

*Afin d'encourager les initiatives et de répondre à la demande croissante de conseils et d'informations techniques ou professionnelles, **Archibio** met à la disposition du public une série de Fiches Techniques. Ces fiches formeront, une fois réunies, le « **Guide de la Maison Verte** ».*

LA MASSE THERMIQUE (OU INERTIE THERMIQUE)

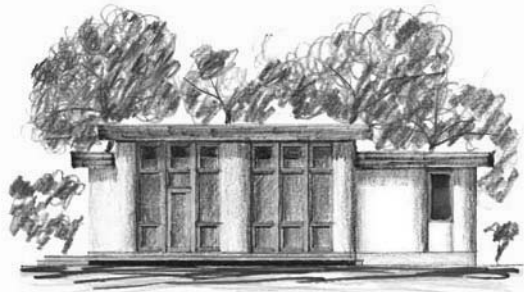
Auteur : Jean David Morneau

Collaboratrice : Nahossio Gongga-Saholiariliva

Graphiste : Lynne Dionne

Illustratrice : Andrée Perreault

ARCHIBIO
GROUPE D'INTERVENTION EN HABITAT ÉCOLOGIQUE



Avec le partenariat de :



10, ave des Pins Ouest, suite 414 • Montréal, Québec • H2W 1P9

Tél : (514) 985-5734 / Courriel : info@archibio.qc.ca

www.archibio.qc.ca

ARCHIBIO

GROUPE D'INTERVENTION EN HABITAT ÉCOLOGIQUE



Habiter autrement !

La problématique environnementale nous interpelle depuis une trentaine d'années.

Les Nations-Unies ont organisé différents Sommets de la Terre et de nombreux pays ont tenté d'y apporter des réponses.

De l'éco-développement au développement durable, puis de l'Agenda 21 aux accords de Kyoto tous s'accordent sur la nécessité d'agir. Mais de l'entente à l'action concrète et positive le chemin sera long.

Un choix personnel et planétaire

Croyant à une participation citoyenne et à la responsabilisation personnelle, celle qui nous donne le pouvoir d'agir sur nous-même et notre environnement immédiat, à Archibio nous avons entrepris de rendre concret l'aspiration d'un nombre grandissant de Québécoises et de Québécois de vouloir habiter « autrement ».

Aussi notre mission est de contribuer à la recherche, au développement, à l'éducation, à la diffusion et à la promotion de l'habitat humain viable, et ce, concernant la construction, la rénovation, l'aménagement et l'entretien écologique.

Par habitat écologique nous entendons un type d'habitat qui favorise la conservation de l'environnement, c'est-à-dire un principe dynamique de préservation, de restauration voire d'amélioration d'une situation environnementale.

Il est donc question de favoriser la conservation des ressources, de l'énergie et de l'eau autant que la gestion des rejets, et ceci dans une optique de préservation de la santé et de la qualité de vie des résidents.

Nous intervenons donc aussi bien dans le domaine de la sensibilisation/éducation que dans la conception des projets de construction et dans le suivi de leurs réalisations.

« De plus nous souscrivons à l'idée que ce type d'habitat doit être accessible à tous et non réservé à une minorité qui en aurait les moyens financiers.

L'augmentation de la masse thermique d'un bâtiment

AVANTAGES

- Réduit les besoins en chauffage et en climatisation.
- Favorise l'équilibre énergétique et le confort du bâtiment.
- Selon les matériaux utilisés, peut s'avérer très économique.
- On peut augmenter la masse thermique d'une maison existante (avec certaines précautions d'usage).
- Peut constituer un apport esthétique à l'habitation.

AVANTAGES ÉCOLOGIQUES

- Rend le bâtiment plus autonome en énergie.
- Tire parti de l'énergie non polluante par excellence : le soleil.
- Réduit la production de CO₂ d'une habitation.

INCONVÉNIENTS

- Il peut être difficile de calibrer la quantité de matériaux nécessaire à un stockage adéquat.
- Une masse thermique insuffisante ou trop importante peut avoir l'effet contraire à celui recherché.
- Peu indiquée pour des locaux ou habitations à usage intermittent.

