

# Inertie thermique int. Capacité thermique



Logiciel d'estimation économique  
et thermique des parois opaques.

## Inertie d'un matériau et d'une paroi

Les deux propriétés d'un matériau qui interviennent dans la caractérisation de l'inertie sont :

- la masse volumique en  $\text{kg/m}^3$ ,
- la chaleur spécifique en  $\text{J}/(\text{kg.K})$  appelée également chaleur massique.

Plus un matériau présente une densité et une chaleur spécifique importantes, plus il apportera de l'inertie à la paroi suivant son agencement.

L'inertie permet de « jouer » dans le temps avec les variations de températures (hiver-été ou jour-nuit) et ainsi améliorer le confort des habitants (voir annexe).

L'inertie est la capacité d'un bâtiment, d'une pièce ou d'une paroi à cumuler des calories et à les restituer au moment venu.

Deux types d'inertie sont distingués :

- Inertie intérieure,
- Inertie de transmission (globalité de la paroi). Elle est caractérisée par les notions d'amortissement et de déphasage abordée dans la fiche précédente.

Dans cette fiche nous n'aborderons que l'inertie intérieure.

### Inertie intérieure :

Elle représente la capacité du parement intérieur à absorber, stocker et restituer les calories.

Elle est caractérisée par la capacité thermique intérieure exprimée en  $\text{J}/(\text{m}^2.\text{K})$  : quantité d'énergie (Joule) nécessaire pour augmenter d'un kelvin (ou d'un degré Celsius), un mètre carré de paroi. Plus la capacité thermique est grande, plus le matériau peut stocker des calories.

La capacité thermique intérieure n'est pas la même pour des parois ayant des composants similaires mais agencés différemment.

Exemple : ITE ou ITI

Plaque de gypse de cellulose 1.25 cm – Isolant fibre de bois 20 cm – Parpaings creux 20 cm

	Capacité thermique intérieure pour une période journalière
ITE	56 782 $\text{J}/(\text{m}^2.\text{K})$
ITI	22 082 $\text{J}/(\text{m}^2.\text{K})$

On constate que pour une ITI la capacité thermique intérieure est plus faible. En effet, l'isolant coté intérieur ne peut pas stocker autant de calories que le parpaing avec plaque de gypse coté intérieur. La courbe de température dans la paroi permet également d'appuyer ce propos.

## Inertie thermique int. Capacité thermique

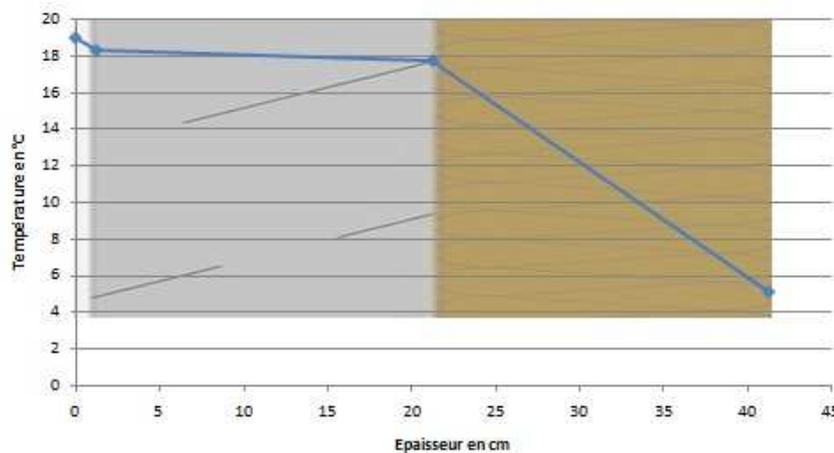


Logiciel d'estimation économique et thermique des parois opaques.

### Conditions :

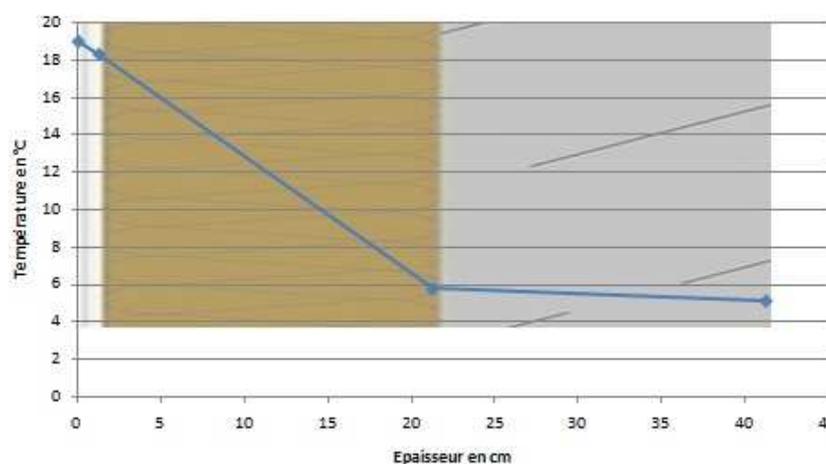
- Extérieur : Zone H2a en janvier (température égale à 5.1 °C)
- Intérieur : Salon (température égale à 19°C)

