

		Technicien du cadre bâti 2008/2009
<b>Bâtiment et Environnement</b>	<b>L'habitat et les paramètres du confort</b>	« Le confort comme forme sociale récente Où un certain être au monde passe Par le bonheur technique » O. Le Goff.

1. Le confort thermique,
2. La température,
3. L'hygrométrie,
4. La vitesse de l'air,
5. Le confort d'hiver,
6. Le confort d'été,
7. Le confort acoustique,
8. Le confort visuel,
9. La typologie des apports de lumière naturelle,
10. La stratégie de l'éclairage naturel,
11. Le confort respiratoire,
12. La composition de l'air et les besoins physiologiques,
13. Les sources de pollution extérieure,
14. Les sources de pollution intérieure,
15. Le renouvellement de l'air,
16. Les déperditions par renouvellement de l'air,
17. La ventilation,
18. La ventilation naturelle et le renouvellement de l'air.



Les paramètres du confort dans l'habitat,

1

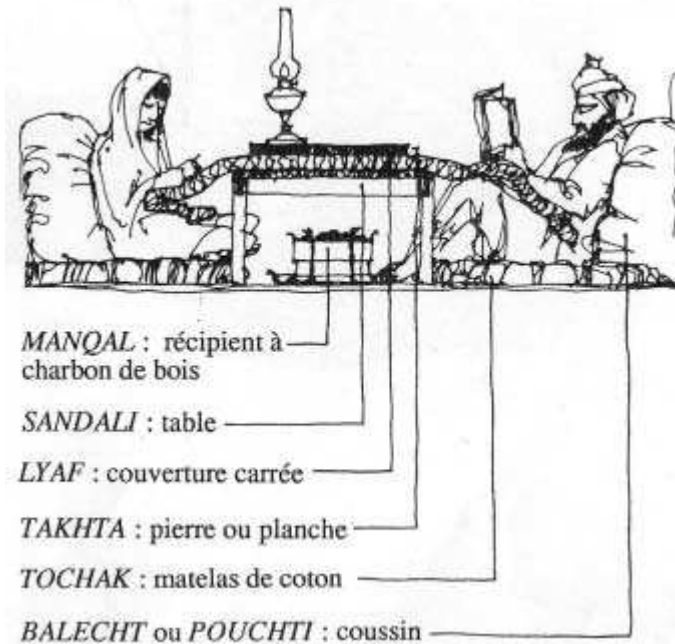
Technicien du cadre bâti

Franck Rebeyrol

04/03/2008

## La notion de confort thermique : un concept pour le moins mouvant.

### 1. Nuisance thermique / Confort thermique / Ambiances thermiques.



*« La cuisine afghane », Noche Djan,  
Dessins Abdullah Breshna,  
CEREDA  
(Centre de recherches et d'études  
Documentaires sur l'Afghanistan)*

Les paramètres du confort dans l'habitat,

2

Technicien du cadre bâti

Franck Rebeyrol

04/03/2008

## **1. LE CONFORT THERMIQUE,**

La sensation de confort thermique est l'expression du bien-être d'un individu résultant d'échanges hygrothermiques équilibrés avec son environnement,

La température de confort est la moyenne entre la température de l'air et la température des parois, pour une vitesse de l'air inférieure à 0,2m/s et une hygrométrie comprise entre 30 et 70%,

L'homme assure le maintien de sa température corporelle autour de 36,7 °C ,

Cette température est pratiquement constante quelles que soient les activités ou les conditions d'ambiance,

Cette température est en permanence supérieure à la température d'ambiance,

**Un équilibre doit être trouvé afin d'assurer le bien être de l'individu,**

La sensation de confort thermique dépend de 7 paramètres :

1. **Le métabolisme** est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7 °C, soit 80 W au repos,
2. **L'habillement** représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement,
3. **La température de surface du corps** ou température de la peau variant en fonction du métabolisme et de l'habillement,
4. **La température ambiante de l'air Ta, concerne les échanges par convection avec l'air ambiant,**
5. **La température moyenne de surface des parois** concernant les échanges par rayonnement avec les parois, De façon simplifiée, on définit une température de confort ressentie ( appelé température résultante sèche :  $Trs = (Ta + Tp) / 2$ ,
6. **L'humidité relative de l'air** (HR) concerne les échanges thermiques par évaporation à la surface de la peau,
7. **La vitesse de l'air** influence les échanges de chaleur par convection et par transpiration, Dans l'habitat, les vitesses de l'air ne dépassent généralement pas 0,2 m/s,

