

L'usage de matériaux massifs permet de limiter la surchauffe dans les maisons solaires passives dotées de vitrages performants majoritairement orientés vers le sud. Cette chaleur est stockée le jour, puis irradiée en soirée, procurant confort et économie d'énergie. Mais encore faut-il savoir quelle quantité et quel type de masses conviennent à votre maison.

Comment utiliser la **masse thermique** dans les **maisons solaires**

Un dossier préparé par Yves Perrier,
expert-conseil en bâtiment
Tableaux et image : guidesperrier.com



Pour bien comprendre la notion de masse thermique, l'image la plus simple est celle de pierre entourant un rond de feu. La pierre demeure chaude longtemps après que le feu est éteint, car sa forte densité lui confère la capacité d'absorber beaucoup d'énergie et de l'émettre lentement par la suite. Cette propriété, appelée l'inertie thermique, crée un déphasage (décalage dans le temps) entre l'absorption de l'énergie et sa restitution. Parmi les matières à forte inertie thermique, il y a principalement la pierre, l'argile (sous forme de briques, de céramique ou de terre compactée), le béton, le verre (blocs épais) et l'eau. Les bois durs stockent deux fois moins de chaleur que la céramique. Il faut éviter de recouvrir les masses de tapis, trop isolants.

Avec la construction de maisons à haute efficacité énergétique, il devient de plus en plus nécessaire d'ajouter de la masse thermique pour réduire la surchauffe causée par le soleil. Un judicieux emploi de la masse thermique permet aussi de maximiser l'utilisation de l'énergie solaire thermique, qu'elle soit sous forme passive, c'est-à-dire qu'elle pénètre à travers des vitrages, ou active, en chauffant un capteur (panneau). Les calories solaires peuvent être emmagasinées dans les éléments de construction ou dans un réservoir énergétique spécifique d'eau, de pierres ou de béton. Le stockage solaire thermique permet aussi de réduire la puissance et donc le coût d'achat et d'opération des équipements de chauffage traditionnels. Les systèmes de chauffage plus puissants, parce qu'il démarrent et s'éteignent plus souvent, subissent des pertes d'efficacité.

Voici un tour d'horizon des usages bénéfiques de la masse thermique et aussi des erreurs à éviter.

Confort et économies d'énergie

Un plancher de béton, de pierre ou de céramique dont la température est de 20 °C est moins confortable pour les pieds nus qu'un plancher de bois de même température. Les minéraux ne se réchauffent tout simplement pas aussi rapidement au contact des pieds. Pour être vraiment confortable, un plancher de béton doit être plus chaud que l'air ambiant. Pour ce faire, il doit être exposé à une énergie radiante comme celle du

soleil, d'un feu, d'un câble chauffant ou de l'eau chaude circulant dans sa masse. Cela dit, si vous ne marchez pas pieds nus sur le plancher, un plancher de béton ou de céramique à 20 °C n'est pas inconfortable.

Pour générer des économies, la masse thermique doit permettre une utilisation moins fréquente d'un système de chauffage ou de climatisation en profitant d'une source gratuite ou à plus faible coût. C'est le cas de l'énergie solaire ou des surplus de chaleur provenant d'un chauffage au bois. Il n'y a aucune économie à faire en ajoutant de la masse thermique dans un immeuble chauffé uniquement par des convecteurs électriques; car cela ne fait que différer dans le temps l'utilisation de l'électricité sans réduire les besoins. La masse ne produit pas de chaleur. Dans un tel cas, le stockage d'énergie vise essentiellement à maintenir la résidence à une température hors gel durant quelques jours en cas de panne de courant.

