibles : Quelle compatibilité ?

Préambule :

Depuis quelques années, le bois et autres fibres végétales se retrouvent de plus en plus dans les constructions neuves, participant à la structure porteuse et/ou à l'isolation thermique de l'enveloppe.

Ces matériaux disposant généralement d'une capacité calorifique insuffisante, il est tentant d'associer à ces bâtiments "légers" des planchers chauffants ou des planchers réversibles dont la dalle d'enrobage apportera le complément d'inertie souhaité.

Cependant, ni le DTU 65.14-Plancher chauffant, ni le CPT 3614-Plancher réversible ne s'expriment sur l'utilisation de ces matériaux pour cet usage. Au contraire même, le CPT 3614 n'autorise que les isolants à alvéoles fermées sous la dalle flottante.

Quels sont les risques nouveaux importés par la cohabitation planchers chauffants/réversibles et plancher bois et isolant de désolidarisation végétal ?

Une dalle bois, un poteau bois, un isolant en laine de bois ou en ouate de cellulose, etc., peuvent pourrir s'ils sont durablement en contact avec de l'eau.

Un isolant à base de fibres de bois moisit (développement de champignons) lorsque son taux d'humidité se maintient durablement au-dessus de 20 ou 24%.

Le plancher chauffant ne génère aucun de ces 2 risques.

Par contre, l'envoi d'eau froide dans un plancher rafraîchissant présente un risque potentiel de condensations. Ce risque est-il réductible ?

Quels sont les faits ?

L'expérience et les calculs montrent que les matériaux hygroscopiques (à forte capacité de rétention de vapeur d'eau) se comportent bien à proximité des planchers réversibles.

Le modèle informatique permet de fixer les conditions de départ de la modélisation pour les différents composants de la paroi. On choisit généralement des conditions initiales assez humides pour évaluer la capacité de la paroi à sécher. L'humidité de chaque composant de la paroi est celle du matériau en équilibre hygroscopique pour une humidité relative de l'air HR 70% à une température de 20°C.

Extrait d'une simulation dynamique effectuée sur un hébergement collectif à Nîmes :

Le plancher réversible comporte une dalle porteuse en bois qui a été exposée aux intempéries pendant le chantier. Son taux d'humidité est important.

$$\begin{aligned} \text{Taux d'humidité} &= (\text{Masse humide} - \text{Masse anhydre}) / \text{Masse anhydre} \times 100 \\ &= \text{Masse d'eau} / \text{Masse sèche} \times 100 \end{aligned}$$

Un bois vert a un taux supérieur à 30 % (on peut dépasser 100 %)

Un bois séché naturellement maintenu à l'extérieur a un taux de 17 %, qui tombe en-dessous de 15 % pour les bois situés à l'intérieur.

Un bois séché artificiellement voit son taux d'humidité situé en dessous de 10 %.



Conditions utilisées par le logiciel de simulation dynamique WUFI de Fraunhofer Institut Bauphysik-Holzkirchen – Version 5.1 disponible en français depuis 2010.

Lieu : Nîmes – Altitude 50 m

Période de référence : 1996-2005

Composition du plancher intermédiaire :

- Revêtement de sol PVC
- Dalle flottante rafraîchissante 60 mm
- Isolant minéral 30 mm
- Bois contrecollé 5 plis 125 mm constituant la dalle porteuse
- Laine minérale 40 mm, participant à l'isolation acoustique avec les 2 plaques de plâtre de 18 mm de finition.

Humidité et température initiales de l'ambiance dans laquelle se situe le plancher :

HR = 70 % et T = 20°C

Humidité relative intérieure du local au cours de l'année : 30 à 60 %

Température d'eau de rafraîchissement : 21°C, évacuant une puissance maximale de 35 W/m² de sol, de mai à septembre inclus.

Résultat des simulations :

- La teneur en eau de l'isolant minéral varie très peu, autour de 3,20 %.
La mise en place d'un pare-vapeur entre la dalle froide et l'isolant n'apporte aucune amélioration, au contraire (teneur en eau autour de 3,24 %).
Si on remplace l'isolant minéral par un polystyrène extrudé, sa teneur en eau tombe à 0,82 %.
- La teneur en eau du plancher bois diminue tout au long de la saison chaude, passant de 12,7 % en mai à 12,05 % en septembre, et à 11,2 % au bout d'une année.