Les paramètres du confort dans l'habitat,

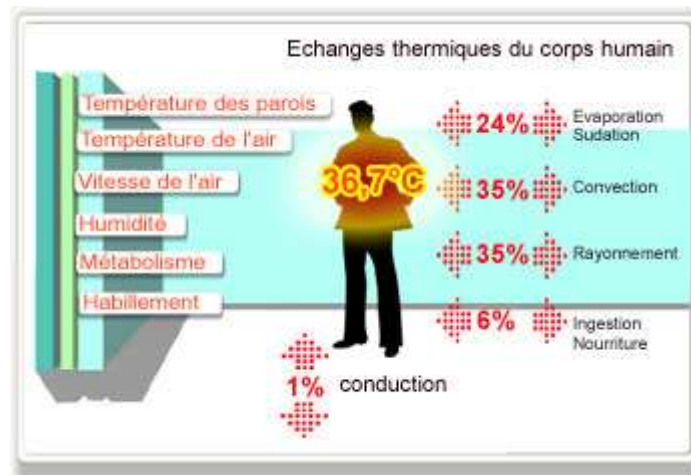
3

Technicien du cadre bâti

Franck Rebeyrol

04/03/2008

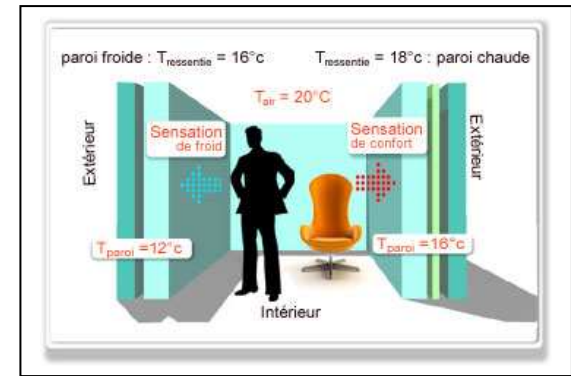
- Les mécanismes d'autorégulation du corps humain laissent apparaître une zone où la variation de confort thermique est faible : **c'est la plage de confort thermique,**
- La diffusion de chaleur entre l'individu et l'ambiance s'effectue selon divers mécanismes :
  - Plus de 50 % des pertes de chaleur du corps humain se font par convection avec l'air ambiant (par convection et évaporation par la respiration ou à la surface de la peau),
  - Les échanges par rayonnement à la surface de la peau représentent 35 %,



## 2. LA TEMPERATURE,

La TEMPERATURE des parois  $T_p$  influence les échanges thermiques par rayonnement,

La répartition des températures sur une paroi est un phénomène complexe.



On admet que  $T_p$  est égale à la moyenne des températures des parois environnantes pondérées par leur surface,

On définit une **température de confort ressentie = Température résultante sèche** :

$$T_{rs} = (T_a + T_p) / 2$$

**La figure 1:**

Indique les températures de confort en fonction de l'activité mesurée par la production de chaleur métabolique, pour une tenue d'intérieur d'hiver, une vitesse de l'air de 0,4 m/s et une humidité relative de 50%,

**La figure 2::**

**La température de confort dépend de la température de l'air et de la température des parois.**

Pour une paroi non isolée : la température de surface est basse :  $12^\circ\text{C}$ ,

Pour une température de l'air ambiant de  $20^\circ\text{C}$ , la température résultante sera de  $16^\circ\text{C}$

soit une température inconfortable : c'est à dire dit « **de paroi froide** »,

**Le corps perd de la chaleur en direction des sources froides,**

Pour une paroi isolée, la température de surface est égale à  $16^\circ\text{C}$  et la température résultante augmente jusqu'à  $18^\circ\text{C}$ ,

La température des parois étant toujours inférieure à celle du corps, ce dernier continue à perdre de la chaleur mais en moindre quantité,

