

INTRODUCTION

Le confort hygrothermique est la sensation d'une personne par rapport à la température et à l'humidité ambiantes du local dans lequel elle se trouve. Il peut être défini comme étant une sensation de ni chaud, ni froid, ni humide, ni sec en fonction des conditions climatiques, des caractéristiques de l'utilisateur, de l'homogénéité thermique... Assurer un confort hygrothermique veut dire assurer une température constante en toute saison (entre 18 et 20°C), un taux d'humidité de 40 à 60% et une différence maximale de température entre l'air intérieur et les parois de 3°C.

1.1.1. Le métabolisme de l'homme, (M)

Selon American Society of Heating, le métabolisme (M), thermogénèse ou puissance produite est la production de l'homme de la chaleur interne suite aux réactions chimiques de transformation des aliments. Cette chaleur doit être évacuée dans l'environnement afin de maintenir l'équilibre thermique et donc la température interne constante. Il dépend surtout de l'activité et peut varier de 70 à 900 W pour un adulte. Une partie de cette énergie, produite au centre du corps et dans les muscles, peut être transformée en travail mécanique (W). Le reste ou métabolisme net ($M_{net} = M - W$), doit être évacué sous forme de chaleur. Les transferts du centre vers la périphérie du corps se font par conduction à travers les tissus biologiques et par convection sanguine. Pour que l'homme puisse assurer ses fonctions vitales, il doit maintenir sa température interne à $(37,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ sur une planète dont la température peut varier globalement de -50 à $+50 ^\circ\text{C}$.

1.1.2. Transfert thermique du corps humain

Les transferts thermiques (ou thermolyse), entre le corps et l'environnement, se font par tous les mécanismes classiques de transferts, au niveau cutané et par les voies respiratoires. Les échanges par évapotranspiration, conduction, convection et rayonnement sont le plus souvent des pertes, mais peuvent devenir des apports en ambiance chaude.



Figure 1. Transferts thermiques du corps humain
(Thellier et al., 2011)

1.1.3. Bilan thermique du corps humain

Le bilan thermique du corps humain peut être calculé par la formule suivante (1) :

$$C_h \frac{dT_h}{dt} = M_{net} + Ray_{sol} - Evap \pm Conv \pm Ray_{ir} \pm Kond \quad (1)$$

Ou :

- Rayonnement Solaire (Raysol).
- Evaporation (Evap) cutanée et respiratoire.
- Convection (Conv) cutanée et respiratoire.
- Rayonnement Infra rouge (RayIR).
- Conduction avec un milieu solide (Kond).

1.1.4. Bilan thermique global d'un habitat/ bâtiment

Le bilan thermique global d'un bâtiment est la somme des apports internes, liés au dégagement de chaleur interne (Pint), de la production des systèmes de génie climatique (Pgc), les transferts à travers l'enveloppe composé de mur, fenêtre, toiture, etc. (Φ_{env})*, des transferts aérauliques liés au renouvellement d'air (Φ_{air})* comme infiltration, ventilation, etc et enfin les apports solaires à travers les vitrages (Φ_{sol}). Le bilan thermique global se calcule par la formule (2).

$$C_h \frac{dT_h}{dt} = P_{int} \pm P_{gc} + \Phi_{sol} \pm \Phi_{env} \pm \Phi_{air} \quad (2)$$

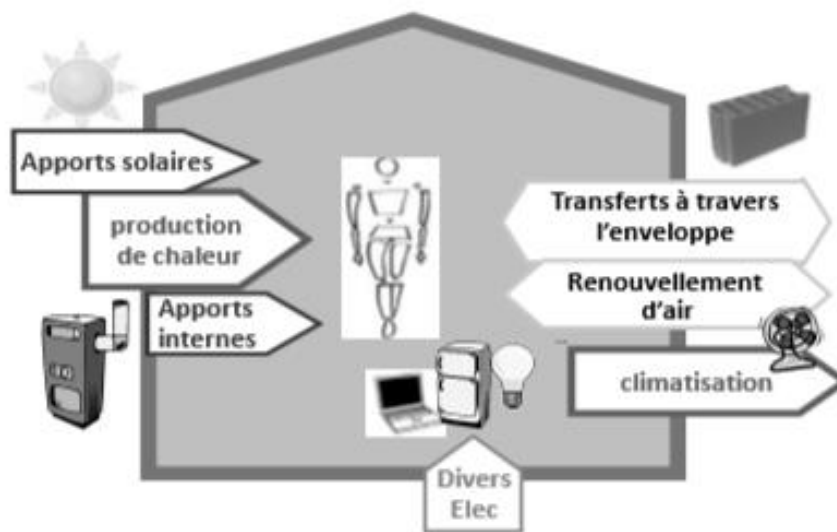


Figure 2. Transferts thermiques dans un bâtiment (Thellier al., 2011)

1.1.5. Bilan thermique global (Homme et Habitat)

Le bilan thermique global est la somme du bilan thermique de l'homme et celui de du bâtiment

et qui se calcul par la formule suivante (3) : $C_x \frac{dT_h}{dt} = Prod + \Phi_{in} - \Phi_{out} \quad (3)$

Ou : C est la Capacité thermique totale (J/°C), T est la Température moyenne du système (°C), T représente le Temps (s), Prod représente la Puissance produite (W) et Φ est le Flux de chaleur échangé (W), in : entrant ; out : sortant.