Stockage d'énergie des matériaux	par volume (KJ/m ³ °C)
Eau	4 190
Verre	2 100
Pierres haute densité (marbre, granite, ardoise)	2 025
Sol humide	2 000
Béton	1 840
Pierre moyenne densité (grès, calcaire)	1 650
Céramique	1 610
Stuc de ciment	1 550
Argile sèche	1 535
Brique d'argile	1 535
Sol sec	1 250
Sable sec	1 200
Plaques de plâtre	865
Bois dur	720

Cependant, comme les pertes de chaleur d'un immeuble augmentent davantage quand l'air est plus chaud, la masse peut réduire ces pertes en stockant la surchauffe solaire, puis en permettant une utilisation moins fréquente du système de chauffage principal en soirée. Par ailleurs, dans un contexte où l'électricité coûterait plus cher durant les périodes de demande de pointe

du matin et du début de la soirée, comme c'est le cas en Europe, on pourrait chauffer la masse thermique d'un immeuble durant les périodes de moins grande demande et bénéficier ainsi d'une réduction des coûts de chauffage.

Un logiciel de conception pour contrôler la surchauffe

» «Avec la disponibilité accrue de vitrages très isolants et à haute transmission solaire, il est nécessaire d'ajouter de la masse pour pouvoir stocker les gains solaires afin d'éliminer les besoins de chauffage le jour et de les réduire durant les soirées et les nuits d'hiver. De plus, on doit disposer de thermostats programmables pour abaisser de 2 à 4 °C la température au cours de la nuit. Notre réseau développe présentement un logiciel permettant de concevoir des maisons où les gains solaires seront ainsi contrôlés efficacement. Il sera partiellement intégré dans le logiciel *HOT3000* de Ressources naturelles Canada.»

– *Andreas Athienitis, professeur de génie à l'Université Concordia et directeur scientifique du Réseau canadien de recherche sur les bâtiments solaires. www.solarbuildings.ca*

» Le logiciel *HOT3000* est conçu pour aider l'industrie de la construction canadienne à améliorer la conception de maisons à haute efficacité énergétique et à consommation nette zéro. Il sera rendu public l'automne prochain.

– www.canmetenergy.nrcan.gc.ca

Le chauffage solaire passif

Les maisons qui bénéficient d'un bon ensoleillement du côté sud peuvent souffrir d'un problème de surchauffe durant l'après-midi, même en hiver. La présence de masse thermique dans les maisons solaires passives peut diminuer cette surchauffe (sans l'éliminer complètement) et restituer la chaleur durant la soirée, et même la nuit si les masses sont importantes. Par contre, si le principe est simple, son application s'avère difficile quand on veut optimiser l'apport solaire sans créer de surchauffe importante. En effet, ce sont surtout les matériaux touchés directement par le rayonnement solaire qui absorbent rapidement cette énergie et qui réduisent la surchauffe. Tous les matériaux, y compris les matériaux à forte masse thermique, sont lents à absorber le surplus de chaleur

dans l'air. La température de la maison peut atteindre un niveau inconfortable avant que la masse thermique ne commence à se réchauffer.

L'absorption par la masse

L'absorption de l'énergie et son stockage dans une masse thermique peuvent s'effectuer de trois façons : par le rayonnement direct, par le contact de l'air ou par conduction (par exemple lorsqu'un conduit d'eau chaude circule dans la masse thermique).

L'absorption par le rayonnement direct se produit lorsque le rayonnement solaire ou de tout autre chauffage radiant frappe la surface d'un matériau. La couleur et la texture du matériau aura alors une forte incidence sur l'absorption d'énergie : les surfaces foncées, mates et granuleuses sont les plus efficaces pour absorber la chaleur. Cette forme d'absorption est sans conteste la plus rapide et la plus efficace pour réduire la surchauffe. En architecture solaire passive, on l'utilise par le biais de murs épais en pierres, de dalles de plancher en béton, de réservoirs d'eau et de planchers de céramique qui couvrent de grandes surfaces ensoleillées. En général, elle vise à restituer l'énergie dans les deux à quatre heures suivant la disparition du soleil.