Conclusions :

- Il n'y a pas de condensation dans l'isolant, ni de conditions favorables au développement de moisissures.
L'expérience confirme qu'on peut utiliser des isolants à cellules ouvertes sans risque, sous réserve de maintenir la température d'eau à des valeurs raisonnables et contrôlées.
- Il n'y a pas non plus de risques de condensation dans le plancher bois, dans ces mêmes conditions.
- Toutefois, le contexte réglementaire étant ce qu'il est, il convient aujourd'hui d'effectuer des simulations dynamiques du comportement des parois afin de rassurer les partenaires (dont les bureaux de contrôle) et de se conforter dans ses choix.

WUFI® Pro 4.2 IBP

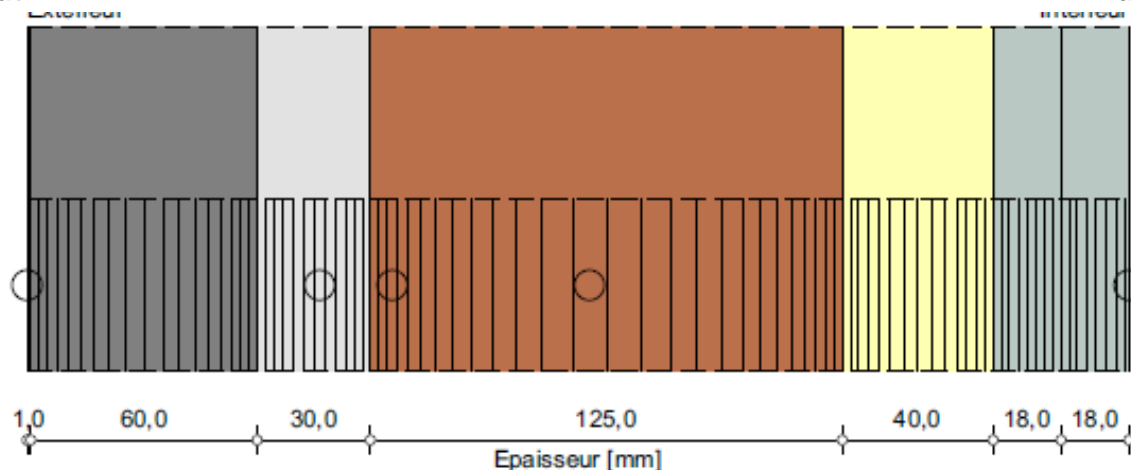


Composants de la paroi

Cas : Plancher rafraichissant Manduel

Haut

Bas



○ - positions Moniteurs

Matériaux :

- revêtement de sol
- Chape chauffante/rafraichissante
- Isolant Minéral
- Bois contrecollé 5 plis
- Laine Minérale (Cond. Th. : 0,04 W/mK)
- Plaque de plâtre
- Plaque de plâtre 18mm

Epaisseur totale: 0,29 m

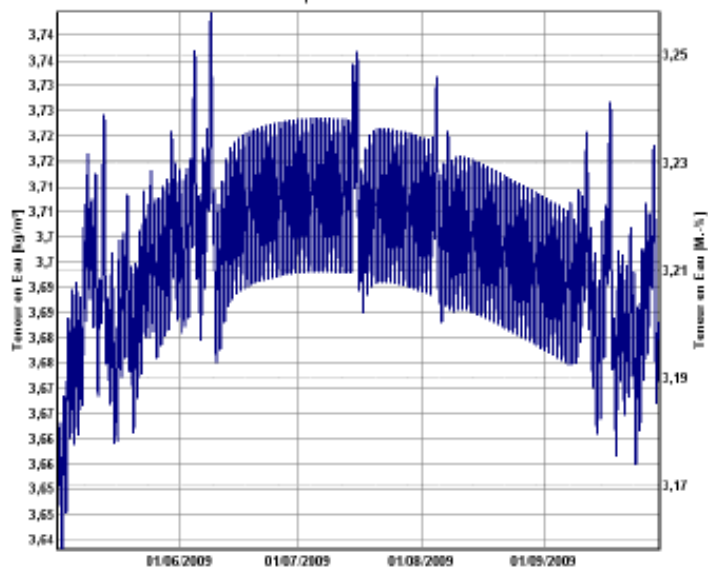
Résistance thermique R: 3,24 m²K/W

Coefficient U: 0,292 W/m²K

Gaujard technologies
Bureau d'études spécialisé dans l'enveloppe
et la structure des bâtiments en bois