SAVIEZ-VOUS QUE ...

- Entre 50 et 70 % des besoins énergétiques d'une maison sont dus au chauffage.
- Le rayonnement solaire au Québec est de 60 à 400 % plus élevé que dans les pays d'Europe du Nord.
- L'apport approprié de matériaux à forte inertie thermique couplé à une architecture solaire passive permet de réduire les besoins en chauffage de près de 50 %.
- La masse thermique est un principe utilisé depuis les premières habitations de l'humanité.

Introduction

La masse thermique (ou inertie thermique) est le potentiel de **stockage thermique d'une maison**. Elle peut être composée de divers matériaux lourds (pierre, brique, terre crue,...) qui, répartis à l'intérieur de l'enveloppe isolante d'une construction, agissent comme accumulateurs de chaleur (l'hiver) ou de fraîcheur (l'été).

Une construction à forte inertie thermique conserve une température **stable** et se réchauffe ou se refroidit très lentement, ce qui permet d'équilibrer les températures intérieures et de diminuer les besoins en chauffage et en climatisation. **L'inertie thermique** est plus efficace lorsqu'elle est utilisée conjointement avec un design solaire passif ou bioclimatique (*voir les fiches sur ces sujets*).

Depuis quelques années, les besoins en électricité du Québec ont considérablement augmentés, particulièrement en période de pointe, durant les mois d'hiver.

En 2004, pour pallier à une demande excessive, Hydro-Québec a dû utiliser la centrale au mazout de Tracy pendant 144 jours, comparativement à 37 heures en 2002 (*source : Maison du XXI^{ème} siècle*). Il est donc impératif de trouver des moyens de réduire cette demande croissante en rendant les habitations plus performantes énergétiquement.

L'amélioration de **l'isolation** des bâtiments est traditionnellement vue comme la solution permettant de réduire les besoins en chauffage. Toutefois, elle n'est pas l'unique ressource permettant de bonifier les performances des bâtiments. De plus, l'isolation seule n'est pas suffisante pour amortir les changements brusques de température durant l'hiver.

En combinant une isolation efficace avec l'augmentation de la **masse thermique** du bâtiment, il est possible de limiter l'effet des variations de température sur le confort de l'habitation et de réduire du même coup la consommation d'énergie.

Toutefois, ce principe de **stockage de chaleur** est également compatible avec une source de chauffage intérieure. C'est ce même principe d'accumulation de chaleur qui est à la base du fonctionnement des **foyers de masse** européens.

Fonctionnement

Le principe de **masse thermique** est complexe et fait appel à des notions de physique des matériaux. L'**inertie** d'un bâtiment est une fonction directe de sa **capacité thermique**, donc du produit de la masse de tous ses composants par leur chaleur spécifique massique (voir lexique).

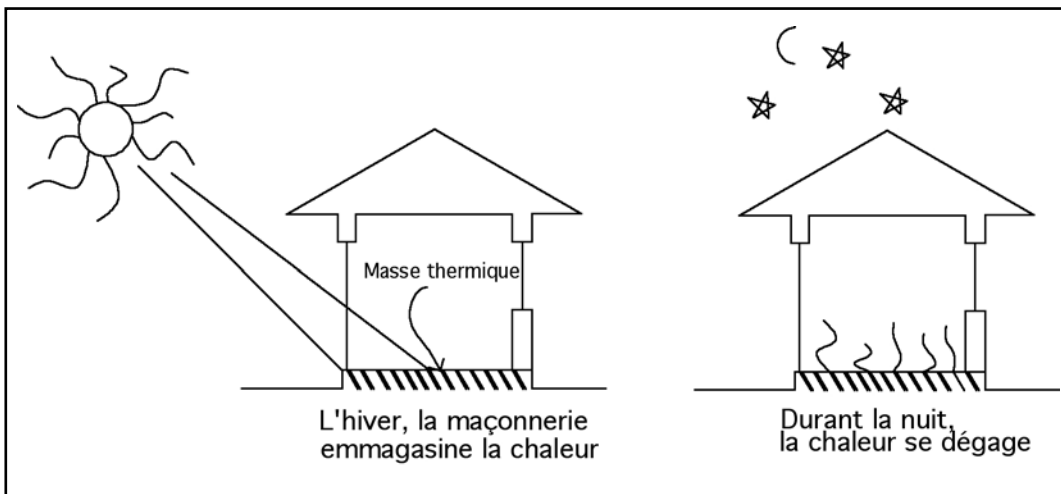
Pour simplifier, on peut dire que plus un matériel est lourd et dense plus sa capacité à accumuler de la chaleur sera importante. Toutefois, la **densité** doit s'accompagner d'une bonne conductivité pour permettre à la chaleur (ou la fraîcheur) de se propager dans tout le matériel. À ce titre, l'eau est considérée comme un des meilleurs accumulateurs de chaleur qui soit.