L'absorption au contact de l'air peut être relativement rapide lorsque la surface des matériaux a une bonne conductivité à la chaleur, mais elle ne peut se faire que lorsque la température de l'air est plus élevée que la température de surface de la masse thermique (bref qu'après l'augmentation importante de la température de l'air). Elle est tout de même très importante, car elle représente toutes les superficies des murs, plafonds, planchers et meubles de l'immeuble. Dans une maison solaire passive, l'air surchauffé dans les pièces situées du côté sud peut être redistribué dans les pièces qui sont du côté nord ou dans les pièces du sous-sol à l'aide d'un ventilateur local ou central qui fonctionne en permanence. Par exemple, celui d'un système de chauffage à air pulsé ou d'un échangeur d'air.

La restitution de l'énergie captée au contact de l'air se fait en sens inverse lorsque la température de l'air descend sous la température de la masse thermique. Il est nécessaire de bénéficier d'un écart de 3 à 4 °C entre la température du jour et celle de la nuit pour que ce processus fonctionne bien.

Tableau d'absorption du rayonnement solaire selon la couleur

Couleur du matériau (lustre mat)	Absorption du rayonnement direct (%)
Noir	90-95
Gris foncé	85-90
Bleu foncé	80-85
Vert olive foncé	80-85
Rouge foncé	70-75
Vert moyen	55-65
Orange moyen	55-65
Jaune pâle	20-25
Rose pâle	20-25
Blanc	15-20
Aluminium (poli)	10-15
Bois dur	720

Comme revêtement, on doit utiliser un matériau pouvant à la fois absorber rapidement l'énergie et la retenir, comme les tuiles minces de pierres calcaires, de granit, de céramique ainsi que les crépis de ciment ou de terre argileuse. Sur ce plan, les plaques de plâtre (panneaux de gypse) standard, parce qu'elles sont recouvertes d'un carton isolant, sont moins efficaces. Cependant, on peut les remplacer par des panneaux plus lourds, tels que celui de marque *Fiberock* fabriqués par CGC. Environ trois fois plus dense qu'un gypse ordinaire, ce panneau très résistant aux éraflures n'est recouvert d'aucun papier, mais d'un mince stucco cimentaire de finition. Ainsi, il peut absorber rapidement l'énergie solaire et la retenir au moins jusqu'à l'heure du souper grâce à sa bonne inertie thermique.

L'absorption par conduction à l'aide de tuyaux d'eau chaude est la façon active d'utiliser la masse thermique. Elle permet de conserver l'énergie sur une plus longue période, car la chaleur est emmagasinée au cœur du matériau. L'eau peut être chauffée par le soleil, mais aussi par d'autres sources énergétiques comme le bois ou la géothermie.



La tuile de terre cuite est plus massive que celle de céramique. Notez par ailleurs que l'idéal est de fermer les portes du solarium en fin de journée, pour éviter de refroidir la maison.

© Rémi Lemée

Ces blocs (**durisol.com**) de bois minéralisé permettent d'ajouter de la masse aux maisons à l'aide de matériaux naturels et 78 % recyclés.

© nathangoodarchitect.com



Les bases du solaire passif

par André Fauteux

- › Pour réduire les pertes de chaleur, la maison devrait être plus compacte que longue, c'est-à-dire sur deux étages plutôt qu'un seul, et avoir une forme rectangulaire dont le côté plus long est situé au sud. Notez qu'une maison en rangée avec deux murs mitoyens coûte jusqu'à 40 % moins cher à chauffer.
- › Si possible, enfouir le côté nord de la maison dans une colline. Ni au sommet (trop venteux), ni au bas de la vallée (trop humide).
- › Se protéger des vents dominants (ils viennent généralement de l'Ouest) avec des structures et des conifères.
- › En été, préférer l'ombrage extérieur. Du côté sud, élaguer les grosses branches des feuillus pour ne pas bloquer le soleil en hiver.
- › Installer du côté sud les pièces les plus utilisées, et au nord, les chambres et les pièces de service.
- › Orienter jusqu'à 60 % des fenêtres du sud-est au sud-ouest. Opter pour des vitrages à faible émissivité et remplis d'argon : les plus isolants et les plus petits au nord (aucun gain solaire) et à l'ouest (surchauffe d'été), ceux aux gains solaires les plus élevés au sud et à l'est.
- › Les fenêtres haut placées permettent de maximiser l'ensoleillement et de rafraîchir la maison lorsqu'on les ouvre durant les nuits d'été. Limiter cependant l'usage des lanterneaux de toiture, qui sont sources de surchauffe en été et d'importantes pertes de chaleur en hiver.
- › Pour la même raison, le toit d'un solarium devrait être opaque et très bien isolé. Idéalement, pour éviter qu'il ne refroidisse la maison, en hiver doter le solarium de portes étanches à fermer après 16 heures.