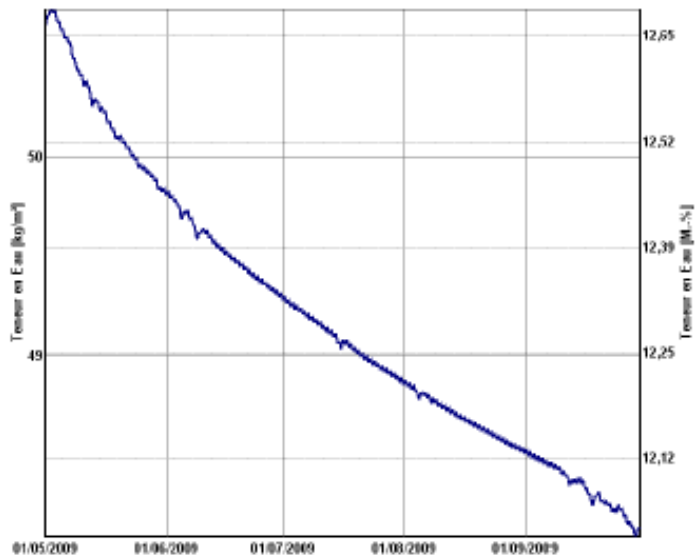
Présentation des résultats:

Teneur en eau totale de l'ensemble de la couche d'isolant minéral 30mm :



L'isolant minéral a peu de capacité de stockage d'humidité (peu d'inertie vis à vis de l'humidité). Les amplitudes journalières sont bien visibles. Amplitudes à relativiser car la variation de la teneur en eau est faible: 0,025% d'amplitude journalière et 0,06% d'amplitude sur la période de rafraîchissement.

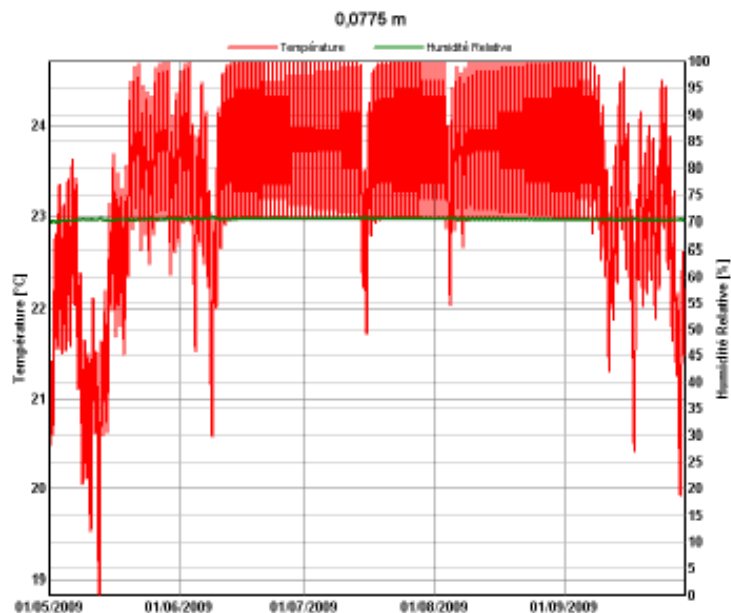
Teneur en eau dans l'ensemble du panneau 5 plis contrecollé 125mm :



Les conditions initiales choisies pour la simulation sont dans le panneau 5 plis comme pour l'ensemble des matériaux : HR70% T20°C. L'humidité dans le panneau est alors supérieure à l'humidité moyenne d'équilibre sur la période de simulation. L'humidité décroît sur la période de simulation. Une simulation avec des conditions de départ **62% HR** donne une courbe plus plate correspondant à l'équilibre moyen de cette couche. Soit une humidité de bois de 11,2% (valeur sèche).