**Le corps atteint un état dit « de confort »,**

Les paramètres du confort dans l'habitat,

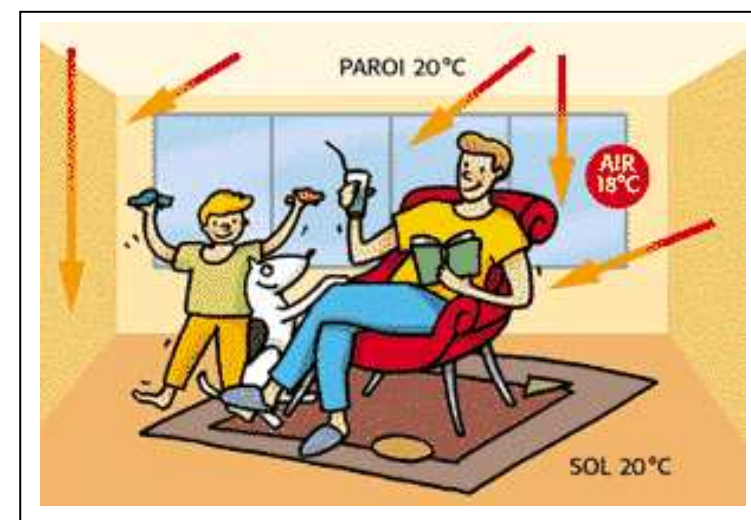
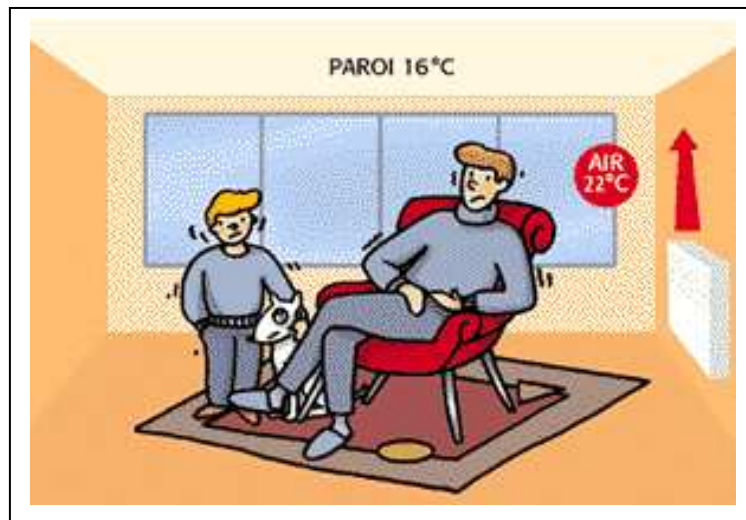
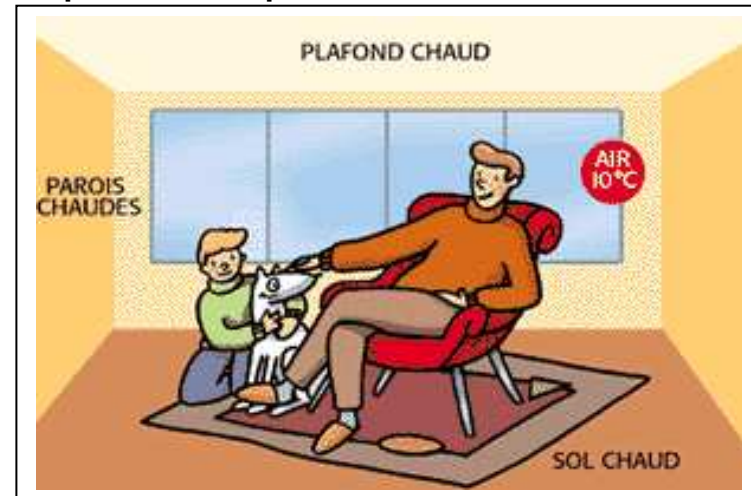
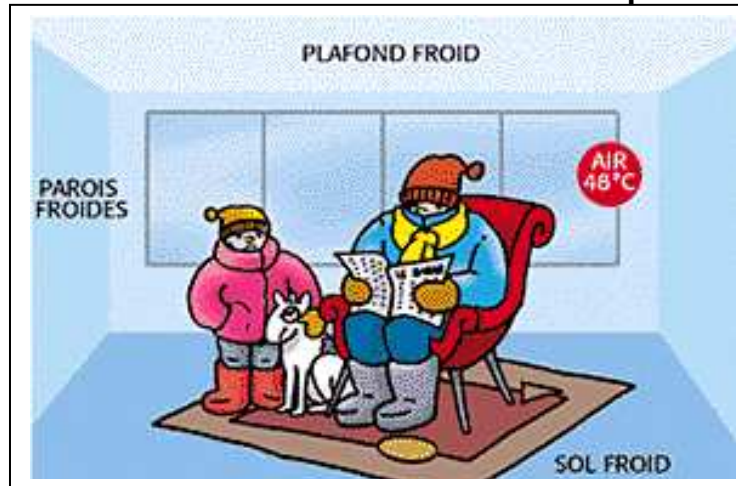
5