TOTAL EN VRAC!

**PRODUITS QUÉBÉCOIS ÉCONOLOGIQUES
HAUTEMENT EFFICACES**

Maintenant disponible en vrac chez les détaillants suivants:

BOUTIQUE VERT ET ESSENTIEL 427 Avenue Saint-Charles Vaudreuil-Dorion, Qc 514-583-3898	BOUTIQUE ÉCOLOGIQUE 1079 Rue Melançon St-Jérôme, Qc 450-432-9393	NOBLESSE 950 Fleury Est Montréal, Qc 514-658-1753	LA MOISSON 360 Sicard Ste-Thérèse, Qc 450-437-3326
BI-EAU SPHÈRE 12 Rue Principal Ste-Agathe-Des-Monts, Qc 819-326-4336	UN MONDE À VIE 1075 Montée Masson Mascouche, Qc 450-474-5078	M.A.R. ENVIRONNEMENTAL 485 Rue Ellice Beauharnois, Qc 450-225-3335	

Détaillants pour service en vrac recherchés

www.nettotal.ca
© 2009, Total Net Industries

Le stockage thermique actif

Aujourd'hui, on utilise davantage la masse thermique avec des systèmes actifs employant différentes sources de chauffage : solaire thermique, bois et biomasse, géothermie, mazout, gaz, etc.

Dans presque tous les cas, on transfère l'énergie de la source de chauffage à un mélange eau-chlore ou eau-glycol qu'on fait ensuite circuler dans des tuyaux de plastique insérés dans une dalle de béton. Ce chauffage devient un plancher radiant à basse température (variant entre 24 et 28 °C en surface). L'eau est accumulée dans un réservoir plus ou moins grand selon la nature de la source de chaleur et les besoins énergétiques de l'immeuble. Dans ce type de système de chauffage il peut y avoir deux masses thermiques : la masse du réservoir d'eau et la masse de béton.

En général, le stockage thermique a avantage à être de très grand format.

Les capteurs solaires thermiques et les « fournaies » bois/biomasse peuvent élever la température de l'eau à 100 °C. Un réservoir de petit format surchaufferait rapidement et rendrait l'absorption moins efficace, car le transfert énergétique au liquide est plus efficace lorsque celui-ci est à basse température.



Solaire passif : les trucs de Luc

Concepteur de maisons solaires passives depuis 27 ans, l'ingénieur Luc Muyldermans est un pionnier au Québec dans ce domaine. Il suggère quelques règles simples à suivre :

1. Dans une maison solaire passive, utiliser un système de chauffage ou de ventilation mécanique qui peut faire recirculer l'air dans toutes les pièces de la maison afin de répartir les gains thermiques.
2. Si la maison a une faible masse thermique (ex. : gypse, bois et céramique), la superficie de fenêtres situées au sud ne devrait pas excéder 5 % de la superficie de plancher habitable de l'ensemble de la maison.
3. Si la maison a une forte masse thermique, la superficie de fenêtres situées au sud peut être équivalente à 8 à 10 % de la superficie totale de plancher.
4. Dans une maison à forte masse thermique, il est préférable de répartir la masse sur une plus grande surface, afin d'augmenter la capacité d'absorption thermique de la maison tant par le rayonnement direct qu'au contact de l'air.