Gaujard technologies
Bureau d'études spécialisé dans l'enveloppe
et la structure des bâtiments en bois

Capteurs Humidité et température dans l'isolant minéral 30mm :



Les variations d'humidité relative varient très peu : moins de 1% de variation d'amplitude sur la période de simulation et 0,3% d'amplitude journalière.

Capteurs Humidité et température dans le panneau 5 plis contrecollé 125mm :



L'humidité relative décroît sur la période de simulation. Conséquence d'une condition de départ de la simulation, supérieure à l'humidité moyenne d'équilibre.

6 Les performances attendues des planchers réversibles

La puissance d'émission d'un plancher dépend :

- de la température de surface du plancher (c'est l'émetteur)
- de la température d'ambiance de la pièce (moyenne entre la température de l'air et des températures des parois)
- du sens du flux (ascendant ou descendant)
L'échange thermique entre l'émetteur et la pièce est principalement radiatif et secondairement convectif.
- Le coefficient d'échange superficiel pour un flux de chaleur ascendant (cas du chauffage par le sol) est de l'ordre de 11 W / m².K
- Ce coefficient tombe à environ 6 à 7 W / m².K pour un sol rafraîchissant (l'air chaud descend difficilement au sol)

Puissances constatées :

CHAUFFAGE

Température de la surface de la dalle émettrice	Température d'ambiance	Puissance en W / m ²
24°	20°	44
26°	20°	66
28°	19°	99
28°	20°	88
28°	21°	77

Ces puissances sont largement suffisantes pour chauffer des locaux isolés selon les réglementations thermiques successives, depuis la Rt88.

RAFRAICHISSEMENT

Température de la surface de la dalle émettrice	Température d'ambiance	Puissance en W / m ²
24°	26 ou 27	14 ou 21
22°	26 ou 27	28 ou 35
20°	26 ou 27	42 ou 49

Ces puissances sont plus modestes. Elles nécessitent de limiter au maximum les besoins de rafraîchissement ce qui va bien dans le sens de la RT 2005 et 2012.

Le plancher réversible est donc un système très asymétrique, plus puissant en chauffage qu'en rafraîchissement.

7 Critères de dimensionnement d'un plancher réversible

- Dans le cas général, on cherche à couvrir la totalité des besoins de chauffage par le plancher chauffant. On effectue donc les calculs de dimensionnement selon les besoins et les conditions hivernales. On obtient alors l'été les puissances de rafraîchissement qui résultent des choix d'hiver (« pas » = écartement des tubes et débit de fluide), quitte si nécessaire à augmenter le débit du fluide caloporteur pour renforcer légèrement la puissance d'été.
- Soit on décide d'établir l'optimisation du plancher pour couvrir les besoins de rafraîchissement d'été, ce qui conduit souvent à resserrer le « pas » des tubes, en passant d'un « pas » de 30cm à un « pas » de 20 cm par exemple. L'optimisation d'hiver s'obtient alors par un abaissement de la température d'eau de chauffage, distribuée à 35°C au lieu de 40°C par exemple ; ce qui va dans le sens d'une amélioration du confort des usagers mais aussi d'un renchérissement des coûts de tuyauteries.
- Autre critère de dimensionnement : les limites physiques imposées au Plancher réversible
 - o La condensation de la vapeur d'eau : on doit éviter d'atteindre la température de rosée de l'air en contact avec le sol, en particulier dans les zones peu ou pas ventilées (angles, sous le mobilier, etc.)
 - o Le faible écart entre la température d'ambiance recherchée (26 voir 25°C par exemple) et la température du sol contrainte par la température minimale de départ de l'eau (22°C par exemple, sur la bande côtière méditerranéenne, pour éviter les condensations selon le CPT 3164).
- Méthodes de dimensionnement
 - o La méthode française établie par R. Cadiergues et Pierre Fridmann. Méthode analytique, valable pour le chaud et pour le froid, validée par l'expérimentation. (ref. 13)
 - o La méthode de calcul européenne : norme européenne NF : 1264-1 à 4.
 - o Concrètement une procédure itérative est toujours nécessaire pour optimiser les choix
 - du « pas » des tubes (en pratique de 10 à 30 ou 40 cm)
 - de la température de départ d'eau de l'installation
 - du débit d'eau dans chaque circuit terminal
 - et de la perte de charges dans le circuit le plus défavorisé
- Au-delà des règles communes : le Document Technique d'Application (DTA) validé par le CSTB, exemple :
 - o Au-delà des DTU et CPT, l'évolution technique est contrôlée par un document spécifique (DTA).
 - o Exemple d'une chape fluide : Agilia Sols A, distribué par Lafarge Bétons, PV CSTB SM01 – 0007, DTA 12/09 – 1553
 - Conductibilité renforcée du matériau d'enrobage : 2,5 W/m.K au lieu de 1,2 pour un enrobage traditionnel ; autorise une épaisseur d'enrobage réduite
 - Nécessite un joint de fractionnement tous les 300 m², au lieu de tous les 40 m²
 - La chape fluide ne nécessite généralement pas de cadre anti-retrait ; doit cependant être « fibrée » sur un support bois ;