Technicien du cadre bâti

Franck Rebeyrol

04/03/2008

**Paramètres physiques de base**  
**Importance de la température des parois.**



Les paramètres du confort dans l'habitat,

6

Technicien du cadre bâti

Franck Rebeyrol

04/03/2008

### **3. L'HYGROMETRIE.**

- Entre 30 % et 70 %, l'humidité relative pèse peu sur la sensation de confort thermique,
- Les activités de l'homme – dormir, se laver, préparer les repas, nettoyer – entraînent une production de vapeur d'eau pouvant atteindre 10 à 14 litres par jour dans une habitation moyenne,
- Cette production de vapeur d'eau contribue à y maintenir une humidité relative élevée,

**Il est indispensable de limiter la production de vapeur d'eau afin éviter les problèmes de condensation superficielle :**

- ***Par une meilleure isolation*** (température de surface plus élevée),
- ***Par une meilleure ventilation*** (l'air humide est remplacé par de l'air sec),
- ***En chauffant davantage*** (augmentation de la température de rosée),

L'air ne peut absorber qu'une quantité limitée de vapeur d'eau,

En ambiance chaude, dans des conditions de température données, les échanges thermiques du corps avec son environnement ont lieu par évaporation à la surface de la peau,

Dans une ambiance saturée, il n'est plus possible de transpirer, le corps est la plupart du temps en position d'inconfort,

Dans une ambiance sèche, la transpiration est facilitée et permet de supporter des températures ambiantes plus élevées,

**La figure 1** représente le lieu des températures de confort en fonction des humidités relatives pour un sujet nu,

**La figure 2** représente un diagramme de confort thermique dans le cas d'une activité légère en position assise, en tenue d'intérieure d'hiver et pour une vitesse de l'air  $v = 0,2$  m/s,

#### **4. LA VITESSE DE L'AIR,**

*La vitesse de l'air influence les échanges de vapeur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau,*

**La vitesse de l'air** intervient dans le confort thermique de l'occupant **dès qu'elle est supérieure à 0,2 m/s**, (vitesse d'un courant d'air qui peut-être ressenti par un individu),

#### **Les courants d'air peuvent agir positivement sur le confort dans une ambiance chaude et humide,**

*Le corps ne perd que peu de chaleur par rayonnement, conduction et convection car les températures ambiantes sont élevées et il se rafraîchit peu par transpiration car l'humidité de l'air est aussi élevée,*

*Les courants d'air offrent une source de déperditions de chaleur supplémentaire par convection forcée,*

**L'air extérieur s'introduit dans les bâtiments par l'effet volontaire de la ventilation ou par infiltration au droit des défauts d'étanchéité de l'enveloppe,**

#### **Les techniques de ventilation des bâtiments déterminent:**

- **La section des conduits,**
  - **La vitesse de l'air, de manière à assurer le débit des quantités d'air nécessaires tout en respectant le confort de l'habitant,**
- 
- **L'infiltration de l'air** dans un bâtiment dépend **de la qualité d'exécution de celui-ci,**
  - **L'infiltration d'air** est susceptible de produire **des situations d'inconfort dès qu'un défaut d'exécution est responsable de courants d'air,**
  - **Ces infiltrations sont dues à des différences de pression engendrées :**
    - **Soit par le vent,**
    - **Soit par l'écart de température de part et d'autre de l'enveloppe extérieure,**

**La figure 2** illustre les problèmes d'infiltrations qui sont importants au droit des portes et fenêtres, mais aussi au raccords de toiture, en l'absence d'un pare-vapeur, au droit de murs non plafonnés,



## 5. LE CONFORT D'HIVER.

### AU CONFORT D'HIVER REpond LA STRATEGIE DU CHAUD

CAPTER la chaleur du rayonnement solaire,

STOCKER la chaleur dans la masse

CONSERVER la chaleur par l'isolation

DISTRIBUER la chaleur dans le bâtiment tout en la régulant

#### ➤ **CAPTER :**

**CAPTER** la chaleur consiste à recueillir l'énergie solaire et à la transformer en chaleur,

**Le rayonnement solaire** reçu par un bâtiment **dépend :**

1. **Du climat** et de ses variations journalières et saisonnières,
2. **De l'orientation du bâtiment,**
3. **De la nature de ses surfaces et de ses matériaux,**
4. **De la topographie du lieu,**
5. **De l'ombrage,**