D'autres critères entrent en jeu pour calculer de manière précise les **performances des matériaux** (effusivité, diffusivité, vitesse de l'onde). Afin de simplifier cet exposé, ces concepts de physique ne seront pas développés ici. Pour plus d'information, se référer aux ouvrages en bibliographie.

Le principe de **masse thermique**, pour aussi complexe qu'il soit, peut être constaté facilement. Tout le monde a remarqué qu'un rocher chauffé au soleil conserve sa chaleur bien après la tombée du jour.

Dans l'**habitat**, ce principe est utilisé pour **réguler** la température. En effet, la masse thermique contenue dans les murs et les planchers stocke la chaleur provenant du soleil ou d'une autre source de chaleur et la diffuse lentement lorsque la température baisse (voir illustration 1).

Ceci est également valable pour la climatisation : la chaleur en surplus est **stockée dans la masse**, ce qui permet d'abaisser la température ambiante. Cette chaleur est ensuite libérée pendant la nuit avec l'aide d'une ventilation adéquate.



1. L'effet de la masse thermique

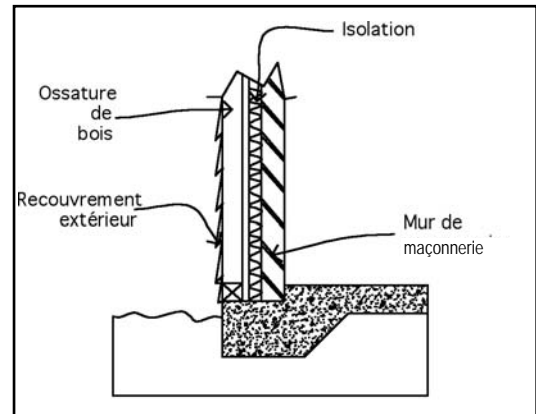


Illustration : Andrée Perrault

2. Parement de maçonnerie inversé

Ce qui permet :

- d'**atténuer les fluctuations de température** brutales et d'assurer le confort des habitants.
- d'**éviter les surchauffes** en stockant la chaleur pour un usage ultérieur.

Conseils

La masse thermique **n'est pas un substitut à l'isolation**, bien au contraire. En effet, meilleure est l'inertie thermique d'un matériau, **moins il est isolant**.

La masse thermique devrait se trouver **dans l'enceinte isolée du bâtiment** ou sous celle-ci de façon à ce que les pertes de chaleur chauffent l'intérieur.

Par exemple, contrairement à l'usage, on mettrait le mur de parement en brique (ou en tout autre matériau) à l'intérieur pour créer un parement de brique inversé (*Reverse brick veneer*) voir illustration 2. Les performances énergétiques du matériau seront ainsi optimales.

Il est fortement conseillé **d'isoler sous la dalle de béton et à l'extérieur des fondations**, sans l'emploi de panneaux de gypse à l'intérieur. Ceci permet de profiter au maximum des capacités de rétention de chaleur du béton.

Illustration : Andrée Perrault

Les matériaux

Choisir le bon matériau dépend de plusieurs critères : sa **capacité thermique**, sa **rentabilité**, son **impact sur l'environnement**, l'**espace disponible** dans l'habitat. Les matériaux disponibles sont nombreux. Voici un petit aperçu des propriétés de quelques-uns d'entre eux.