Parmi ses pratiques de construction préférées, Luc Muyldermans recommande souvent l'utilisation d'une mince dalle de béton (de 32 à 35 mm (environ 1 1/2 po) coulée sur le contreplaqué du plancher. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, plutôt que d'affaiblir le plancher, cette chape de béton augmente sa rigidité ainsi que sa portée, car le béton colle au contreplaqué et participe à sa résistance structurale. La chape ajoute une masse thermique intéressante tout en insonorisant le plancher. Cette pratique est relativement peu coûteuse : elle demande simplement que les solives soient renforcées près de leurs points d'appui pour compenser la surcharge de poids.

5. Dans tous les cas, il faut prévoir des pare-soleil extérieurs suffisants pour ombrager le vitrage du printemps à l'automne afin d'éviter la surchauffe.



© romeucan.com

Le fameux mur Trombe

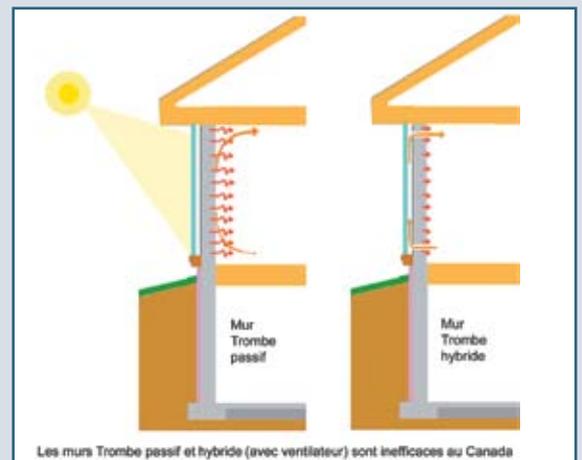
Récemment, une étude exhaustive de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) concluait que le mur Trombe, dont on entend parler depuis plus de 30 ans, n'était pas efficace dans un climat froid et nordique comme le nôtre.

Le principe conçu par le professeur français Félix Trombe consiste à vitrer toute la superficie du mur sud et de placer un mur épais de masse thermique dans le bâtiment à quelques centimètres du vitrage. Durant la journée, l'ensoleillement direct suffit au chauffage des lieux alors qu'en soirée et durant la nuit suivante, le mur Trombe émet sa chaleur vers la maison par radiation naturelle (mur Trombe passif) ou par réchauffement de l'air assisté par un ventilateur (mur Trombe hybride).

L'inefficacité du mur Trombe au Canada s'explique principalement par le fait que les nuits y sont très froides. Comme le chaud migre toujours vers le froid, la masse thermique émet davantage de chaleur vers l'extérieur que dans des climats plus tempérés. À Montréal, le bilan annuel d'un mur Trombe dans une maison à haute efficacité énergétique est pratiquement nul, bien que sa construction coûte très cher. Ces piètres résultats ont été obtenus malgré l'utilisation d'un vitrage extrêmement isolant et d'une masse thermique optimisée pour l'absorption énergétique.

Le principe du mur Trombe pourrait cependant refaire surface dans quelques années avec des verres encore plus efficaces et l'usage d'un isolant amovible inséré entre le verre et le mur Trombe durant la nuit. www.fr.wikipedia.org/wiki/Mur_Trombe

Analyse des murs de masse visant les habitations au Canada, téléchargeable gratuitement : www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/63175.pdf



Bio. Pour la Vie

DRUIDE®
30 ANS DE VISION ET DE PASSION POUR L'ÉCOLOGIE
www.druide.ca

Magazine
Un autre regard sur le monde
Essentiel

N°1 en spiritualité,
développement personnel,
bonheur et bien-être

*Contenu rédactionnel
international exceptionnel*

En vente dans les librairies,
boutiques spécialisées,
centres de santé, spas, cliniques
de médecine alternative,
magasins d'alimentation naturelle,
cafés, hôtels, gîtes et auberges.

ABONNEZ-VOUS | 819-875-1875
Plus de 2000 points de vente au Canada
www.essentielqc.com

CALI Insonorisez mieux
avec le système Cali.

