

# LE CONFORT

CLAUDE LEFRANÇOIS

COMMENT Y PARVENIR ?  
CONFORT THERMIQUE  
REVÊTEMENTS  
PRINCIPES DU CHAUFFAGE  
GESTION DE LA CHALEUR



## Sommaire

<b>1 Confort dans l'habitat : comment y parvenir ?</b>	<b>5</b>
1.1 De quoi dépend le confort ?	7
1.1.1 Le vent	8
1.1.2 L'humidité	8
1.1.3 La température	8
1.2 Que faut-il faire pour ressentir du confort ?	8
1.2.1 Stabiliser l'humidité relative aux environs de 50 à 55 %	9
1.2.1.1 Limiter les courants d'air	9
1.2.1.2 Défauts d'étanchéité	10
1.2.1.3 Convections internes	10
1.2.2 Augmenter la stabilité de la température	11
1.2.3 Choisir des matériaux intérieurs à faible diffusivité et forte effusivité	11
1.2.4 La diffusivité	12
1.2.5 L'effusivité	12
1.2.6 Le déphasage	12
1.2.7 Chauffer pour compenser	13
1.3 Qu'en retenir ?	14
<b>2 Comment atteindre un bon confort thermique dans l'habitat ancien en pierre ?</b>	<b>15</b>
2.1 Situation des murs d'origine	16
2.2 Isolation par l'extérieur (ITE)	16
2.2.1 Les ponts thermiques	17
2.2.2 L'inertie	17
2.2.3 Le point de rosée	18
2.2.4 Risque	18
2.2.5 Conclusion de l'ITE	19
2.3 Isolation par l'intérieur (ITI)	19

2.3.1 Les ponts thermiques	20
2.3.2 L'inertie	20
2.3.3 Point de rosée	20
2.3.3.1 Risque	20
2.3.4 Conclusion de l'ITI	20
2.4 Enduit correcteur d'effusivité	21
2.5 Qu'en retenir ?	22
<b>3 Les parements intérieurs des parois extérieures</b>	<b>23</b>
3.1 Les parements intérieurs : une parade aux limites des parois massives anciennes	24
3.1.1 Parements favorisant l'émission d'infrarouges	25
3.1.1.1 Effusivité	26
3.1.1.2 Diffusivité	27
3.1.1.3 Chaleur spécifique	27
3.1.1.4 Densité	27
3.1.1.5 Matériaux à faible émissivité	27
3.1.1.6 D'origine cellulosique intégrale	28
3.1.1.7 Combinaison de matériaux d'origines végétale et minérale	28
3.1.1.8 Selon leur destination	29
3.1.2 Parements favorisant l'accumulation de chaleur	29
3.1.2.1 Densité	30
3.1.2.2 Diffusivité	30
3.1.2.3 Chaleur spécifique	31
3.1.2.4 Effusivité	31
3.1.3 Qualité commune aux deux types de parements	31
3.2 Qu'en retenir	32
<b>4 Les principes du chauffage</b>	<b>34</b>
4.1 Confort	35
4.2 Avoir trop froid	35

4.3 Production des calories pour le chauffage et production de l'Eau Chaude Sanitaire (ECS)	37
4.3.1 Puissance nécessaire	38
4.3.2 Équipement unique ou appareils multiples ?	38
4.3.3 Espace pour installer l'équipement	38
4.3.4 Équipements annexes	39
4.3.4.1 Type d'énergie	39
4.3.5 Transport	40
4.3.6 Distribution de la chaleur dans les diverses pièces : mettre la chaleur à notre service	42
4.4 Qu'en retenir ?	42
<b>5 Les principes de la gestion de la chaleur l'été</b>	<b>44</b>
5.1 Préalable	45
5.1.1 Rappel des principes de l'excès de "chaud"	46
5.1.2 La chaleur	47
5.1.3 Principes généraux de l'évacuation de la chaleur	48
5.2 Principes simples et peu énergivores	49
5.3 Principes plus complexes et/ou énergivores	50
5.4 Puits canadien	50
5.4.1 Les avantages et les limites de ce(s) système(s)	51
5.5 Climatisation active	52
5.5.0.1 Les avantages et les limites de ce système	53
5.6 Matériaux	53
5.7 Exploitation	55
5.8 Evolutions souhaitables au niveau législatif	56
5.9 Qu'en retenir ?	56
<b>5.10 Conclusion générale</b>	<b>57</b>
<b>6 lire – Très important</b>	<b>59</b>

# 1 Confort dans l'habitat : comment y parvenir ?

Le confort est l'objectif n°1 des particuliers qui font réaliser des travaux d'amélioration énergétique dans leur maison.

L'ADEME vient de faire réaliser une étude sur les motivations des particuliers pour faire réaliser des travaux d'amélioration énergétique dans leur habitat.

Mais au fait, c'est quoi, le confort ? À chacun le sien ?

Il a été et est toujours claironné qu'il est lié à la température ambiante. Est-ce exact ? Est-ce suffisant ?

Cette affirmation, souvent péremptoire, faisant son petit effet, il a été admis que tel est le cas : le confort, c'est la température de l'air ambiant !

Que de concepts, labels, directives, normes, réglementations au nom de ce qui, au fil du temps, a été élevé au rang de priorité absolue. Mais est-ce juste ? Est-ce un diktat ? La réponse est oui. Dans ce paragraphe, je vous dirai pourquoi je considère que ce diktat nous a entraîné et nous entraîne encore sur une voie unique qui n'est pas sans intérêt, mais ne s'avère pas aussi royale qu'on le dit.

Qu'est-ce que le confort ?

Il est difficile de donner une définition du confort thermique.

Rappelons simplement que chacun a la sienne, en fonction de ses attentes et de ses aspirations, mais aussi de son environnement climatique, de sa culture et de ses habitudes de vie.

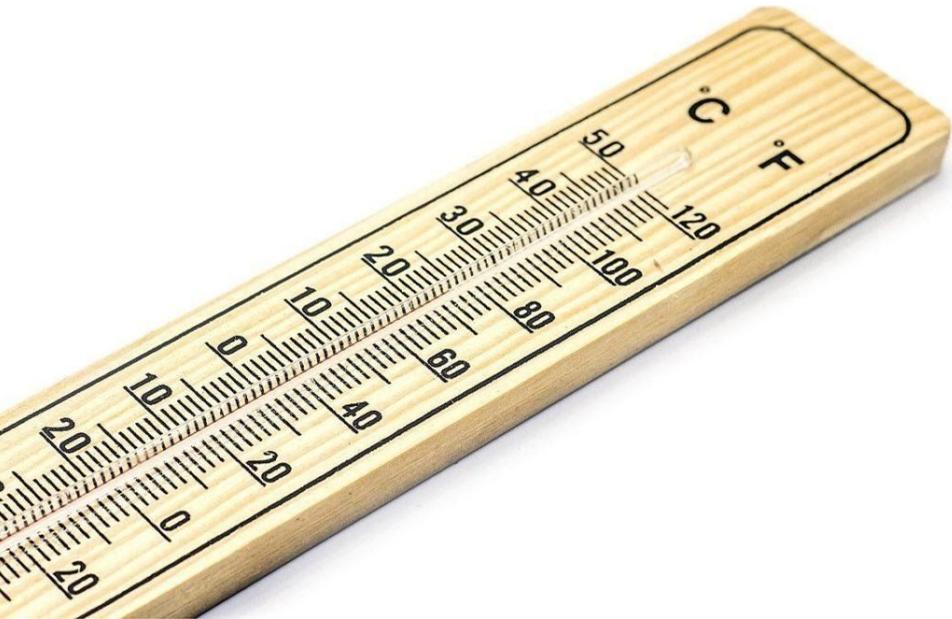
Il est possible de concevoir le confort comme une sensation de bien-être.



En ce qui concerne le rapport direct confort/chaleur, le sentiment général de confort se situe entre 18 et 27°. L'humidité relative idéale de l'air, pour l'immense majorité d'entre nous, va de 45 à 60 %.

Température légale dans un habitat

Une température moyenne a été instaurée en France, par le décret n°[79907 du 22 octobre 1979](#). Elle est à l'heure actuelle de 18 à 19 degrés, une fourchette très étroite.



[L'isolation permet de limiter les fuites de calories.](#) Pour maintenir un habitat dans la tranche des 18 à 19° légaux, il faudra forcément moins chauffer si ses parois sont isolées.

Ces températures ont été retenues pour assurer un équilibre entre salubrité et consommation d'énergie.

Et le confort dans tout ça ?

## 1.1 De quoi dépend le confort ?

Rappel des critères dont dépend la sensation de confort.

**Les pertes de calories de notre enveloppe corporelle (par la peau) sont la source principale de ressenti d'inconfort.**

---

<sup>1</sup> Source photo : Pixabay [ChillsOFFear](#)

### 1.1.1 Le vent

**Un courant d'air**, même une simple [convection](#) (vidéo), **favorise l'évaporation de l'eau de surface de notre peau**. Cette évaporation **favorise la baisse de température** (transformation [endothermique](#)).