- Sécurité réglée à 16°C au départ d'eau froide en usage « plancher refroidissant (au lieu de 12°C dans le cas général).
- De plus, la réalisation de planchers réversibles (réalisés conformément au Cahier des Prescriptions Techniques d'Exécution « Planchers réversibles à eau basse température » Cahier du CSTB 3164, octobre 1999) est possible sous réserve de mettre en place une sécurité réglée à 16°C au niveau du départ de l'eau de l'installation.

8 Bibliographie et textes de références utilisés pour établir la fiche

1/ CPT sur la conception planchers réversibles à eau basse température approuvé le 6 novembre 1998 – il est toujours en vigueur aujourd'hui (2011), même si certaines prescriptions quantifiées (isolation sous dalle flottante) sont dépassées par l'évolution permanente de la Réglementation thermique - et publié dans le cahier du CSTB 3164 d'octobre 1999.

2/ DTU 65.14 : plancher chauffant à eau chaude (NF P 52-303-1), qui remplace les DTU 65.6 et 65.8

NF DTU 65.14 P1 / P 52-307-1 du 20 juin 2006 : cahier des clauses techniques dalles désolidarisées isolées

NF DTU 65.14 P2 / P 52-307-2 du 20 septembre 2006 : cahier des clauses techniques - autres dalles que les dalles désolidarisées isolées

NF DTU 65.14 P3 / P 52-307-3 du 20 juin 2006 : cahier des clauses spéciales - dalles désolidarisées isolées et autres dalles

Nota : NF DTU 65.14 P1 est basé sur la norme NF EN 1264-4 : il ne traite pas des planchers réversibles.

2bis/ Norme européenne homologuée NF EN 1264

1264-1

1264-2

1264-3

1264-4

3/ DTU 52.1 : revêtement de sols scellés (NF P 61-202-1)

3bis/ DTU 53-2 : revêtements de sols plastiques collés

4/ DTU 26.2/52.1 : mise en œuvre de sous-couches isolantes sous chape ou dalle flottante et sous carrelage (NF P 61-203)

5/ DTU 26.2 : chapes et dalles à base de liants hydrauliques (NF P 14-201-1)

6/ CPT pose collée, sols P3 travaux neufs (e-Cahiers du CSTB / Cahier 3267-V3).

7/ Calepin de chantier : « revêtements de sols scellés »

8/ Arrêté Interministériel du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments.



Article 35 alinéa 2 : les planchers chauffants doivent être conçus et installés de façon que, dans les conditions de base, la température au contact des sols finis ne puisse dépasser 28°C en aucun point.

9/ DTU 67-1 : isolation thermique des circuits hydrauliques

10/ NFC-15-100 : installations électriques à basse tension

11/ Cahier CSTB 3267 – Groupe spécialisé n°13

Revêtements de sols intérieurs et extérieurs en carreaux céramiques ou analogues collés au moyen de mortiers colles.

Cahier des prescriptions techniques – octobre 2000. Annule et remplace notamment les cahiers du CSTB 2234 d'avril 1988 et 2478 de mars 1999.

12/ Chapes fluides à base de sulfate de calcium.

Cahier CSTB 3578 – décembre 2006 – document édité par la Commission chargée de formuler des Avis Techniques, groupe spécialisé n°120, approuvé le 12 octobre 2006.