**Choisissez le summum
de l'insonorisation,
pour une satisfaction garantie!**

CHANTIERS NEUFS OU RÉNOVATION

- Condominiums
- Appartement
- Résidences
- Studio
- Salle de danse
- Porte de garage
- Cinéma maison
- Et autres

Certification d'insonorisation
Produit évalué C.C.M.C. #12972R

Les Conceptions Acoustiques
Lefebvre Inc.
Membre APCHQ
Tél.: (450) 444-1000
www.cali.ca
R.B.Q. : # 1876-6790-30

**ENSOLEILLEZ
VOTRE INTÉRIEUR !**

www.foyerdemasse.net

**FOYER DE
MASSE**

Distributeur
exclusif
au Québec

1-888-875-5067
450-227-0573

ranavince@gmail.com

Pour la géothermie, le fait d'avoir un grand réservoir énergétique permet de réduire la puissance de l'équipement et la profondeur des puits, bref leur coût initial. L'appareil fournit la même quantité d'énergie annuellement, mais il est plus souvent en fonction.

Pour les combustibles comme le mazout et le gaz, un système de plus faible capacité permet d'augmenter l'efficacité de combustion. Ceci permet de réduire les rejets atmosphériques et les coûts énergétiques.

Eau-chlore vs eau-glycol

Le mélange eau-glycol est un antigel utilisé comme caloporteur dans les capteurs solaires. Comme le propylèneglycol est dispendieux, il est conseillé de réduire la grosseur du réservoir eau-glycol et d'augmenter l'épaisseur de la dalle de béton. Dans ce cas, il est préférable d'installer les tuyaux d'eau-glycol dans le bas d'une dalle de 20 à 30 cm (de 8 à 12 po) afin de déphaser l'apport solaire au maximum, recommande le fournisseur de systèmes d'énergies renouvelables Jean Pelletier, de la compagnie Sol Air Québec. Lorsque le liquide caloporteur n'est pas sujet au gel, une réserve d'eau chlorée, qui coûte moins cher, est recommandée.

Combiner solaire passif et actif

En général, il est difficile d'utiliser la masse thermique à la fois de manière passive et de manière active dans la même pièce si on ne



Les matériaux caressés directement par le soleil ont le plus grand potentiel de stockage de sa chaleur.

© dreamstime.com

dispose pas d'un système de contrôle informatique très sophistiqué. Par exemple, une dalle de béton chauffée à 24 °C avec un système actif absorbera moins le rayonnement solaire passif traversant un vitrage. De même, une surface de mur chauffée à 22 °C par un plancher radiant absorbera moins l'énergie de l'air ambiant que si elle était plus froide.

Ceci dit, pour sa maison à consommation énergétique nette zéro *Alstonvale* (montreal-zero.ca), construite près de Hudson en banlieue ouest de Montréal, l'architecte Sevag Pogharian a combiné le solaire passif et le solaire actif de manière très sophistiquée. Le système a été conçu par Andreas Athienitis, professeur de génie du bâtiment de l'Université Concordia. Il a fait appel à des masses thermiques solides et liquides et à un système informatisé qui gère la distribution de la chaleur en tenant compte des prévisions météorologiques. Ainsi, l'énergie

solaire et géothermique stockée dans le réservoir de chauffage actif chauffe la maison surtout durant les jours nuageux où il n'y a pas d'apport solaire passif.

Cette maison, qui sera ouverte au public ce printemps, fait partie des douze projets lauréats du concours des maisons EQUilibrium conçu par la SCHL. Le but de cette initiative (schl.ca/fr/fr_001.cfm) était de concevoir des maisons produisant davantage d'énergie qu'elles en consomment au cours d'une année. Bien qu'aujourd'hui non rentable, la SCHL souhaite que ce type de maison plus saine et plus efficace devienne la norme d'ici 2030, dans le cadre de la lutte aux changements climatiques.