### 1.1.2 L'humidité

**L'humidité a une influence** importante, directe et indirecte sur le confort.

L'[influence directe](#) (vidéo) résulte **du fait que l'eau est le vecteur d'échange entre l'air et la peau**. Un air sec captera moins de calories par contact direct avec un élément qu'un air humide.

L'influence indirecte résulte du fait qu'**un élément humide transporte plus rapidement les calories**.

### 1.1.3 La température

**La température** est influente. Elle est toujours présentée comme prépondérante, voire tel le seul paramètre sur lequel il serait possible (nécessaire ?) d'agir.

En fait, elle **est surtout la variable d'ajustement la plus simple pour compenser un sentiment d'inconfort**, soit en améliorant la perception de nos capteurs sensoriels, soit en améliorant une des causes des pertes.

## 1.2 Que faut-il faire pour ressentir du confort ?

Mener les actions décrites ci-dessous.

## 1.2.1 Stabiliser l'humidité relative aux environs de 50 à 55 %

L'HR est une notion difficile à appréhender. **Un air est dit à 0 % d'HR lorsqu'il ne peut**, en aucune manière, s'y **générer un point de rosée**.

**Un air est dit à 100 % d'HR** non pas quand il est constitué d'eau liquide, mais **quand la vapeur d'eau s'y condense** (impossible dans l'air d'un habitat, car il y pleuvrait).

À teneur stable d'eau dans de l'air, la température de ce dernier fera varier son HR.

Si sa teneur absolue en eau varie, il faudra agir sur sa température pour stabiliser son HR.

**L'HR de l'air croît très vite en fonction de sa teneur en eau. Il faut augmenter considérablement sa température pour la faire baisser.**

**Pour chauffer moins et rester en zone de confort**, il faut **se donner pour objectif une teneur absolue en eau de 7 g par kg d'air** et une valeur quasi médiane de la HR (55%) pour ressentir du confort.

Ceci impose de renouveler l'air.

### 1.2.1.1 Limiter les courants d'air

Ils sont de deux ordres, les courants d'air **générés par des défauts d'étanchéité** dans les parois extérieures et les **convections générées par des différences de température** entre deux points d'un même volume.



### 1.2.1.2 Défauts d'étanchéité

En plus de menuiseries désormais très performantes dans ce domaine, diverses solutions sont proposées pour réaliser cette étanchéité au vent, la plus communément étant l'**adjonction d'un pare-vapeur membrane**.

Il faut toutefois, là aussi, se poser la question du niveau de performance à atteindre selon le type d'habitat.

### 1.2.1.3 Convections internes

Pour les éviter, **il faut que les besoins en chauffage soient faibles** et résolus par des équipements les moins ponctuels

---

<sup>2</sup> Source photo : Pixabay [Mylene](#)

possible, **chauffant par rayonnement plutôt que par convection ou air pulsé.**

Le pire, dans ce domaine, est les chauffages à air pulsé. Nous faisons bien la différence entre de l'air pulsé et de l'air renouvelé.

Il faut également que l'ensemble des éléments constitutifs de l'habitat, allant de la **structure** jusqu'aux éléments contenus (**meubles et équipements**), soit à des **températures les plus proches possible** (vidéo).

### 1.2.2 Augmenter la stabilité de la température

Pour qu'une température intérieure soit stable, il faut bien sûr éviter les fuites de calories, mais surtout intégrer de l'**inertie dans l'habitat.**

Ceci peut se faire de plusieurs façons, à chaque fois liées soit à une intégration au bâti, soit par apport de masse de la part des meubles et/ou des équipements (par exemple un **poêle de masse**).

**Rien, dans la législation, ne vient l'imposer, pas même le préconiser.**

### 1.2.3 Choisir des matériaux intérieurs à faible diffusivité et forte effusivité

**Pour un matériau** donné, sa **diffusivité** et son **effusivité** dépendent de sa **conductivité thermique** (son  $\lambda$ ), de sa **capacité thermique massique** ( $c$ ) et de sa **masse volumique** ( $\rho$ ).

**Une troisième vient s'y ajouter : le déphasage.** Pour le calculer, il faut prendre en compte deux autres données, l'oscillation de la température extérieure ( $T$ ) ainsi que l'épaisseur de matériau mis en œuvre ( $e$ ).

Les trois caractéristiques dépendent en grande partie des mêmes valeurs (**chaleur spécifique, épaisseur et lambda**). Il en ressort

qu'elles sont donc intimement imbriquées, mais expriment des capacités différentes.

### 1.2.4 La diffusivité

La **diffusivité** est la vitesse de déplacement des calories dans un corps. Plus elle est faible, moins vite la chaleur se déplace dans la matière concernée.

Sa formule est :  $D = \lambda / (\rho \times c)$ .

Elle contribue à maintenir la chaleur vers la source d'émission, à l'intérieur l'hiver et à l'extérieur l'été, et à faire monter la température de la face du matériau ainsi exposée.

### 1.2.5 L'effusivité

L'**effusivité** thermique caractérise la capacité d'un matériau à échanger de la chaleur avec son environnement.

Sa formule est  $\sqrt{\lambda \times \rho \times c}$ .

Un matériau à faible effusivité absorbe peu de chaleur et contribue à la renvoyer par rayonnement.

### 1.2.6 Le déphasage

Le **déphasage** (vidéo) exprime le temps nécessaire pour qu'une calorie traverse un matériau.

Il est dépendant des mêmes valeurs que la diffusivité et l'effusivité  $\lambda$ ,  $\rho$  et  $c$ , auxquelles viennent s'ajouter l'oscillation de la température extérieure (T) ainsi que l'épaisseur de matériau mis en œuvre (e).

**Rien, là non plus, pour aucun des critères ci-avant, ne les impose, pas même ne les préconise.**



### 1.2.7 Chauffer pour compenser

**Si tout ce qui précède n'a pas suffi, il faudra chauffer pour compenser.**<sup>3</sup>Lorsque nous parlons chauffage, il faut différencier deux choses : **la production de chaleur et sa diffusion.**

**La production** est confiée à l'appareil de chauffage, **celui qui capte ou génère les calories** (capteur solaire, chaudière, poêle ...).

**La diffusion** est confiée au **moyen de la transmission de la chaleur** (radiateur, panneau rayonnant, plinthes chauffantes, poêle ...).

**Certains équipements peuvent assurer les deux fonctions**, les poêles par exemple.

---

<sup>3</sup> Source photo : Pixabay : [tookapic](#)

**Faute d'avoir prévu de quoi l'éviter, c'est la seule voie possible pour atteindre un bon niveau de confort, donc, forcément, elle est largement utilisée.**

## **1.3 Qu'en retenir ?**

Nous venons de développer **en quoi nous pensons que nous faisons fausse route** en ayant misé uniquement **sur la recherche d'efficacité énergétique orientée vers l'économie d'énergie.**

**Nous ne dénions pas l'intérêt** d'aller vers des consommations moindres grâce à **l'isolation des parois extérieures.**

Cependant, **nous avons explicité en quoi**, si cet objectif recherché est effectivement atteint, vu les solutions les plus couramment retenues et mises en œuvre, **le confort n'est pas au rendez-vous ...**

**Cela, sauf à chauffer à des températures supérieures** à celles préconisées par la législation, ce qui est quand même un vrai paradoxe et va un tant soit peu à l'opposé de ce qui nous est demandé et ... promis.

**Nous pensons que d'autres voies, d'autres solutions, sont possibles.**

Elles permettraient d'atteindre cet objectif de consommation moindre d'énergie pour chauffer tout en atteignant celui du confort ... en respectant les températures légales.

## 2 Comment atteindre un bon confort thermique dans l'habitat ancien en pierre ?<sup>4</sup>



Voilà bien une aspiration légitime : **disposer d'un confort le plus correct possible**, quel que soit le type ou l'âge de la maison.

Cependant, si cette aspiration est légitime, il est en même temps nécessaire de **respecter la nature de la maison**, en faisant que cette maison ancienne, si elle nous a précédés, puisse nous survivre.

---

<sup>4</sup> Source photo : Pixabay [\\_christels](#)

Ces aspirations au confort et à la pérennité de la maison ne doivent pas non plus occulter le nécessaire **respect de la santé des futurs occupants, de leur environnement** propre et, aussi, de l'environnement en général.

Dans **cet article**, nous aborderons un type de maison bien précis, probablement le plus répandu sur notre territoire, **les maisons anciennes à murs en pierre**.

## 2.1 Situation des murs d'origine

Murs construits sur **fondations cyclopéennes**, donc sans rupteur de **remontées capillaires**.

Selon les moyens du propriétaire d'origine, selon les ressources locales, selon le savoir-faire de l'homme de l'art, ils ont été assemblés soit à la terre soit avec un mortier à base de chaux.

Les murs en pierre apportent beaucoup d'inertie, mais aussi un bon déphasage.

Ils **perspirent de correctement à très moyennement**, voire mal, ils sont plus ou moins **sujets aux remontées capillaires** selon la nature des pierres que les composent et leur effusivité est très mauvaise.