#### ➤ ITE



Le parpaing conserve une température quasiment constante dans son épaisseur, grâce à l'isolant placée coté extérieur. Il sera donc apte à diffuser, par rayonnement, les calories lorsque la température intérieure diminuera. Il y a donc un phénomène d'inertie à l'intérieur de la pièce.

#### ➤ ITI



Au contraire, le parpaing coté extérieur a une température basse, sa masse n'est donc pas exploitée, ceci à cause de l'isolant qui fait « barrière ».

L'isolant n'a pas pour rôle d'apporter de l'inertie à la paroi, mais bien de conserver les performances thermiques, comme il a été vu dans la fiche sur l'isolation.

# Inertie thermique int. Capacité thermique



Logiciel d'estimation économique  
et thermique des parois opaques.

## Classes d'inertie intérieure :

Cette différence entre les parois peut être mise en valeur en leur attribuant une classe d'inertie.

- Très légère
- Légère
- Moyenne
- Lourde
- Très lourde.

Celle-ci dépend de la capacité thermique intérieure.

Ainsi pour le cas de l'ITI sur maçonnerie, la classe d'inertie sera jugée « légère » alors que pour l'ITE, elle sera « lourde ».

Cependant, suivant l'usage que l'on fait du bâtiment, il est important d'identifier la classe d'inertie à cibler. Est-ce nécessaire d'avoir un parement intérieur lourd pour une pièce peu utilisée, qu'il faudra chauffer longtemps et dont les calories seront redistribuées plus tard, peut être même une fois que la pièce sera vide ? Non, c'est pourquoi suivant les types d'usages, les attentes ne seront pas les mêmes.

Classe d'inertie	Applications
Très léger à léger	<p><b>Hiver :</b> Paroi réactive, sa température monte vite lorsque l'on chauffe la pièce. La pièce est confortable rapidement. N'a pas la capacité de stocker les calories, donc un arrêt du chauffage fait baisser rapidement la température de la paroi et donc la température ressentie dans la pièce.</p>
	<p><b>Été :</b> N'est pas capable de gérer le surplus de calories, il y a risque de surchauffe et même en mi-saison si la paroi reçoit le rayonnement solaire.</p>
	<p><b>Utilisation :</b> Paroi réactive mais peu économique en terme de besoins de chauffe. Convient aux pièces utilisées temporairement type : chambre d'appoint, petite salle de réunion.</p>
Moyen	<p><b>Hiver :</b> Paroi qui allie une montée en température relativement rapide et une capacité à emmagasiner les calories. Elle permet de maintenir une température agréable dans la pièce lorsque le chauffage est éteint en restituant ses calories. Peut recevoir le rayonnement solaire et lisser les apports sur la journée.</p>
	<p><b>Été :</b> Permet de stocker le surplus de calories en saison chaude ou en mi-saison et d'éviter ainsi les surchauffes. En saison chaude, il faut rafraîchir la paroi la nuit par un système de surventilation pour lui permettre de se décharger de ses calories et de gérer ainsi les surchauffes du lendemain.</p>

## Inertie thermique int. Capacité thermique



Logiciel d'estimation économique et thermique des parois opaques.

	<p><b>Utilisation :</b> Paroi confortable en été et en hiver et économique en besoin de chauffage. Convient aux pièces utilisées régulièrement et recevant du monde : habitat, bureaux, salle de classe, salle de réunion.</p>
Lourd à très lourd	<p><b>Hiver :</b> Paroi peu réactive, met beaucoup de temps à monter en température mais garde très longtemps les calories et les restitue sur plusieurs jours soit un besoin de chauffage très limité. Lisse sur plusieurs jours les apports solaires.</p>
	<p><b>Eté :</b> Très propice à garder la fraîcheur. Lisse généreusement les fluctuations de température.</p>
	<p><b>Utilisation :</b> Occupation continue, doit recevoir directement les apports énergétiques (rayonnement solaire, poêle, ...). A associer avec des parois d'inertie moyenne. Très économique en besoin de chauffage sauf si la pièce est utilisée de manière ponctuelle.</p>