13/ Plancher chauffant et rafraîchissant : Réglementation, dimensionnement, mise en œuvre, réglage, de Pierre Fridmann, aux Editions Parisiennes (EDIPA) – Novembre 2008.

. Organisme syndical

- COCHEBAT

Syndicat National des fabricants de composants et de systèmes intégrés de chauffage, rafraîchissement et sanitaires

11 bis rue de Milan 75000 PARIS

Mail : contact@syplast.org

. Marque de qualité

Marque de qualité « CERTITHERM » :

Lancée à l'initiative de COCHEBAT, cette marque vise à garantir les performances annoncées des planchers chauffants et rafraîchissants basse température (PCRBT) en vue de la Rt2012.

Elle concerne toutes les entreprises systémiques spécialisées désireuses de faire valider les niveaux d'émission, d'absorption, et de pertes au dos selon la norme NF EN 1264.

Date de naissance de la marque CERTITHERM : juillet 2011

Premiers systèmes validés : fin de l'année 2011.

Dossier réalisé par Denis JACOB, BE SOL.A.I.R

Avec le soutien des thermiciens de SOL.A.I.R (L. Montpellaz, M. Farasse, M. Duluc, G. Maitre), du secrétariat de SOL.A.I.R (V. Godin et C. Mauget), et l'aimable participation du BE Gaujard Technologie Scop (H. Fèvre)

Contact : Mathieu FARASSE, SOL.A.I.R
mathieu.farasse@solair-aix.fr



ANNEXE : Divers niveaux d'isolation thermique des parois selon divers référentiels

désignation	RT 2005 Uréf		RT 2005 Umax		RT existant		Certificats d'économie d'énergie CEE en secteur résidentiel existant
	H1 / H2 / H3 > 800m	H3			Résistances thermiques totales de la paroi minimales (m ² .K / W)		
a1 parois verticales opaques	0,36	0,40	contact avec l'extérieur ou le sol 0,45	contact avec un LNC 0,45/b	contact avec l'extérieur 2,3 (U=0,435)	contact avec LNC 2,0 (U=0,50)	BAR-EN-02 Isolation des murs existants par doublage isolant R ≥ 2,8 m ² .K / W
a2 planchers hauts autres que a3	0,20	0,25	0,28		rampants de toiture < 60° 4,0 (U=0,25)		
a3 planchers hauts en béton, maçonnerie et tôle métalliques des bâtiments non résidentiels	0,27	0,27	Plancher haut béton ou maçonnerie et toitures métalliques étanchées 0,34	toitures métalliques 0,41	Toitures terrasses 2,5 (U=0,40)	planchers de combles perdus 4,5 (U=0,22)	BAR-EN-03 Isolation d'un plancher existant par un doublage isolant R ≥ 2,4 m ² .K / W sur/sous plancher
a4 planchers bas	0,27	0,36	Plancher bas sur ext ou parking collectif 0,36	Plancher bas sur VS ou LNC 0,40	Plancher bas sur ext ou parking collectif 2,3 (U=0,434)	Plancher bas sur VS ou LNC 2,0 (U=0,50)	BAR-EN-03 Isolation d'un plancher existant par un doublage isolant R ≥ 2,4 m ² .K / W sur/sous plancher
a5 portes autres qu'entièrement vitrées	1,5	1,5					



a6 menuiseries sur non résidentiel	2,10	2,30	2,60 (coffres de volets roulants : 3)	menuiserie coulissante $U \leq 2,6$ autres cas $U \leq 2,3$	
a7 menuiserie sur résidentiel	1,80	2,10	2,60 (coffres de volets roulants : 3)	menuiserie coulissante $U \leq 2,6$ autres cas $U \leq 2,3$	BAR-EN-04 Fenêtre ou porte fenêtre complète $U_w \leq 1,8 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$
a8 linéaire entre plancher bas et murs	0,40	0,40			
a9 linéaire entre planchers intermédiaires et murs	0,55 pour MI 0,60	0,55 pour MI 0,60			
a 10 linéaire entre plancher haut et murs	0,50 pour MI 0,60	0,50 pour MI 0,60			