MATÉRIAU	MASSE THERMIQUE (capacité thermique Kj/ m³/degre kelvin)	ÉNERGIE INTRINSÈQUE mj/kg (embodied energy)	COMMENTAIRES
Eau	4186	Presque nulle, mais il faut considérer les récipients...	Non-porteur, efficace comme mur accumulateur dans des contenants appropriés, peu coûteux
Béton	2060	1.9	Porteur, efficace lorsqu'il est utilisé comme dalle de plancher ou comme fondation.
Pierre calcaire	Faible, mais varie avec le transport et le mode d'extraction	1800	Peut être porteur, effet esthétique recherché.
Blocs de terre compressés	1740	0.7	Peut être porteur, alternative écologique à la brique cuite, économique. Comme tous les matériaux en terre, favorise le contrôle de l'humidité.
Mur de terre compressé (pisé)	1673	0.7	Peut être porteur, économique et écologique.
Brique cuite	1360	2.5	Peut être porteur, facilement accessible, rapidité de mise en œuvre.
Mur de terre (adobe)	1300	0.6	Peut être porteur, possibilités architecturales étonnantes.
Tuile de céramique (plancher)	1346	0.6	Permet d'ajouter une masse thermique à un plancher existant. Peut être froid pour les pieds ou sans apport de chaleur si mal positionné
Bois léger (résineux, peuplier)	1080	entre 0.3 et 2.5, dépendant du degré de transformation du bois	Peut être structurel. La masse thermique sera évidemment supérieure pour les maisons pièces sur pièces.
Enduit de chaux	842.4	1.64	Utilisé comme finition intérieure et extérieure (les proportions du mélange varient), très esthétique, les performances comme masse thermique sont fonction de l'épaisseur de l'enduit.
Chanvre coffré	259	1.06	Ne peut être porteur (nécessite une structure de bois), combine isolation et masse thermique dans un seul matériau.

NOTES SUR LE TABLEAU ...

- Il permet de **comparer la masse thermique de quelques matériaux**. Ses valeurs sont relatives au volume et à la quantité des matériaux utilisés et à la surface exposée à une source de chaleur. Une mince couche de ciment (un enduit par exemple) aura nécessairement moins de masse thermique qu'un mur de terre de 50 cm de large...
- L'**énergie intrinsèque (embodied energy)** est une mesure permettant de comparer l'impact des matériaux sur l'environnement en tenant compte de l'énergie utilisée pour la fabrication, le transport et la mise en œuvre. Plus l'énergie accumulée est basse, plus le matériau peut être dit « écologique ». Ces données sont relatives, elles sont fournies à titre indicatif seulement : d'autres facteurs peuvent influencer l'impact écologique d'une construction.

Autres matériaux ayant une bonne masse thermique :

- Les **tuiles de pierre** (pour plancher).
- Les **maisons en bois massif** (pièce sur pièce) ; elles bénéficient également d'une bonne masse thermique.
- Les **constructions semi-entouées** (comme les *earth ships*) ; elles possèdent également une inertie thermique très élevée.

Emplacement

Les matériaux de masse thermique doivent être **exposés au soleil** d'hiver et protégés du soleil d'été (design solaire passif) ou à proximité d'une source de chauffage.

L'utilisation de la masse thermique **dépend directement du climat** et de l'effet recherché.

Au Québec, la priorité est accordée aux emplacements assistant le chauffage l'hiver, bien qu'une combinaison chauffage/climatisation puisse être intégrée dans une même construction à haute inertie thermique.



La plupart des matériaux de masse thermique peuvent être employés comme éléments **porteurs ou non-porteurs**.

Ceci permet de les intégrer à la structure même du bâtiment (systèmes porteur) ou de les ajouter à une habitation existante (systèmes non-porteurs)

À ÉVITER ...

- Sous les climats froids, il est déconseillé de mettre une masse thermique dans des pièces **peu isolées, peu ensoleillées l'hiver ou faisant face au nord** ou encore à **l'extérieur du bâtiment**.