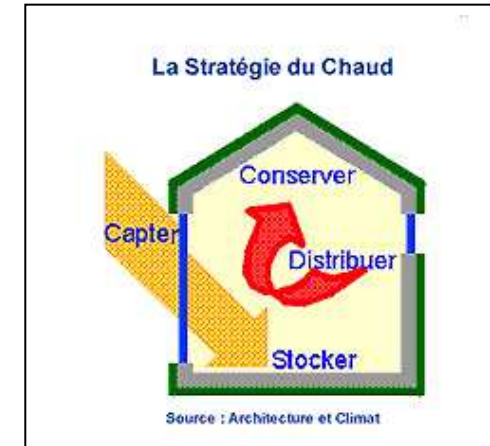
*Le rayonnement solaire n'est pratiquement utilisable qu'au droit des surfaces vitrées, où il est partiellement transmis à l'ambiance intérieure et fournit un gain direct de chaleur,*

#### ➤ **STOCKER :**

**Le rayonnement solaire** produit souvent de la chaleur au moment où elle est nécessaire,

Il est alors intéressant de pouvoir **stocker** cette énergie jusqu'au moment où ce besoin se fait sentir,

**Ce stockage** a lieu au sein de chaque matériau suivant **sa capacité d'accumulation** et **permet d'absorber la chaleur et d'atténuer les fluctuations de température dans le bâtiment en tirant partie de son inertie,**



➤ **CONSERVER :**

En climat froid ou frais, on s'efforce **de conserver toute la chaleur, qu'elle découle de l'ensoleillement, d'apports internes ou du système de chauffage,**

**C'est essentiellement la forme et l'étanchéité de l'enveloppe** ainsi que **les vertus isolantes** de ses parois qui limiteront les déperditions thermiques du bâtiment,

*Cloisonner les espaces en différentes zones permettant de créer des ambiances thermiques différenciées, orientées suivant leur utilisation, permet aussi de répartir au mieux la charge de chauffage,*

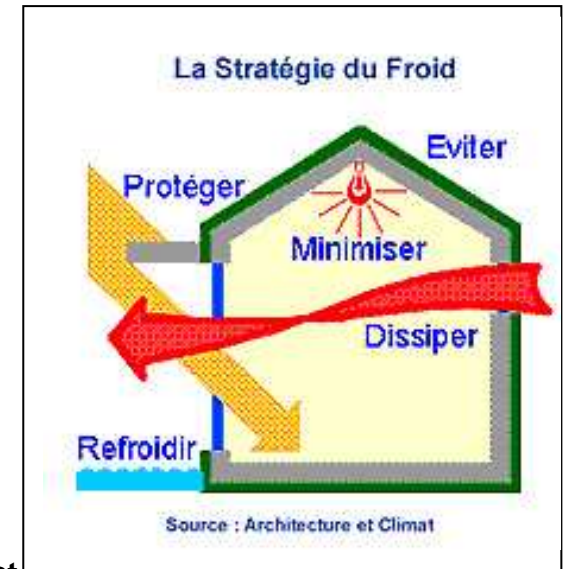
➤ **DISTRIBUER :**

Distribuer la chaleur dans le bâtiment tout en la régulant consiste à la conduire dans différents lieux de vie où elle est souhaitable,

- **La distribution** s'effectue naturellement lorsque **la chaleur accumulée** dans un matériau durant la période d'ensoleillement **est restituée à l'air ambiant par convection ou rayonnement,**
- Autre mode de distribution : **La thermocirculation de l'air** (migration naturelle des masses d'air chaud vers le haut),
- Autre mode de distribution : **circuit de ventilation renforcée,**
- La chaleur doit être également régulée en fonction des différentes pièces de l'habitation et de leur utilisation,

## 6. LE CONFORT D'ETE,

**AU CONFORT D'ETE REpond LA STRATEGIE DU FROID:**  
**SE PROTEGER** du rayonnement solaire et des apports de chaleur,  
**MINIMISER** les apports internes,  
**DISSIPER** la chaleur en excès,  
**REFROIDIR** naturellement,



### ➤ **PROTEGER :**

**Protéger le bâtiment** et particulièrement ses ouvertures, **de l'ensoleillement direct afin de limiter les gains directs revient à ériger des écrans, extérieurs si possible qui le mette à l'ombre,**

Ces écrans peuvent être permanents, amovibles, ou saisonniers, (Végétation).