# Inertie thermique int. Capacité thermique

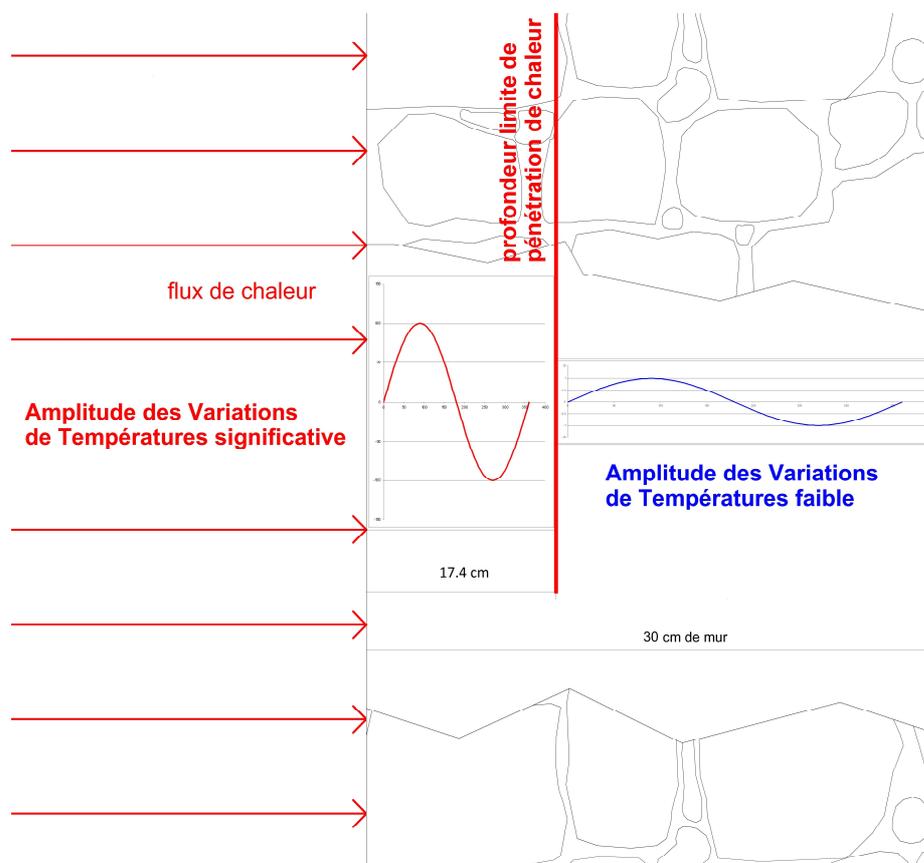


Logiciel d'estimation économique  
et thermique des parois opaques.

## L'épaisseur ou profondeur de pénétration de chaleur : $\delta$

Cette caractéristique permet également d'estimer l'inertie d'une paroi.

L'épaisseur de pénétration de chaleur  $\delta$  est la profondeur au-delà de laquelle l'amplitude des variations de température est réduite. Elle est calculée pour chaque période (horaire, journalière, séquentielle ou mensuelle).



### Illustration :

*Un mur de pierres de 30 cm avec une épaisseur ou profondeur de pénétration de chaleur de  $\delta = 17.4$ cm.*

Le rapport de l'épaisseur du matériau sur l'épaisseur de pénétration qui se rapproche de 100%, représente une épaisseur de matériau optimale pour une bonne inertie.

En effet, le fait que les matériaux « amortissent » les variations de température signifie qu'ils stockent des calories.

Autrement dit, une épaisseur de matériau largement supérieure à l'épaisseur de pénétration, n'apportera pas plus d'inertie.

On cherchera donc un ratio légèrement supérieur à 100%.

# Inertie thermique int. Capacité thermique



Logiciel d'estimation économique  
et thermique des parois opaques.

## Interprétation :

$\delta$  augmente avec la conductivité et la période, et diminue avec la masse volumique et la chaleur spécifique. Plus un matériau est dense, moins il est conducteur, moins l'épaisseur de pénétration est importante (besoin moindre d'inertie).

## Etude de cas :

Conditions : Période journalière (24h)

Pour imaginer le propos, nous utilisons des matériaux isolants, mais il est bien entendu que l'isolation n'a pas pour rôle d'apporter de l'inertie au bâtiment, cependant elle peut y contribuer dans certains cas (isolant dense (fibres de bois) en ossature bois par exemple).

	Epaisseur de pénétration (cm)	Epaisseur de la couche (cm)	Ratio (%)
Laine de verre	31.1	14	<b>45</b>
Laine de bois	9.98	14	<b>140</b>
Granite	17.2	30	<b>174</b>

On constate que pour une épaisseur égale, la laine de bois présente un ratio plus important que la laine de verre. En effet, la profondeur de pénétration de la laine de verre est supérieure à l'épaisseur réelle, ce qui signifie que celle-ci n'atténue pas les variations de températures.