EMPLACEMENT	APPLICATIONS	CARACTÉRISTIQUES
Plancher	Dalle de béton, béton-paille, plancher d'argile, de pierre, de céramique.	Économique, exposition importante au soleil. Agréable pour les pieds froids. Ne doit pas être recouvert de tapis.
Plafond	Dalle de béton suspendue, voûte en maçonnerie,...	Bénéficie de la stratification thermique (la chaleur monte). Absorbe la chaleur de l'air pendant la journée et la rayonne vers le bas la nuit suivante.
Parois intérieures	Murs de division en brique cuite ou crue, pierre, bauge, etc...	Utilisation pratique et esthétique, permet de diviser l'habitat tout en fournissant une masse thermique importante.
Contre-murs	En pierre, brique, béton, terre crue, etc... Suivent la structure des murs extérieurs ou la constituent.	Peuvent être porteurs. Il est important de toujours les isoler de l'extérieur.
Mur capteur	Tous les matériaux sont possibles. Également : mur trombe en eau (dans des contenants appropriés, en gravier grillagé, en sac de sable empilés, etc...)	Possibilité de positionner le mur capteur pour qu'il reçoive les apports directs du soleil d'hiver. Des matériaux accessibles et non coûteux peuvent être mis en œuvre.

En savoir plus...



Livres / articles

Soleil, nature, architecture

Auteur : David Wright
Date : 1979
Pages : 246
ISBN : 2-86364-006-2
Éditeur : Parenthèses

Green architecture : Design for an energy-conscious future

Auteurs : Brenda et Robert Vale
Date : 1991
Pages : 192 pages
ISBN : 0-8212-1866-2

L'inertie thermique dans la conception

Auteur : Pôle construction
Date : septembre 2002
Format : e-book de 21 pages (format pdf)
Lien : www.poleconstruction-lr.com/1024/index.html

Sustainable energy info-Thermal mass

Auteur : Sustainable energy authority Victoria
Format : document électronique de 6 pages en format PDF
Lien : www.sustainable-energy.vic.gov.au/seinfo/fact%20sheets/building%20and%20design/Thermal%20mass.pdf

Lexiq



- Masse thermique :** l'inertie thermique (ou la masse thermique) est le potentiel de stockage thermique d'un local ou d'une maison. C'est la capacité d'un bâtiment à emmagasiner de la chaleur (ou de la fraîcheur).
- Capacité thermique :** la capacité thermique d'un matériau est le produit de sa masse volumique par sa chaleur spécifique, cette dernière étant la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de l'unité de masse de 1°C en Wh/kg °C. La capacité thermique est donc la quantité de chaleur mise en réserve lorsque sa température augmente de 1°C. Elle s'exprime en Wh/m³ °C. ou en KJ/ m³/ °K. Plus elle est grande, plus la quantité de chaleur à apporter à un matériau pour élever sa température est grande.
- Conductivité :** la conductivité thermique est le flux de chaleur, par mètre carré, traversant un matériau d'un mètre d'épaisseur pour une différence de température de un degré entre les deux faces. Elle s'exprime en W/m °C. C'est une donnée intrinsèque à chaque matériau, qui caractérise donc uniquement ses performances isolantes.
- Énergie intrinsèque :** énergie consommée dans tous les processus associés à la production et le transport d'un matériau de construction. Il s'agit d'une mesure permettant d'évaluer les coûts environnementaux d'une construction. Plus l'énergie accumulée est basse, moins le matériau est polluant.

Associations et sites Internet



Outils solaires / informations sur l'énergie solaire thermique

www.outilssolaires.com/Glossaire/default.htm

Building Green : www.buildinggreen.com

Technical manual/ design for lifestyle and the future

www.greenhouse.gov.au/yourhome/technical/fsl7_6.htm

Excellent site du gouvernement australien sur la construction écologique. Chapitre détaillé sur la masse thermique et le design solaire passif.

Akterre : www.akterre.com

Site sur la construction en terre. Informations sur la valeur comme masse thermique de ces matériaux.