Que peut-on faire et comment tirer le meilleur parti de ces murs ?

## 2.2 Isolation par l'extérieur (ITE)

C'est la solution la plus préconisée.

**Ce système**, de plus en plus **universellement préconisé**, **l'est-il sur analyse objective ou de façon péremptoire ?**

## 2.2.1 Les ponts thermiques

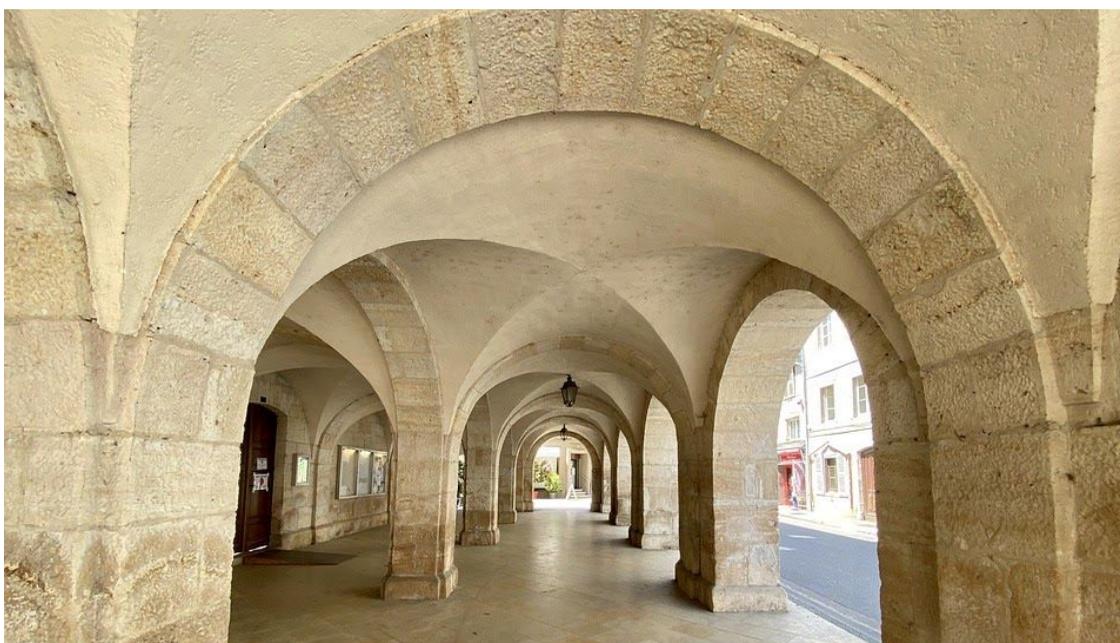
D'origine, **ces maisons n'en présentent pas de pont thermique au niveau des planchers d'étage**, ils sont réalisés en bois. Ceux liés aux murs sont principalement dus aux **murs de refend**. Le plus souvent, ces maisons n'en comptent qu'un seul, celui qui, au médian du bâtiment, permet de soutenir les solives et le toit.

Incontestablement, **l'ITE les éradique, mais c'est s'imposer beaucoup de dépenses** au plan environnemental, des ressources et l'énergie grise pour une économie qui sera très faible, d'au mieux quelques **pour-cent**.

**Les éradiquer ne change rien au niveau du confort** qui, lui, est [plus dépendant de l'effusivité des parois](#).

## 2.2.2 L'inertie

Argument juste, **ces murs représentent effectivement une très grande capacité de stockage de chaleur**.



<sup>5</sup>Mais **a-t-on besoin**, dans une maison, **de nombreuses dizaines de tonnes de matériaux** pour stabiliser la température ?

La densité moyenne de murs en pierre, variable selon le type de pierre, est de 2,2 tonnes au m<sup>3</sup>. Un mur de refend de 6 mètres de long, 2,5 mètres de haut et 50 cm d'épais, somme toute modeste, c'est déjà 16,5 tonnes de matériaux. ajoutons-y les parements, plus denses, on arrive vite à 20 tonnes.

Nous avons testé l'implantation de murs massifs (béton de gravier et chaux) dans des maisons à ossature bois, isolées avec de la ouate de cellulose, donc isolant apportant déjà un peu de capacité thermique massique. **Nous avons constaté que, dans de telles configurations, entre 800 kg et 1 tonne de matériau à forte inertie par tranche de 10 m<sup>2</sup> habitable apportent une excellente stabilisation de la température** sur des amplitudes de 24 à 36 heures. Selon notre expérience, il apparaît donc, clairement, que les murs de refend peuvent valablement, à eux seuls, assurer la stabilisation de la température.

### 2.2.3 Le point de rosée

**Le point de rosée est le moment où de la vapeur d'eau se condense** pour donner de l'eau liquide. Ce phénomène est consécutif à deux causes possibles : augmentation de la teneur absolue d'eau dans l'air, baisse de la température de l'air. À noter que les deux peuvent se combiner.

### 2.2.4 Risque

**Si l'isolant utilisé est fermé aux migrations d'eau** (mousses PU, PE ...), **qu'en sera-t-il de la nécessaire évaporation des remontées capillaires ?**

Elles ne vont pas s'évaporer, ou s'évaporer à l'intérieur du bâti. Dans les deux cas, c'est un inconvénient.

---

<sup>5</sup> Source photo : Pixabay [GBonzoms](#)

En effet, **si elles ne peuvent pas s'évaporer, elles continueront leur progression dans les parois**, y [causant des désordres](#) qui peuvent avoir de lourdes conséquences.

**Si elles s'évaporent vers l'intérieur, elles vont contribuer à augmenter la teneur d'eau dans l'air.** [Les conséquences sont alors multiples](#) : [inconfort ressenti](#), [condensations possibles sur les murs](#), [moisissures](#), [maladies des voies aériennes](#) ...

## 2.2.5 Conclusion de l'ITE

**Son principal avantage** (capacité de stockage de calories), **est peu connu, donc non utilisé.**

Si cette solution de l'ITE est retenue, **il faudra veiller au bon choix de l'isolant**, particulièrement au niveau de ses capacités de perspiration, ainsi que **bien choisir le parement extérieur final** pour ne pas « enfermer » l'eau dans la paroi.

Il faut garder à l'esprit que, pour que le confort ressenti soit d'un bon niveau, il faudra maintenir une grosse masse de matériaux à une température la plus proche possible de celle de l'air, à savoir entre 18 et 19°. C'est certes possible et peut même être bénéfique pour le confort, mais cela nécessite un chauffage constant et régulier.

## 2.3 Isolation par l'intérieur (ITI)

[Cette solution](#) a été beaucoup mise en œuvre dans le passé. Elle a apporté son lot de bonheur ... et de déceptions.



6

Les résultats obtenus **ont permis de réaliser de belles économies d'énergie de**

**chauffage**, ce qui, nous le rappelons, **n'est pas la même chose qu'augmenter le confort**.

### 2.3.1 Les ponts thermiques

Si, effectivement, et pour autant qu'ils existent, les ponts thermiques des nez de dalle ne sont pas traités, **cette solution permet cependant, de façon plus simple et certaine** (que l'isolation du toit soit faite par l'intérieur ou par l'extérieur), **de traiter le pont thermique des sommets de mur** au droit de leur débouché en toiture, ne laissant non traités que ceux des murs de refend.

### 2.3.2 L'inertie

**Certes, cette solution réduit la masse de matériaux susceptibles d'accumuler les calories** et donc de lisser les pics de température. Toutefois, cette diminution **ne remet pas en cause cette fonction, car quantité résiduelle suffisante** (avec le ou les murs de refend).

### 2.3.3 Point de rosée

**Les remontées capillaires** devront être gérées en **favorisant leur évaporation par l'extérieur**, ce qui suppose de **faire les bons choix en ce qui concerne les parements** (s'interdire, dans ce cas de figure tout particulièrement), l'emploi d'enduits ou de peinture extérieurs étanchéifiants).

#### 2.3.3.1 Risque

**Afin d'éviter au maximum tout risque de point de rosée**, particulièrement en présence de murs en pierre à faible capillarité, certes jointoyés au mortier de chaux, mais à joints peu épais, donc à perspiration réduite, il faudra favoriser l'évaporation vers l'intérieur.

**Il faudra bien sûr choisir un isolant disposant d'un bon  $\mu$ .**

### 2.3.4 Conclusion de l'ITI

Si cette solution est retenue, il faudra bien choisir l'isolant.