Afin d'éviter l'échauffement du bâtiment au droit des parois opaques, un niveau d'isolation suffisant doit empêcher la chaleur de s'accumuler dans la masse,

**Ex :** en climat chaud, Il faut éviter les apports de chaleur provenant des parois et des toitures échauffées par le soleil – surfaces réfléchissantes – réduction des infiltrations d'air chaud dans le bâtiment,

### ➤ **MINIMISER LES APPORTS :**

**Minimiser les apports internes** vise à éviter une surchauffe des locaux due aux occupants et aux équipements : l'éclairage artificiel, l'équipement électrique, ,,

➤ **DISSIPER LES SURCHAUFFES:**

La dissipation des surchauffes peut-être réalisées grâce à la ventilation naturelle, en exploitant les gradients de température par le biais d'exutoires produisant un « effet de cheminée »,

La pression du vent et la canalisation des flux d'air permet d'évacuer l'air surchauffé du bâtiment,

➤ **REFROIDIR LES LOCAUX:**

Le refroidissement des locaux peut facilement être assuré par des moyens naturels,

1, **Favoriser la ventilation** (surtout nocturne, afin de **déstocker la chaleur emmagasinée la journée**) ou **augmenter** la vitesse de l'air,(effet venturi, tour à vent,,),

2, **Un autre moyen consiste à refroidir l'air par des dispositifs naturels** tels que des plans d'eau, des fontaines, de la végétation, des conduites enterrées,etc,

*Multiplicité des systèmes de refroidissement naturel développés par l'architecture mozarabe du XIIIè siècle,*

## **7. LE CONFORT ACOUSTIQUE.**

**Le son** est la **sensation auditive** engendrée par la vibration d'un corps solide qui fait fluctuer périodiquement la pression de l'air au niveau du tympan de l'oreille,

Cette fluctuation / onde peut être caractérisée :

- par **son intensité**, (niveau sonore, en décibel :**dB**),
- par **sa fréquence** (comprise entre 20 et 20000 Hz pour l'être humain)
- par **son timbre** (différence qualitative liée à la forme de la vibration),

**Le son**, ou le bruit est caractérisé par son mode de propagation :

- **Les bruits d'impacts** ou le son se propage dans les corps durs,
- **Les bruits aériens** ou le son se propage dans l'air,

**Cette onde** se propage dans toute les directions à partir du milieu,

**Le son** se propage à une vitesse qui dépend du milieu :

- Dans le vide, 0m/s,
- Dans l'air (bruit aérien) à une température de 20°C, cette vitesse atteint 343m/s,
- Dans l'eau, elle est de 1170m/s,
- A travers des masses métalliques, la vitesse peut monter à 5000m/s (bruit d'impact),

Selon sa fréquence, l'oreille humaine perçoit des sons graves (fréquence longue) ou aigus (fréquence courte) sur une plage comprise entre 20 et 20 000 Hz ,

La clarté du son dépend du chemin parcouru par l'onde sonore; la géométrie du lieu détermine le temps de réverbération ( primordial dans une salle de concert),

**L'acoustique** est la science qui étudie les phénomènes de perturbation de l'onde sonore lorsqu'elle rencontre un obstacle qui la dévie, la dénature, l'amplifie ou l'absorbe,

**Elle traite les deux phénomènes suivants :**

- **L'isolation acoustique** dont le but est de protéger les occupants du bruit généré à l'extérieur, et les voisins du bruit généré à l'intérieur,
- **La correction acoustique** dont le but est de corriger de façon harmonieuse les réverbérations du son dans le local,

L'exposition au bruit entraîne une diminution de la perception dépendant de l'intensité du bruit, de la durée d'exposition et du type de son,

- *Les sons aigus intermittents étant les plus nocifs,*
- *L'excès de bruit agit au niveau de l'oreille interne, provoquant un déficit temporaire ou définitif de la sensibilité,*
- *Une exposition courte à un bruit très violent peut faire perdre définitivement une partie de l'audition*
- *Le confort sonore dépend du niveau sonore, spécialement en milieu industriel,*
  
- **Le confort acoustique** dépend de la dynamique sonore, c'est à dire **l'émergence du son sur le bruit de fond ( effet de contraste)**,  
Un robinet qui fuit le soir est aussi inconfortable qu'un train qui passe au lointain,  
Un ronflement peut être ressenti comme aussi inconfortable que le bruit d'un train,
- L'absence de bruit n'est pas confortable (dB < 30),