Technologies et masses thermiques

Les matériaux à changement de phase

Lors d'un changement de phase de solide à liquide, les matériaux comme l'eau et la cire absorbent énormément d'énergie sur une courte période et à une température précise. En novembre 2007, la société DuPont a lancé en Europe un panneau léger et souple (energain.co.uk) de 5 mm (1/5 po) d'épaisseur, rempli à 60 % de paraffine encapsulée dans un copolymère. Les deux faces sont laminées avec une feuille d'aluminium et les joints sont scellés avec un ruban d'aluminium, ce métal agissant comme barrière de feu.

La paraffine est une cire qui commence à se liquéfier et à absorber la chaleur de la pièce à partir d'une température précise de 22 °C. À cette température, le panneau *Energain* absorbe



Luc Muyltermans recommande souvent l'utilisation d'une mince dalle de béton de 32 à 35 mm (environ 1 ½ po) coulée sur le contreplaqué du plancher.

© thermtech.ca

20 fois plus d'énergie que du béton avec une masse beaucoup moindre, selon des tests effectués à l'Université de Lyon. À 18 °C, la paraffine se solidifie et restitue l'énergie emmagasinée. Ces panneaux sont conçus pour être installés derrière les plaques de plâtre.

L'utilisation la plus simple de ces panneaux serait de prévenir la surchauffe en maintenant la température à 20 °C durant le jour et de la régler sous 18 °C pendant la nuit pour récupérer la chaleur. DuPont affirme que ces panneaux peuvent faire baisser les coûts de chauffage jusqu'à 15 %, et de climatisation jusqu'à 35 % en réduisant d'un maximum de 7 degrés les pics de température.



Au cours d'une journée ensoleillée, la température de l'eau dans ces tubes augmentera d'environ 6,5 degrés Celsius.

© solar-components.com

En conclusion

L'usage de la masse thermique est essentiel pour réduire la surchauffe lorsqu'il y a un décalage entre l'apport d'énergie (solaire ou autre) et les besoins en chauffage de la maison.

Pour le chauffage solaire passif, l'usage d'une mince chape de béton sur les planchers de bois des étages contribue à peu de frais à une bonne absorption de l'énergie solaire.

Pour le chauffage actif, l'installation de tubulures de plastique dans les dalles de béton sur le sol permet de bénéficier à peu de frais des avantages de la masse thermique, à condition qu'elle soit combinée à des sources énergétiques économiques. 🌍

Malheureusement, aucun fabricant nord-américain n'a encore commercialisé de tels panneaux à changement de phase. Ceci, malgré des études effectuées pendant des années, notamment à Montréal, par le docteur Jean Paris de l'École Polytechnique et le docteur Dorel Feldman de l'Université Concordia.

Les tubes d'eau solaires

L'inertie thermique de l'eau est 2,3 fois supérieure à celle du béton. L'absorption du rayonnement solaire est aussi beaucoup plus rapidement transmise à l'ensemble de la masse d'eau, évitant la surchauffe de surface, contrairement à ce qui se passe avec les matériaux solides. Ainsi, un mur d'eau se réchauffe plus lentement et plus uniformément, et il restitue son énergie sur une plus longue période qu'un mur de béton ou de pierre.

✚ Pour en savoir davantage

Luc Muyldermans

(conception de maisons solaires) :

www.thermtech.ca 819.838.5203

Jean Pelletier (capteurs solaires thermiques) : www.solairquebec.qc.ca
450.539-2002

Tubes d'eau *Sun-Lite* :
www.solar-components.com
603.668.8186



CHARPENTERIE COUPLAND TIMBER FRAMES INC.

design résidentiel raffiné et
charpente faite sur mesure

• • •

- Analyse du projet et des besoins
- Service complet de design et d'architecture selon votre budget
- Centre d'usinage CNC 5 axes (flexibilité et précision d'usinage hors pair et délais de livraison courts)

MAISONS de BOIS MASSIF
BOIS ROND • CHANVRE



Patrick D. Jutras

www.charpenteriecoupland.com
pjutras@charpenteriecoupland.com

819.678.8881