**Afin de favoriser la migration de l'eau, il sera nécessaire que l'isolant dispose de bonnes capacités de perspiration et qu'il soit en contact le plus continu possible avec le mur.**

**Il devra aussi disposer de bonnes capacités en termes de diffusivité.**

**Il est impératif de prévoir un [pare-vapeur](#) en complément régulateur des transits de vapeur d'eau. [Nous vous conseillons](#), avec ce système, un PV hygro-variable.**

**L'effusivité sera, ici, confiée au parement intérieur final. Ce dernier devra, en plus, disposer d'une bonne capacité thermique massique ([cf notre tableau](#)).**

## **2.4 Enduit correcteur d'effusivité**

**Il s'agit d'une troisième voie, beaucoup moins préconisée par la législation ni par les normes, et donc, forcément, beaucoup moins pratiquée.**

**Le sentiment de confort est déterminé principalement par le [teneur en vapeur d'eau de l'air ambiant](#) et par le [rayonnement](#) (vidéo) des éléments composant le bâti que par tout autre élément, y compris la température de l'air.**

**Il apparaît même que la température de confort pourra être abaissée si les éléments ci-dessus sont d'un bon niveau.**

**Pour améliorer le confort de ces maisons du fait de leurs parois extérieures, il est très pertinent de leur appliquer un enduit intérieur correcteur d'effusivité.**

**Non seulement il assurera un niveau de confort supérieur, mais, il assurera une continuité dans la nature du mur, en permettra une excellente perspiration, ne coupera pas complètement des capacités d'inertie et permettra de rester « dans l'esprit » de ces types de maison.**

**Les enduits à base de terre/paille, chaux/chènevotte de chanvre** ou de même nature, moins épais que des complexes isolants conventionnels, **rempliront parfaitement ces fonctions.**

**Un parement bois, tel qu'un lambris,** remplirait très bien ce rôle également.

Une solution, très pratiquée autrefois, sous forme de **tentures tendues aux murs,** serait aussi efficace.

## 2.5 Qu'en retenir ?

Les trois pistes évoquées présentent, l'une ou l'autre, des avantages et des inconvénients.

**Cependant,** en ajoutant aux critères classiques de recherche de performance ceux de respect du bâti et de l'environnement, une faible consommation d'énergie grise, de faibles émissions de gaz à effet de serre, de recyclage et de mise en œuvre de productions locales, **nul doute que nous opterions pour l'enduit correcteur d'effusivité<sup>7</sup>.**

À noter que les **solutions évoquées sont efficaces si elles s'ajoutent à la bonne isolation du toit, à la présence de menuiseries efficaces et bien posées ainsi qu'en présence d'un système de renouvellement d'air digne de ce nom.**

---

<sup>7</sup> Merci à Clément Jamin pour son précieux concours.

### 3 Les parements intérieurs des parois extérieures



Et si les parements intérieurs retrouvaient toutes leurs fonctions au lieu d'être seulement un décor, une touche finale ?

---

<sup>8</sup> Source photo : Pixabay [12019](#)

S'ils retrouvaient leurs fonctions d'antan : l'**étanchéification aux courants d'air**, la **régulation du transit de la vapeur d'eau**, l'**assistance à l'évacuation des remontées capillaires**, la **gestion du rayonnement thermique**, la **régulation de la température**, la **régulation de la teneur de l'air en eau**...

C'est ce que nous allons aborder dans cet article, pour comprendre ce que les parements peuvent apporter au confort actuel, recherché par tous occupants des maisons d'aujourd'hui.

## 3.1 Les parements intérieurs : une parade aux limites des parois massives anciennes

**Il est souvent conseillé d'isoler les murs massifs anciens, mais est-ce la bonne solution ?**

Parfois oui, pour les habitats récents. Cependant, la question mérite réflexion et discernement.

Particulièrement dans l'ancien, les parements peuvent être une solution ou une partie de la solution.

Ces derniers doivent, autant que faire se peut, **cumuler un lambda le plus correct possible** (donc faible), **une perspiration de haut niveau** et une **effusivité la plus basse possible**, synonymes de performance thermique globale correcte.

Dans tous les cas, **la perspiration est incontournable**. Nous ne traiterons donc que de matériaux répondant correctement à ce critère.

Les parements intérieurs n'apportent pas une solution unique. Le ressenti de confort est dépendant, entre autres, du mode d'émission de la chaleur, le rayonnement étant le mode d'émission de chaleur le plus confortable.

**Ils peuvent être réalisés avec des matériaux variables. Certains favorisent l'effusivité (émission rapide d'infrarouges), d'autres travaillent plus du fait de leur chaleur propre.**

Nous classerons les parements selon **deux types de famille**, chacune apportant l'une ou l'autre de ces capacités.

### **3.1.1 Parements favorisant l'émission d'infrarouges**

Le ressenti de confort est en partie généré par la quantité de rayonnement infrarouge que nous, occupants, captons. Ces infrarouges sont eux-mêmes émis par les éléments qui nous entourent, où que nous soyons.

Lorsque nous sommes enfermés dans un habitat, la plus grande surface développée susceptible de nous envoyer du rayonnement infrarouge est bien sûr celle des parois qui nous entourent.

**Tout ce qui est chaud (au-delà du zéro absolu,  $-273^{\circ}\text{C}$ ) rayonne.**

Son rayonnement est dépendant de sa chaleur propre et de son effusivité.

### 3.1.1.1 Effusivité



L'effusivité caractérise la sensation de chaud ou de froid que donne un matériau.

Tout **rayonnement** qui arrive contre un élément sera, selon l'aspect de surface du matériau, **renvoyé et/ou réfléchi si le support est réflecteur** (en partie, des peintures brillantes, des faïences, des vitres et, en totalité, des miroirs). **Les autres surfaces arrêtent les rayonnements et ceux-ci libèrent alors leur énergie sous forme de chaleur.** Les rayonnements qui nous intéressent ici sont dans la gamme des infrarouges.

**Cette chaleur ainsi libérée va, elle-même, être « gérée » par le matériau du parement.**

#### 3.1.1.2 Diffusivité

Si le matériau support est doté d'une **diffusivité élevée**, **les calories captées seront transportées dans son épaisseur**.

#### 3.1.1.3 Chaleur spécifique

Au cas où le parement est constitué d'un **matériau disposant d'une faible chaleur spécifique** (ou capacité thermique massique, c'est la même chose), il sera vite "saturé" et **les calories captées seront ensuite transportées plus loin**, du fait de sa diffusivité.

#### 3.1.1.4 Densité

**Le moyen pour un matériau de contrer une faible chaleur spécifique est qu'il soit dense**. Si sa densité est faible, alors rien n'empêche les calories de migrer très rapidement de la face chaude vers la face froide (de l'intérieur vers l'extérieur l'hiver et inversement l'été).

#### 3.1.1.5 Matériaux à faible émissivité

**Les matériaux qui, globalement, répondent aux caractéristiques présentées ci-dessus sont dits « à faible émissivité ».**

Parmi ceux-ci, nous comptons **tous les isolants végétaux**, mais ils peuvent rarement être conservés brut d'aspect.

Il est possible de les combiner avec un parement en contact direct, lui-même pourvu d'une bonne émissivité (faible).



**D'autres matériaux disposent de cette qualité.** Émettant beaucoup de rayonnement infrarouge, ils permettent d'atteindre une sensation de confort à des températures inférieures à celles requises en présence de chauffage par convection.

**Chauffant moins, les occupants consomment moins d'énergie : CQFD !**

#### 3.1.1.6 D'origine cellulosique intégrale

**Nous pensons particulièrement aux parements bois** (lambris, panneaux massifs, bardages...).

#### 3.1.1.7 Combinaison de matériaux d'origines végétale et minérale

Le plus souvent, il s'agit d'**enduits directement appliqués sur le matériau porteur ou occultant.**

Ces derniers peuvent être, par exemple, un remplissage paille, une paroi en pisé, en pierre, en bauge...

---

<sup>9</sup> Photo personnelle de l'auteur

Nous trouvons dans cette [famille](#) (vidéo) **tous les enduits composés d'agrégats à base de végétaux (chènevotte de chanvre, pailles diverses, copeaux de bois, etc.) liés avec des mortiers les moins caloporteurs possible (chaux, terre, plâtre, etc.) à l'exclusion totale des liants étanchéifiants et/ou fortement conducteurs des calories (ciment Portland par exemple).**

#### 3.1.1.8 Selon leur destination

Hormis ceux en bois, cloués, vissés ou collés contre les parois porteuses ou les murs de refend, **ces parements, de type enduits légers, sont destinés à être projetés directement contre les parois extérieures.**

Ces parois, du fait de leur nature minérale, disposent de piètres qualités thermiques et leur masse importante rend difficile de les maintenir à un niveau élevé de température. Pour qu'ils soient confortables, il faudrait les chauffer beaucoup, ce qui est loin d'être évident.

Pour compenser ces handicaps, **il faut en améliorer la face exposée à la partie habitable.**

**C'est la fonction de ces enduits** ou parements naturellement et rapidement émetteurs d'infrarouge, dits aussi « **enduits correcteurs d'effusivité** ».

### **3.1.2 Parements favorisant l'accumulation de chaleur**

À l'opposé des précédents, qui travaillent sur une captation des infrarouges, mais un non-stockage, et renvoient au plus vite le rayonnement, **les parements favorisant l'accumulation de chaleur travaillent aussi sur le rayonnement, mais, du fait de leur capacité à accumuler beaucoup d'énergie dans leur masse, stockent les calories.**



10

Dans l'ordre d'importance, leurs qualités sont les suivantes :

### 3.1.2.1 Densité

**Leur masse volumique importante**, de l'ordre de 1 600 à 2 000 Kg/m<sup>3</sup>, **permet à ces parements de capter beaucoup de calories et de les stocker durablement.**

Ils peuvent, de ce fait, **rayonner de façon très importante** et, chose primordiale, durablement, ce qui **stabilise la température**, une des conditions du ressenti de confort.