1.1.6. Paramètres influant sur le confort hygrothermique

Différents paramètres et facteurs permettant d'évaluer la sensation d'une personne vis-à-vis l'environnement thermique et plus récemment le confort hygrothermique. Les principaux paramètres sont les suivants : le métabolisme y compris le niveau d'activité physique de la personne, la température de l'air, la température des parois, l'humidité relative, la vitesse du vent ainsi que l'habillement.

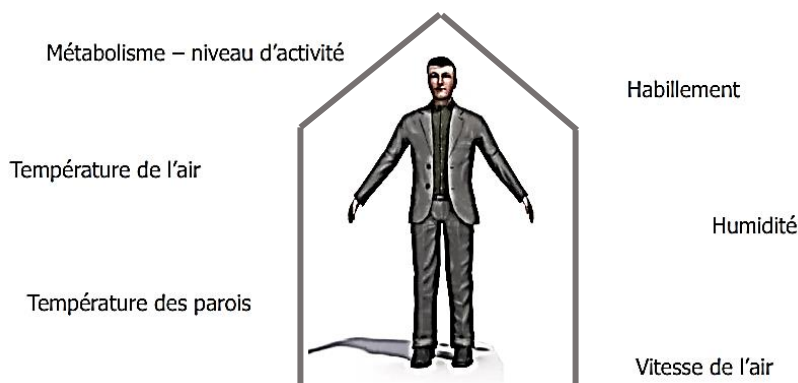


Figure 3. Les paramètres du confort hygrothermique
(Confort hygrothermique et réduction des consommations d'énergie, 2014)

Le confort hygrothermique permet d'atténuer les réactions physiologiques thermorégulatrices comme les sudations et les frissonnements et les sensations psychologiques de chaud ou de froid. Pour cela, les paramètres suivants sont à prendre en compte : L'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment qui doit être assurée en fonction du rapport au soleil (orientation, dimensions et protections des parois vitrées), de la ventilation et le recours éventuel à un système passif ou actif de refroidissement et par la régulation des systèmes de chauffage et de refroidissement

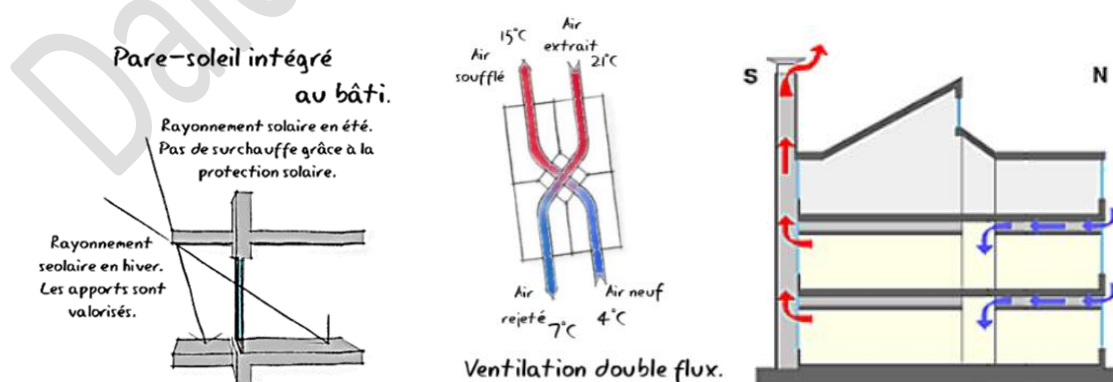


Figure 4. Stratégies pour atténuer le confort hygrothermique
(Confort hygrothermique et réduction des consommations d'énergie, 2014)

Le confort hygrothermique peut être atteint par une meilleure prise du confort d'été, par une étude des zones de confort et l'homogénéité des ambiances hygrothermiques à l'intérieur du bâtiment et également par le choix des équipements.

1.1.6.1. Meilleure prise en compte du confort d'été

Une meilleure prise en compte du confort d'été conduit significativement à éviter la surchauffe et conserver une température agréable dans toutes les pièces d'un bâtiment en période estivale. Cela ne peut être réalisé que par : la réduction du facteur solaire (la prise en compte de l'orientation et le site), les atouts d'un bon isolant, l'inertie thermique en œuvre (plus la pièce aura une masse élevée et plus les transferts de température entre l'extérieur et l'intérieur seront décalés dans le temps), l'utilisation des brises soleil ainsi que par la climatisation (sous conditions).