Afin d'apporter de l'inertie à son bâtiment il est préférable d'utiliser un matériau dense avec une chaleur spécifique élevée.

# Inertie thermique int. Capacité thermique



Logiciel d'estimation économique et thermique des parois opaques.

## Annexe :

### Confort des habitants :

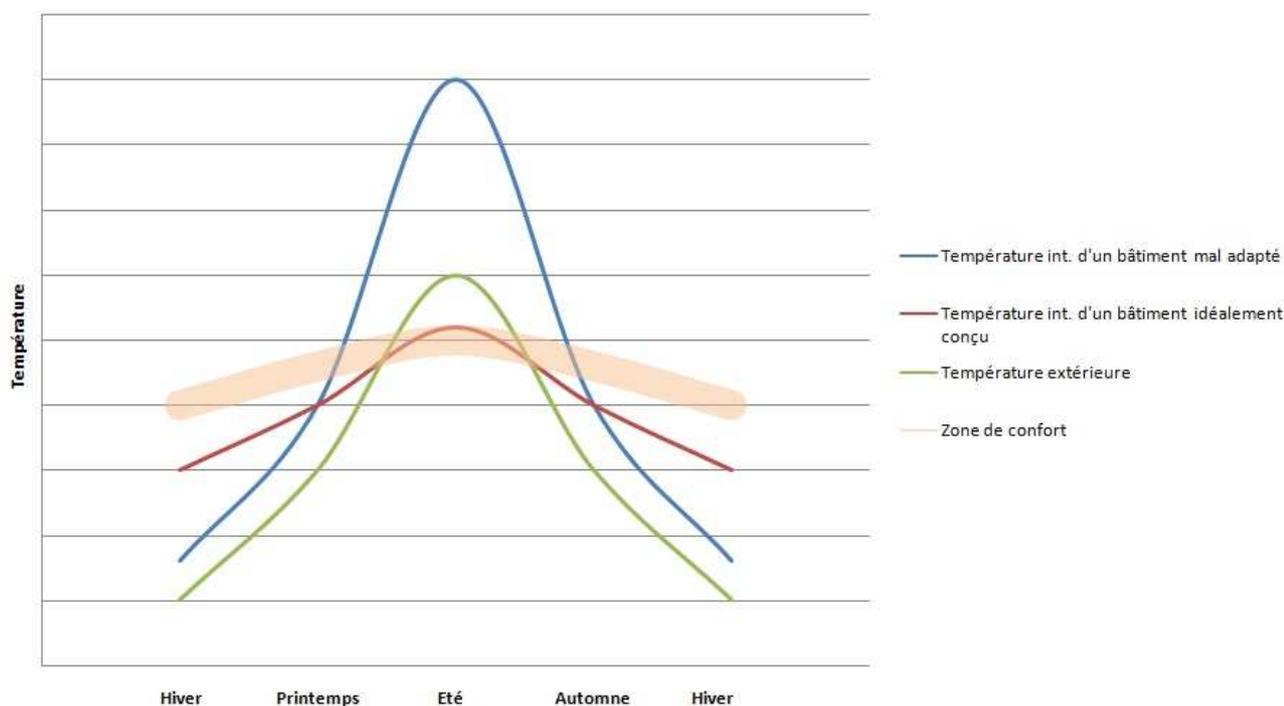
#### ➤ Eté

L'inertie permettra de garder de la fraîcheur à l'intérieur en stockant le surplus de calories dans la paroi, notamment en toiture. Cependant, on veillera à « décharger » les masses thermiques avec une ventilation la nuit, et à les protéger des rayonnements solaires la journée, notamment en façades vitrées côté sud, est et ouest.

#### ➤ Hiver

En construction bioclimatique, les masses thermiques devront recevoir le rayonnement solaire en journée, stocker l'énergie et la redistribuer sur les périodes fraîches, plus ou moins longues (soirée, nuit, jours suivants).

En construction plus « conventionnelle » (non bioclimatique), les masses thermiques pourront emmagasiner l'énergie thermique intérieure du bâtiment émise par différents système de chauffage : poêle à bois, etc.



*Courbes de températures intérieures (courbes bleues et rouges) par rapport à la température extérieure (courbe verte) et à la zone de confort (courbe chaire).*

En hiver, on constate qu'il est important de stocker des calories afin de s'approcher de la zone de confort, et de s'éloigner de la température extérieure.

En été, un bâtiment idéalement conçu permet d'être dans la zone de confort et en dessous de la température extérieure.

Un bâtiment non adapté engendre des dépenses énergétiques supplémentaires pour le chauffage en hiver et le rafraîchissement en été.