### 3.1.2.2 Diffusivité

**Du fait de leur diffusivité élevée**, la deuxième qualité de ces parements est leur capacité à transporter rapidement les

---

<sup>10</sup> Source photo : Pixabay [.jpduretz](#)

**calories dans leur masse.** Ils ne libèrent donc pas immédiatement la chaleur stockée.

### 3.1.2.3 Chaleur spécifique

**Ces matériaux ne présentent pas des valeurs époustouflantes,** de l'ordre de 1 000 J/kg/K pour la plupart des mortiers à base de liant minéral (chaux diverses ou terre naturelle), contre 2 000 J/kg/K pour des matériaux d'origine végétale. Pour rappel, plus le chiffre est petit, plus faible est la capacité d'un matériau à stocker des calories par Kg. En revanche, ils compensent par un poids volumique important.

### 3.1.2.4 Effusivité

**Elle est mauvaise,** avec des valeurs très élevées, donc une faible propension à rayonner. **Pour compenser, les parements doivent être chauds,** c'est seulement alors qu'ils nous apportent les bienfaits de leurs infrarouges.

## 3.1.3 Qualité commune aux deux types de parements

Ayant **retenu uniquement des matériaux à fortes capacités de perspiration,** ces parements ne s'opposent pas, bien au contraire, aux flux de vapeur dans leur épaisseur. Ceci contribue à l'évacuation potentielle de l'humidité qui se trouverait en excès dans l'air ambiant.

Bien que peu épais, **leur surface totale cumulée leur permet d'atteindre un volume important.** Ils sont, en plus de leur perspiration, dotés de très bonnes capacités hygroscopiques.

Cette qualité **leur permet de stocker et réguler la teneur de l'air ambiant en eau,** contribuant ainsi à les maintenir à des niveaux faibles d'Humidité Absolue (HA).

Ceci, *in fine*, permet, à une température moindre, de disposer d'une Humidité Relative (HR) proche de celle du niveau idéal de ressenti de confort (55 %).

**Attendu que notre ressenti de confort en dépend**, attendu que plus le niveau d'HA est faible, plus le niveau correct d'HR est atteint à une température relativement basse, moins il faut chauffer ... **Moins il faut chauffer, moins nous consommons et moins nous polluons !**

**À nouveau, CQFD !**

## **3.2 Qu'en retenir**

**Les parements ont un réel impact sur le confort d'un habitat.**

Ils sont l'interface entre nous et le bâti. À ce titre, ils participent de façon très importante aux ressentis de confort ou d'inconfort.

Pour compenser la fuite rapide des calories dans la masse des matériaux des murs lourds tels que ceux en pierre ou en pisé, l'adjonction d'un parement à faible émissivité est tout à fait indiqué.

Pour compenser l'absence d'inertie dans certains types de **constructions dites légères** (eu égard non pas à leur absence de solidité, mais du fait du moindre poids de leurs éléments), **il est vivement conseillé d'adjoindre des parements lourds** sur la face intérieure des parois extérieures.

Il importe en effet d'adopter un **nouveau paradigme : bilan global de consommation de ressources et d'énergie à l'installation, à l'exploitation, à l'entretien, au remplacement éventuel, à la déconstruction et, enfin, au recyclage de tout ce qui constitue la vie d'un système.**

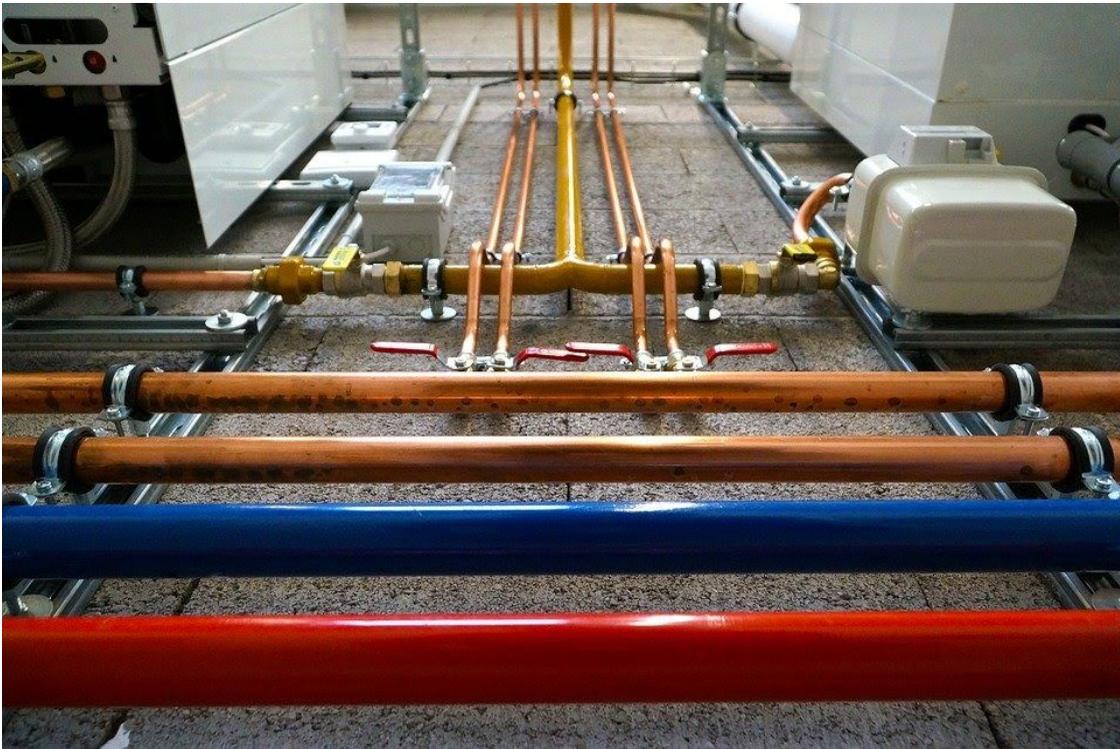
Si l'on admet que l'objectif n'est pas nécessairement et exclusivement celui de la performance pour la performance (isolante) mais de la recherche du ressenti de confort au moindre coût, alors il peut être très judicieux d'opter pour des **parements correcteurs d'effusivité.**

Le ressenti de confort en est amélioré, **ce qui permet de s'y sentir bien tout en chauffant à moindre température.** Ce moindre

chauffage engendre aussi une **économie réelle à l'exploitation**, ceci même sans isolation préalable.

**La nature de ces parements, perspirants et intégrant souvent une partie des mêmes éléments que le bâti porteur, permettra à ce dernier de ne pas le perturber dans ses réponses aux contraintes physiques de son exploitation** (perspirance, souplesse durable permettant de suivre les mouvements du bâti, etc.).

## 4 Les principes du chauffage



11

Il est encore assez universellement admis que seule une température déterminée et considérée comme confortable serait le sésame permettant d'accéder au confort. Mais est-ce exact ?

**Donc, partant du principe qu'il faudrait atteindre une certaine température, il apparaît nécessaire, l'hiver, de prévoir un système de chauffage.**

---

<sup>11</sup> Source photo : Pixabay [5317367](#)

Les besoins seront très différents selon le niveau de fuites du bâti, car **on ne chauffe que pour compenser les pertes**.

Ils seront aussi dépendants de la température à laquelle le confort sera, censément, atteint. Cette cible à déterminer peut être extrêmement variable, tant elle dépend de multiples critères.

Selon l'individu qui l'habite, selon les matériaux utilisés, selon les techniques de construction et d'isolation retenues, **selon la qualité de la réalisation, une même architecture pourra nécessiter peu ou beaucoup de chauffage**.

Cet article a pour objectif de faire le point sur les possibilités disponibles sur le marché afin de répondre à tous les besoins, petits ou grands.

## 4.1 Confort

**La majeure partie des calories que nous perdons sont échangées avec notre environnement via le [rayonnement](#) (vidéo). Le mieux serait de re-capter l'équivalent de ces calories également par rayonnement.**

Ces échanges par rayonnement sont le **premier critère de ressenti de confort ou d'inconfort** selon l'équilibre qu'il y aura ou pas entre les pertes et les gains par ce mode d'échange.

En termes de chauffage, il est possible d'opérer des choix qui permettront d'y répondre.

**Le deuxième critère de ressenti de confort est lié à l'Humidité Relative (HR) de l'air ambiant.**

L'idéal varie selon les individus, mais avoisine toujours 55 % d'HR. Le chauffage seul ne permet d'y [répondre qu'indirectement](#).

## 4.2 Avoir trop froid

Il est possible que les occupants perdent beaucoup de calories. Afin de ne pas nous mettre en danger, **notre organisme est équipé de**

**capteurs divers** et qui analysent en permanence toutes les informations collectées.

Si l'air est trop humide, si le rayonnement est trop faible, il faudra mettre en place rapidement une stratégie adaptée.