Pour caractériser les niveaux de bruit, **on traduit les unités physiques exprimées en dB en unités physiologiques en dB(A).**

**Le décibel est une unité physique qui ne correspond pas à la sensation auditive perçue par l'oreille,**

Lors de la mesure d'un bruit, des filtres sont adaptés afin que l'indication soit fidèle au ressenti de l'oreille humaine, il existe trois niveaux de pondération:

- dB(A) traduisant le comportement de l'oreille pour les niveaux compris entre 0 et 55 dB,
- dB(B) traduisant les niveaux compris entre 55 et 85 dB,
- dB(C) traduisant les niveaux supérieurs à 85 dB,

**Dans le bâtiment, on distingue 4 types de bruits :**

- **Les bruits aériens intérieurs:** conversation, télévision,,,
- **Les bruits aériens extérieurs :** voitures, trains, avions, commerces, industries,,,,
- **Les bruits d'impact** émis par la vibration d'une paroi : chute, déplacement d'objet,
- **Les bruits d'équipements :** machine à laver, chauffe-eau, ascenseurs, ventilation, canalisations,,,,

*Isolation acoustique*

*Correction acoustique*

*Bruit aériens, d'impacts et d'équipements*

*Zonage acoustique*

## 8. LE CONFORT VISUEL,

**L'environnement visuel** doit permettre de voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable,

**Un bon éclairage** doit garantir à l'habitant qu'il puisse exercer ses activités le plus efficacement possible (**performances visuelles**), en assurant **son bien être (confort visuel)** et en lui apportant un certain agrément visuel (**lumière naturelle**).

**La permanence visuelle souhaitable est déterminée :**

- **par le travail à accomplir**

**La permanence dépend des paramètres suivants :**

- **Le niveau d'éclairage de la surface de travail,**

**L'éclairage** est l'effet produit par le flux lumineux tombant d'une source lumineuse naturelle ou artificielle sur une surface donnée,

Il s'exprime en Lux, (figure 2),

- **Le contraste de luminance entre l'objet observé et son support,**

**La luminance** caractérise le flux lumineux quittant une surface vers l'oeil de l'observateur,

Elle s'exprime en candelas par m<sup>2</sup>, (figure 1),





**L'inconfort visuel est lié à l'éblouissement, c'est à dire à la présence d'un fort contraste de luminances dans le champ visuel,**

On distingue deux types d'éblouissement :

- Physiologique : apparition d'un voile dans le champ de vision empêchant de distinguer tout objet,
- Psychologique : la gêne n'altérant pas totalement la vision,

Ce sont le plus souvent des fenêtres et les installations d'éclairage inappropriées qui sont la cause des situations d'inconfort visuel,

Un éclairage insuffisant dû à un éclairage déficient est source de fatigue,

La variation rapide de l'intensité de l'éclairage naturel peut provoquer l'éblouissement,

**L'agrément visuel** est une notion subjective qu'on associe généralement :

- A la présence de lumière naturelle (rendu des couleurs)
- A la variation dans le temps de cette lumière,
- A certains effets d'éclairage artificiel et à l'harmonie des couleurs,

## **9. LA TYPOLOGIE DES APPORTS DE LUMIERE NATURELLE.**

Certains corps rayonnent de la lumière, d'autres pas.

La lumière naturelle peut éclairer un espace de manière directe ou indirecte, latérale ou zénithale, Elle peut également être contrôlée ou filtrée.

**La lumière est émise par des sources naturelles** (le soleil, le feu) **ou artificielles** ( les lampes).

- Toutes considérées comme **des sources de lumière directe**,

**Les objets non lumineux reflètent une partie du rayonnement lumineux** qui les atteint un objet participent ainsi à la répartition et à la diffusion de la lumière,

- **Ce sont des sources de lumière indirecte**,

La lumière n'est visible que parce qu'elle se reflète sur un support matériel,

En architecture, la lumière naturelle nous parvient par l'intermédiaire des fenêtres ou après réflexion des parois.

**La taille de la fenêtre** détermine la quantité de lumière reçue.

**Sa position** (haute, basse, etc...) et **sa forme** (verticale, horizontale,,,) influent sur la diffusion et la répartition de la lumière, de même que l'état de surface des parois (couleur, brillance,,).