1.1.6.2. Zone de confort hygrothermique

Le diagramme bioclimatique est construit sur un diagramme psychrométrique qui donne une représentation graphique de la zone de confort hygrothermique, de l'extension de la zone de confort hygrothermique due à la ventilation, de la zone des conditions hygrothermiques compensables par l'inertie thermique associée à la protection solaire et à l'utilisation d'enduits clairs, de la zone des conditions hygrothermiques compensables par l'utilisation de systèmes passifs de refroidissement par évaporation. Il représente également la zone des conditions hygrothermiques qui nécessitent l'humidification de l'air ainsi que la zone des conditions hygrothermiques compensables par une conception solaire passive du bâtiment.

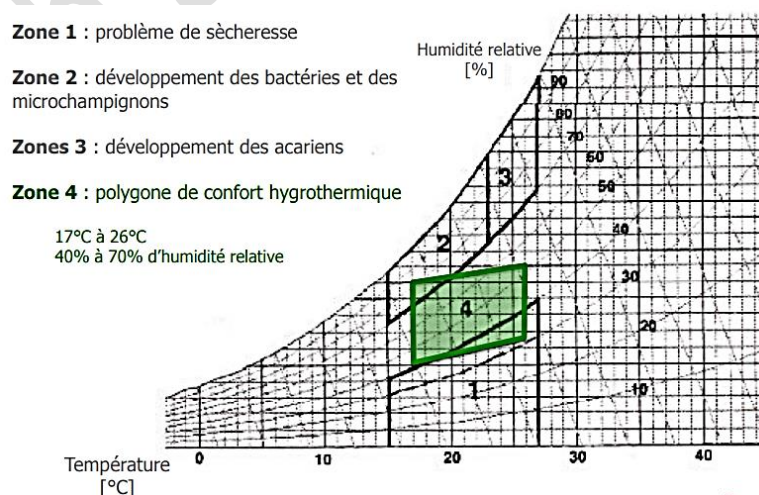


Figure 5. Diagramme bioclimatique
(Confort hygrothermique et réduction des consommations d'énergie, 2014)

L'homogénéité des ambiances hygrothermiques peut être assurée par l'implantation et l'orientation des vitrages, l'inertie et l'isolation thermique des bâtiments qui favorisent à la fois le bien-être des personnes et les économies d'énergie grâce aux matériaux qui emmagasinent et restituent petit à petit la chaleur ou la fraîcheur, permettant un réchauffement ou un refroidissement progressif. De plus, la sensation de confort en été, en hiver, en mi saison doit être la même, la différence de température de bas en haut du corps et le courant d'air ou effets de paroi froide, ...).

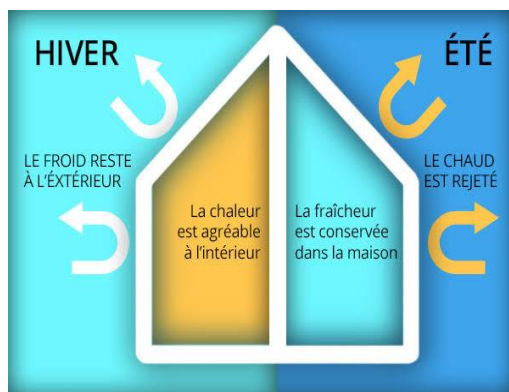


Figure 6. L'homogénéité des ambiances hygrothermiques (<https://www.maison-passive-eco.com>)

1.1.6.3. Le choix des équipements

Pour satisfaire les exigences de confort thermique d'hiver, les systèmes de chauffage doivent être choisis en fonction de l'usage et des caractéristiques des locaux : surface, volume, ambiance intérieure, occupation, activité. On préférera, par exemple, un chauffage par rayonnement plutôt que par convection, car la chaleur obtenue se diffuse de façon plus homogène. Ceci permet d'éviter des écarts de température importants entre la tête et les pieds, ces écarts étant considérés comme désagréables par les utilisateurs.

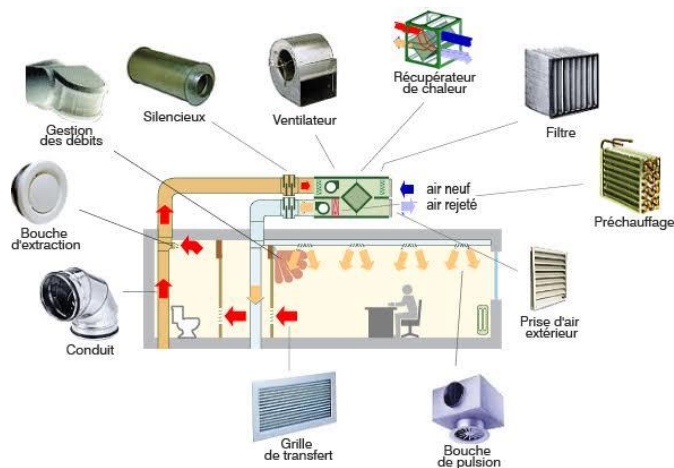


Figure 7. Le choix des équipements (<https://energieplus-lesite.be>)