**Nous pouvons, le plus généralement, agir de deux façons :** s'habiller plus pour limiter les échanges thermiques avec l'environnement ou chauffer plus.

Une troisième stratégie serait possible, mais avec un temps de réponse beaucoup plus long : travailler l'effusivité des parois avec des matériaux adaptés.

## 4.3 Production des calories pour le chauffage et production de l'Eau Chaude Sanitaire (ECS)



Trop souvent, lorsque le sujet du chauffage est abordé, les réflexions et les questions s'orientent exclusivement sur le **moyen de production de la chaleur** : poêle de masse, poêle à granulés, fourneau bouilleur, chaudière, radiateur électrique, équipement solaire...

Bien évidemment, **ce point est important, mais est-il prépondérant ?** Non, il n'est que le moyen de produire les calories

---

<sup>12</sup> Source photo : Pixabay : [Vladvictoria](https://pixabay.com/fr/photos/feu-feu-de-camp-1000000000/)

destinées à compenser les pertes pour amener au niveau de confort requis.

À noter que chaque type d'appareil, et c'est bien normal, présente des avantages et des inconvénients ; aucun n'est totalement parfait.

Pour choisir l'un ou l'autre, plusieurs critères sont à prendre en compte.

### 4.3.1 Puissance nécessaire

Si une maison est très performante thermiquement, ce qui devrait être le cas au moins pour les projets de construction neuve, les besoins de production de calories pour le chauffage seront très faibles.

**Faudra-t-il se limiter à une puissance très faible** si, avec le même équipement, on souhaite produire l'Eau Chaude Sanitaire ?

Faut-il, alors, séparer les deux fonctions et opter pour deux équipements distincts ?

### 4.3.2 Équipement unique ou appareils multiples ?

De nombreuses personnes souhaitent chauffer avec un poêle, à granulés ou à bûches. Cette solution peut s'avérer intéressante pour de multiples raisons, mais, selon la configuration de l'habitat, **selon qu'il est concentré ou « étalé »** (tel que dans une longère), selon la présence ou non d'un mur massif de refend, **il faudra un ou plusieurs appareils.**

### 4.3.3 Espace pour installer l'équipement

**L'espace nécessaire pour installer le système de chauffage sera différent** selon que ce sera un équipement unique qui chauffera l'habitat et l'eau chaude sanitaire ou que le choix se sera porté sur deux équipements distincts.

**Il faudra peut-être aussi, selon le type d'énergie retenue, réaliser une installation de stockage.**

Enfin, les équipements, selon leur complexité, leur performance, et aussi selon le type d'énergie retenue, seront de volume parfois très différent et nécessiteront, *de facto*, plus ou moins d'espace pour leur installation.

### 4.3.4 Équipements annexes

Pour des appareils à combustion, sera-t-il simple, voire possible, d'installer une prise d'air extérieur ainsi que d'y évacuer les gaz de combustion ?

#### 4.3.4.1 Type d'énergie



13

Il est possible de capter ou produire de l'énergie de multiples façons. Au-delà de l'énergie non consommée, la moins chère de toutes évidemment, **certaines sources sont moins chères que d'autres**. Elles peuvent aussi avoir un impact plus ou moins important sur le dérèglement climatique.

<sup>13</sup> Source photo : Pixabay [geralt](#)

**Le soleil étant bien sûr le champion toutes catégories**, opter pour des capteurs directs, en capacité de chauffer un liquide caloporteur et de restituer les calories ainsi captées soit à un réservoir qui fera office de stock tampon, soit en distribution directe, sera, à l'exploitation, la solution la plus économique. Le sera-t-elle à l'utilisation ? Pas certain. Sera-t-elle la plus facile à gérer ? Du fait des fuites possibles, des risques de gel ou de surchauffe, de manque d'ensoleillement, certainement pas.

Opter pour du **bois bûche** dans une région où il est facile d'en acheter ou, mieux encore, pour qui en produit, est probablement un choix très cohérent.

**Récupérer la chaleur de l'air ou de l'eau évacués** dans le cadre du renouvellement d'air ou sur d'autres sources d'énergie peut sembler évident et pertinent. L'est-ce vraiment si les appareils qui le permettront nécessitent plus de ressources et/ou d'énergie pour leur fabrication, leur installation, leur entretien et leur recyclage qu'ils ne seront capables d'en récupérer tout au long de leur durée de vie ? **Non, ce n'est pas forcément pertinent.**

La **géothermie et les pompes à chaleur** peuvent aussi, dans certains cas, être très pertinentes. Le sont-elles toujours ? À étudier au cas par cas !

**Opter pour une énergie fossile ne serait pas, en général, très pertinent.** En revanche, en cas de faible besoin, le choix du gaz, même si encore majoritairement d'origine fossile, peut s'avérer un choix gagnant. En effet, d'une part, certains équipements alimentés au gaz peuvent être de très faible puissance, inférieure à 2 kW, ce qu'aucun équipement autre, si ce n'est à l'électricité ou au solaire, ne peut offrir. D'autre part, il sera produit de plus en plus de gaz d'origine renouvelable (par méthanisation notamment).

**L'électricité**, énergie de chauffage très décriée, peut pourtant, en cas de très faible besoin et même sans passer par une pompe à chaleur, représenter une alternative très pertinente.

## 4.3.5 Transport

**Une fois l'énergie captée ou produite, il faut ensuite la transporter jusqu'au lieu à chauffer.**

Il y a cependant une exception à cette nécessité : les appareils qui, tels que les poêles, les fourneaux bouilleurs ou les inserts dans les foyers, à la fois produisent la chaleur et la restituent.



**Le transfert des calories peut s'opérer via divers produits caloporteurs.** Les plus utilisés, et quasiment les seuls d'ailleurs, sont l'air et l'eau. Autrefois on transportait les calories via du stockage dans des matériaux (briques en terre cuite, bouillottes) ou directement dans des appareils, sous la forme de braises, par exemple dans les [bassinoires](#) ou les [chaufferettes](#) ... Autres temps, autres équipements !

---

<sup>14</sup> Source photo : Pixabay [byrev](#)

### 4.3.6 Distribution de la chaleur dans les diverses pièces : mettre la chaleur à notre service

**C'est du/des moyen(s) de la distribution de la chaleur dont va dépendre le confort** engendré par le chauffage, pas du mode de production de la chaleur.

Nous avons vu que notre organisme perd ses calories très majoritairement par rayonnement et qu'il serait très bien de compenser ces pertes par le même moyen.

La chaleur peut se dissiper de plusieurs façons : par contact direct, [la conduction](#) (vidéo) ; par [convection](#) (vidéo), à savoir le réchauffement d'un fluide au contact d'un corps chaud, ce qui en provoque la dilatation et, par voie de conséquence, la mise en mouvement des particules du fluide ; par [rayonnement](#) (vidéo) (dissipation de chaleur par la lumière).

## 4.4 Qu'en retenir ?

Beaucoup claironnent que « **l'hiver, c'est simple d'avoir chaud, il suffit de chauffer !** »



Quelques-uns, plus sages, disent : « **pour ne pas dépenser trop, il faut isoler.** »

Cette seconde affirmation est un début de sagesse, mais est-ce suffisant ?<sup>15</sup>

Nous devons nous poser ces quelques questions.

D'abord, **pourquoi faudrait-il chauffer ?**

Viennent ensuite : **de combien faudrait-il faire monter la température ? Comment éviter de devoir chauffer beaucoup ?**

Ce qui, *a priori*, semble simple ne l'est pas vraiment, voire est très complexe.

Heureusement, complexe ne veut pas dire impossible à résoudre !

En revanche, ce qui apparaît très nettement, c'est qu'il faut bien analyser et réfléchir en amont de la décision de chauffer.

Se rendre à un salon dédié ou visiter tout magasin spécialisé ne permettra, le plus souvent, que de voir des machines, ce qui est très loin d'être suffisant.

**Il faut, préalablement, se poser la question des conditions requises pour ressentir du confort.** Puis, ceci fait, analyser les besoins, les contraintes et, ensuite seulement, se poser les questions du type d'équipement pour produire la chaleur, de l'énergie qui sera retenue, du mode de transfert et de distribution des calories... Toutes ces questions bien posées, bien pesées, amèneront à des solutions pertinentes, ce qui est l'objectif global !

## 5 Les principes de la gestion de la chaleur l'été



16

Du fait du dérèglement climatique et des canicules qu'il engendre, **le confort d'été devient de plus en plus critique.**

---

<sup>16</sup> Source photo : Pixabay [santiagotorrescl95](https://pixabay.com/users/santiagotorrescl95/)

**Le confort d'été est influencé par de nombreux critères**, dont et principalement par l'architecture et l'exposition de la maison.

Faire la part belle aux ouvertures au sud et à l'ouest pour capter des calories l'hiver a quasiment été élevé au rang de norme, or on en capte aussi l'été... beaucoup plus que l'hiver, sauf à s'en prémunir.

C'est ce que je vais développer ici : les principes de gestion de la chaleur l'été, sous l'aspect passif (matériaux, gestion des ouvertures) et actif (climatisation, puits canadien).

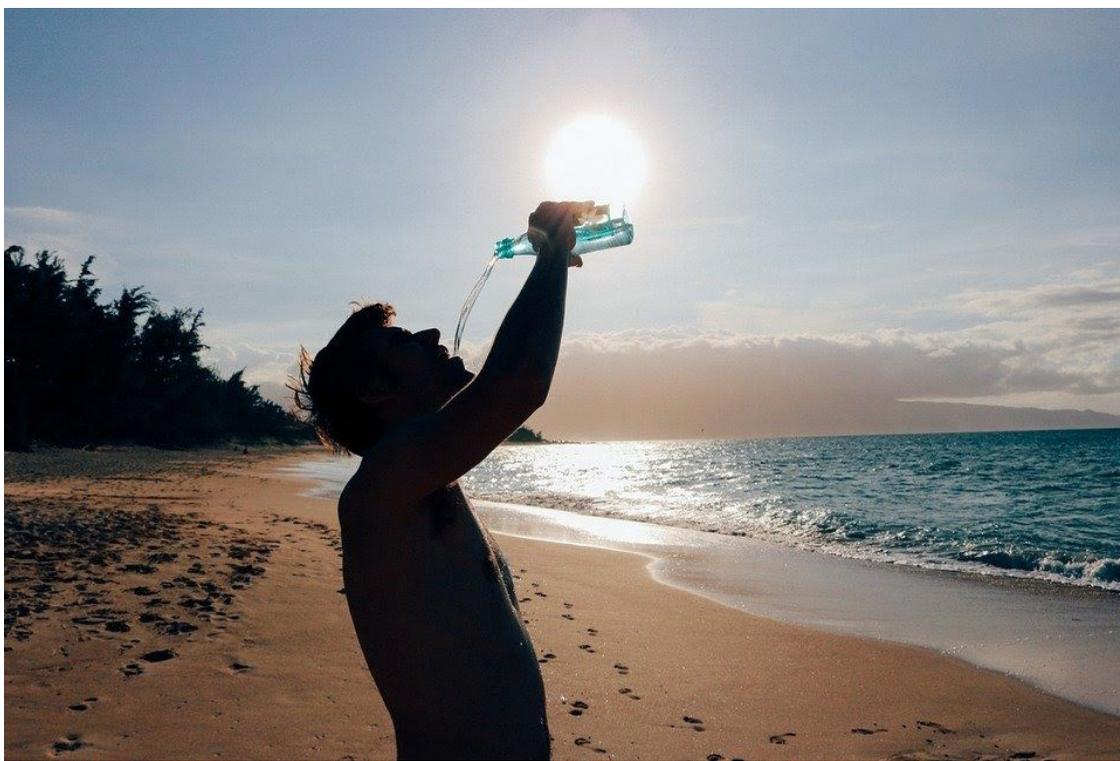
## 5.1 Préalable

**Une conception bioclimatique intelligente atténue considérablement les désagréments** : prévoir des occultations du rayonnement solaire par des écrans naturels, des artifices architecturaux (pergola, avant-toits...), ou encore par des équipements tels que pare-soleil, volets ou autres.

**Bien choisir ses matériaux est important**, particulièrement les isolants.

Privilégier [ceux d'origine biosourcée](#) (vidéo) apporte un meilleur [déphasage](#) (vidéo), retardant ainsi mieux la pénétration de la chaleur.

### 5.1.1 Rappel des principes de l'excès de "chaud"



17

**Trop de chaleur peut, tout autant que pas assez, générer de l'inconfort.**

Il faut gérer l'apport de calories dans l'organisme pour demeurer aux environs **de 37,5°, température moyenne idéale.**

**L'organisme la gère via l'hypothalamus. L'hiver elle active les muscles**, ce qui consomme de l'énergie et dégage de la chaleur (phénomène développé ci-après). **Elle commande la dilatation des vaisseaux** (vasodilatation), accentuant ainsi le flux sanguin, et génère un transfert des calories internes vers la peau. Etant chaude,

---

<sup>17</sup> Source photo : Pixabay [Olichel](#)

la peau déclenche une sudation, laquelle, par **évaporation de l'eau de la sueur**, déclenche une consommation d'énergie (réaction endothermique), d'où une baisse de la température générale. Dit autrement et simplement : **on a évacué de la chaleur**.

## 5.1.2 La chaleur

**Tout corps physique est un assemblage de molécules.**

Au-delà du zéro absolu (-273° C), **elles s'existent et s'entrechoquent, provoquant ainsi la montée en température de la matière**. Plus elle est chaude, plus ses particules sont en mouvement les unes par rapport aux autres.

La chaleur s'échange de 4 façons, [le rayonnement](#) (vidéo), [la convection](#) (vidéo) et [la conduction](#) (vidéo) et enfin, dans les matières qui le permettent, par [changement de phase](#) (passage de l'état liquide à l'état solide ou gazeux et vice versa).

Le changement de phase provoque un échange d'importantes quantités de chaleur entre la matière qui le subit et son milieu environnant.

### 5.1.3 Principes généraux de l'évacuation de la chaleur



L'objectif, sans l'habitat, est d'**évacuer la chaleur en excès** pour en éviter la surchauffe.

**Nos capteurs sensoriels analysent les risques liés à une trop forte température ambiante** (surchauffe, déshydratation, insolation...) et activent les moyens de s'en protéger.

Conditionnés depuis des siècles et de multiples générations, nous mettons en œuvre diverses stratégies de protection.

La plus courante consiste à **rechercher des lieux frais** : par exemple la proximité d'eau.

---

<sup>18</sup> Source photo : [stevepb](#)

Si cette stratégie est insuffisante, notre organisme en déclenche d'autres sous l'impulsion de **l'hypothalamus tel que décrit ci-avant**.

Toute eau sur la peau qui s'évapore engendre **une réaction endothermique, ce qui permet l'évacuation de la chaleur excédentaire**, nous évitant ainsi le fameux "coup de chaleur".

Deux dispositions permettent de limiter ce risque : réduire la température ambiante ou créer des conditions favorables à l'auto-défense de l'organisme.

## 5.2 Principes simples et peu énergivores

Le bon sens est notre meilleur ami : **rechercher des lieux ombragés**, privilégier la présence de végétation car les plantes transpirent : de l'eau s'évapore par leurs feuilles.

Le principe du **changement de phase** (ici passage de l'état liquide à l'état vapeur) a été décrit ci-avant.

**La proximité d'eau** (rivière, lac, mer ou autre) permet une évaporation, toujours le changement de phase de l'eau ; même principe, mêmes effets : baisse de la température ambiante.

Ces principes naturels mais extérieurs, il faut les appliquer dans les habitats : **un linge mouillé suspendu** (une de ses extrémités plongée dans un réservoir d'eau) permet l'évaporation d'eau : un changement de phase... vous connaissez la musique !

**Il est aussi possible d'exploiter le fait que le vent amplifie l'évaporation d'eau** ; s'exposer au courant d'air d'un ventilateur provoque l'évaporation de la sueur sur la peau (bien s'hydrater pour compenser les pertes par transpiration).

**S'humidifier la peau par pulvérisation d'eau** permet de limiter la transpiration tout en bénéficiant de ce qui a été décrit ci-avant..

## 5.3 Principes plus complexes et/ou énergivores

**Ce qui a été décrit ci-avant va d'une consommation de peu d'énergie** (ventilateur) à aucune (les autres systèmes). Ces moyens sont aussi peu consommateurs de ressources et d'énergie pour leur fabrication et mise en œuvre.

**Ceux que j'aborde ci-après, a contrario, nécessitent beaucoup d'énergie** et/ou de ressources pour leur installation ou pour leur exploitation.

Il faut donc ne **les retenir qu'en dernière extrémité**.

## 5.4 Puits canadien

**Son principe, en version aérienne, consiste à capter de l'air extérieur et le faire transiter dans une canalisation enterrée** (on l'appelle aussi puits provençal, puits climatique) et l'insuffler ensuite dans l'habitat. A 1,50 ou 2 mètres de profondeur, été comme hiver, la température du terrain est proche de 12°.

L'été, l'air extérieur puisé à l'extérieur va donc pénétrer moins chaud dans l'habitat que l'air ambiant.

**Ce refroidissement fait baisser son Humidité Relative (HR)**. Il est donc plus sec et peut provoquer plus facilement l'évaporation de l'eau issue de notre transpiration. Comme expliqué ci-avant, ceci favorisera la baisse globale de notre température.

Il provoque aussi une évaporation plus rapide de l'eau dans l'habitat, où qu'elle se situe.

**Il fait baisser la température de l'air ambiant** en se mélangeant à l'air intérieur plus chaud.

**En zone très chaude et humide, cette solution est très performante**, probablement la plus **pertinente** qui soit.

Une autre version de puits canadien, dit “hydraulique”, échange ses calories avec le sol via un serpentín véhiculant un liquide caloporteur, les échanges de calories avec l’air intérieur s’opèrent au travers d’un échangeur.

### 5.4.1 Les avantages et les limites de ce(s) système(s)

Un puits canadien consomme très peu d’énergie en cours de fonctionnement.

**Il est énergivore et consommateur de ressources lors de sa fabrication et son installation. Il ne peut pas être installé partout** : en cas de présence de radon ou si le sol y est peu favorable (tous ne se comportent pas de façon identique en terme de rétention ou transfert de chaleur !).

## 5.5 Climatisation active



**Ce système consiste à refroidir l'air intérieur** afin de générer un "climat" confortable.

Les machines constituant le cœur du système fonctionnent sur le principe du changement de température d'un gaz qui est comprimé **(à nouveau le changement de phase !)**.

On le comprime, provoquant ainsi sa montée en température.

Lorsqu'on le libère, il se détend, ce qui en provoque la baisse de sa température. C'est une sorte de gros réfrigérateur, rien de plus.

Très souvent, de plus en plus souvent, voire quasiment toujours, cette solution est préconisée... et retenue.

L'idée semble, de prime abord, attrayante et adaptée, peu onéreuse, facile à mettre en œuvre, simple à utiliser...

Résiste-t-elle pas à une analyse plus pointue ?

---

<sup>19</sup> Source photo : Pixabay [ElasticComputeFarm](#)

### 5.5.0.1 Les avantages et les limites de ce système

Il permet effectivement de refroidir l'air intérieur et le rendre moins chaud que l'air extérieur, l'objectif est donc atteint.

Cependant, **il faut traiter de très gros volumes**, ce qui engendre deux effets négatifs.

Le premier désagrément concerne **la consommation d'électricité** par le moteur du compresseur : gros volume, grosse machine, grosse consommation !

Le deuxième tient au fait que ces systèmes **génèrent deux sources de chaleur** : la machine elle-même (frottements, frictions mécaniques...) et les calories libérées par le gaz comprimé. Ceci **participe à la montée de la température extérieure**.

Plus on refroidit l'intérieur, plus on chauffe l'extérieur, or selon les lois de la physique d'échange des calories, le froid attire le chaud. Dit autrement : **plus on climatise**, plus on provoque la baisse de la température intérieure et la montée de la température extérieure ; plus l'intérieur est frais, plus il attire la chaleur...et **plus il faut climatiser** : le chien qui court après sa queue !

Je rappelle ce que j'ai déjà évoqué ci-avant : **consommation irraisonnée de ressources et d'énergie** pour la fabrication et l'installation des machines, consommation importante d'énergie électrique par les moteurs des machines (... de plus en plus souvent, nous consommons plus d'électricité l'été que l'hiver).

Ce système est à **ne mettre en œuvre que dans les cas extrêmes** : hôpitaux, maisons médicalisées...

## 5.6 Matériaux

L'un des critères de confort est la **stabilité de la température**, j'en ajoute un autre, également important, la stabilité de la température...mais **pas trop élevée** !

Le lambda, tellement mis en avant, n'est plus fiable au-delà de 27° C et, l'été, on atteint très couramment des températures supérieures à 100° sous les toits...

La vitesse de transfert des calories d'une face à l'autre dépend de la capacité de déphasage de l'isolant, lequel dépend de ses capacités thermiques massiques (dites aussi "chaleur spécifique") et de sa densité, seules bases fiables au-delà du seuil fatidique des 27°C.

La principale face exposée au rayonnement direct du soleil l'été est le toit.

**Il est donc très important de bien choisir son isolant et les autres matériaux associés.**

Faute de cette précaution **le risque est grand que, l'été, les pièces habitables directement situées sous lui soient surchauffées.**

**Les isolants d'origine végétale** sont [les plus aptes](#) (vidéo) à répondre à ce besoin.

## 5.7 Exploitation



Les comportements des occupants lors de l'exploitation des locaux ont une grande importance sur le confort.

Pour rappel : la chaleur est, entre autres, transférée par les mouvements d'air.

**Ouvrir les menuiseries extérieures en pleine chaleur favorise la pénétration des calories et leur transfert** aux éléments d'équipement ou de structure de l'habitat via l'air extérieur. Cette chaleur s'y accumule et ils rayonnent encore à l'intérieur alors même que l'air extérieur a refroidi ; ceci retarde d'autant le retour dans la zone de confort.

---

<sup>20</sup> Source photo : Pixabay [christels](#)

**Au-delà de leur occultation, il faut tenir les menuiseries fermées la journée**, pendant les heures chaudes et ventiler la nuit, lorsque l'air extérieur est plus frais.

## 5.8 Evolutions souhaitables au niveau législatif

Pour tendre vers la plus grande efficacité possible, **le renouvellement d'air devrait tenir compte des conditions extérieures.**

**La législation ne l'a pas prévu** ; elle prévoit un renouvellement constant et régulier, le même le jour que la nuit ou l'hiver que l'été... Il faut la faire évoluer et adapter la ventilation en fonction de l'humidité relative et de la température, à la fois de l'air intérieur et de l'air extérieur, prévoir un pilotage évolutif du renouvellement d'air, spécifiquement l'été, **le limiter au minimum le jour et l'amplifier la nuit.**

## 5.9 Qu'en retenir ?

Il est très important de prendre toutes dispositions, le plus en amont possible de l'emménagement, afin de pouvoir **gérer les périodes de chaleur, voire de canicule**, et rester dans la zone de confort **sans faire appel à des systèmes coûteux**, polluants et fortement consommateurs de ressources ou d'énergie.

**Il est possible**, hors les périodes de canicule, **en sélectionnant les bons matériaux, en gérant bien les ouvertures et en les occultant du rayonnement solaire de demeurer en zone de confort.**

En cas de canicule c'est moins facile mais possible malgré tout.

**Il faut tirer parti du changement de phase de l'eau par évaporation** sur la peau suite à la transpiration ou à une

pulvérisation, **en se tenant dans un courant d'air**, ou encore via tout système possible (linge humide, plantes dans la maison, fontaine d'eau...).

**La climatisation est la dernière des solutions à adopter** car, si apparemment elle est efficace, elle participe grandement à **la cause du problème qu'elle est censée traiter**.

Y avoir recours est signe tout à la fois de désinvolture vis-à-vis du dérèglement climatique et d'échec dans la conception et l'exploitation de l'habitat.

## 5.10 Conclusion générale

Le confort est la priorité des priorités, il dépend de très nombreux critères, à commencer des critères de ressenti.

Même s'ils sont analysés par les mêmes "capteurs" chez tous les individus, attendu que chacun a son propre niveau d'appréciation (pouvant être physiologique, psychologique, culturelle, liée à des habitudes de vie...), il en ressort qu'autant d'occupants, autant de ressentis différents, autant de "réglages" et de "comportements" différents dans un même habitat.

Ajoutons aux critères ceux liés au bâtiment, différents selon la nature des matériaux, selon leur empilage, selon leurs "épaisseurs" et "couches" successives dans une paroi, selon leur état, selon le climat local ou encore les expositions et les ouvertures et, d'un coup, les choses se complexifient.

Enfin, les habitudes de vie diffèrent également beaucoup selon les occupants, certains prennent des douches très chaudes et très longues, d'autres se lavent à l'eau froide, certains ne mangent que du cru, d'autres cuisent beaucoup leurs aliments, parfois dans des casseroles non couvertes et remplies d'eau... les émissions de

vapeur d'eau seront donc fort variables selon les habitudes de vie des uns et des autres, ce qui aura une grande influence sur l'exploitation de l'habitat.

Il en ressort qu'il n'est donc pas possible de donner des conseils identiques pour un même type de maison.

Pour avoir toutes chances de vivre bien dans une maison, en bénéficiant d'un confort le meilleur possible, je conseille très vivement de faire une analyse pointue non seulement du bâtiment mais aussi prenant en compte vos propres aspirations et vos propres modes de vie.

Chacun est unique, chaque maison l'est, il n'est pas possible que les préconisations soient identiques dans tous les cas !

## 6 lire - Très important

Le simple fait de lire le présent livre vous donne le droit de **\*l'offrir encadeau\*** à qui vous le souhaitez.

Vous êtes autorisé à l'utiliser selon les mêmes conditions commercialement, c'est-à-dire à l'offrir sur votre blog, sur votre site web, à l'intégrer dans des packages et à l'offrir en bonus avec des produits, mais PAS à le vendre directement, ni à l'intégrer à des offres punies par la loi dans votre pays.

Ce livre est sous licence Creative Common 3.0 « Paternité – pas de modification », ce qui signifie que vous êtes libre de le distribuer à qui vous voulez, à condition de ne pas le modifier, et de toujours citer l'auteur Claude Lefrançois comme l'auteur de ce livre, et d'inclure un lien vers <https://www.soigner-l-habitat.com>.

« **Le confort** » par Claude Lefrançois est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Paternité - Pas de Modification 3.0 Unported.

Les autorisations au-delà du champ de cette licence peuvent être obtenues à <https://www.soigner-l-habitat.com>. à la rubrique contact.