Le type de lumière perçu par l'être humain est directement lié à son environnement architectural,

### **Figure 1 :**

*Le Kimbell Art Muséum au Texas de l'architecte Louis Kahn est un exemple de maîtrise de lumière naturelle, De longs plafonds se fendent pour laisser passer la lumière très dure du soleil, Un dispositif de filtrage/réflexion renvoie la lumière sur la surface des voûtes, Le rayonnement direct est transformé en éclairage indirect,*

### **Figure 2 :**

*Illustration de quelques types d'apports de lumière naturelle,*

**Figure 2.1 :** *Espaces d'amenées de lumière peuvent être des espaces intermédiaires (galerie, porche, serre,,,) ou des espaces de lumière intérieurs ( cour intérieure, atrium, conduits de lumière,,,)*

**Figure 2.2:** *Les composants permettant le passage de la lumière sont de type latéral (fenêtre, mur-rideau, mur tyranlucide,,) voire global (latéral et zénithale) **Figure 2.4.***

**Figure 2.4:** *La possibilité du contrôle par filtrage de la lumière naturelle (verre translucide, briques de verre, vitraux, protections solaires, claustra,,).*

## 10. LA STRATEGIE DE L'ECLAIRAGE NATUREL.

**LA STRATEGIE DE L'ECLAIRAGE NATUREL** vise à mieux **CAPTER** et faire **PENETRER** la lumière naturelle, puis à mieux **LA REPARTIR** et la **FOCALISER**.

On veillera à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel.

L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage.

### ➤ **CAPTER :**

Une partie de la lumière du jour est transmise par les vitrages à l'intérieur du bâtiment.

**La quantité de lumière** captée dans un local dépend **de la nature et du type de paroi vitrée, de sa rugosité, de son épaisseur et de son état de propreté.**

**L'aménagement des abords** peut aussi créer une barrière à la pénétration rasante du rayonnement d'hiver ou d'été, tout en laissant une large ouverture à la lumière du ciel.

**Inversement**, des surfaces réfléchissantes au sol (dallage, plan d'eau) peuvent contribuer à capter davantage de lumière.

### ➤ **PENETRER :**

**La pénétration de la lumière** dans un bâtiment produit des effets de lumière très différents suivant les conditions extérieures (**type de ciel, trouble atmosphérique, saison, heure du jour et dégagement du site**) mais aussi en fonction de l'emplacement, l'orientation, l'inclinaison, la taille, et le type des vitrages.

*L'éclairage latéral* fournit **une lumière dirigée**, qui souligne le relief, mais limitée en profondeur,

*L'éclairage zénithal* est beaucoup plus uniforme, mais possible qu'au dernier étage.

### ➤ **REPARTIR :**

**La lumière** se réfléchit d'autant mieux sur l'ensemble des surfaces intérieures des locaux que le rayonnement ne rencontre pas d'obstacles dus à la géométrie du local ou du mobilier, et que les revêtements des surfaces sont mats et clairs.

Elle peut être **diffusée** par le type même du vitrage utilisé (translucide) ou par des systèmes de réflecteurs qui permettent à la lumière de gagner le fond du local.

➤ **PROTEGER ET CONTROLER :**

La pénétration excessive de lumière naturelle peut être une cause de gêne visuelle (éblouissement, fatigue,...).

Le confort respiratoire est un facteur d'ambiance directement lié à la thermique du bâtiment :

Elle peut **se contrôler par la construction architecturaux fixes** ( Surplombs, bandeaux,

débords de toitures,...) associés ou non à des écrans mobiles (marquises, volets, persiennes ou stores...)

➤ **FOCALISER :**

Il est parfois nécessaire **de focaliser l'apport** de lumière **naturelle pour mettre en valeur un lieu ou un objet particulier,**

## **11. LE CONFORT RESPIRATOIRE.**

*La qualité de l'air est importante pour les processus métaboliques et pour l'hygiène de chacun.*

L'air que l'on respire en espace clos peut avoir des effets sur le confort et la santé :

- Simple gêne : odeurs, somnolence, irritation des yeux et de la peau.
- Développement des pathologies, allergie respiratoire.

De nombreux polluants sont concentrés dans l'air intérieur :

1. Proviennent de nos comportements.
2. Des produits utilisés.
3. Des matériaux de construction.

La purification de l'air implique son renouvellement par un processus de ventilation naturelle ou mécanique.  
*La ventilation constitue un élément de plus en plus important dans la consommation énergétique d'un bâtiment,*

**Les sources de pollution :**

- **Le monoxyde de carbone.** ( produit par les appareils de combustion (gaz, fioul, bois) mal raccordés à un conduit d'évacuation), gaz d'échappement, tabagisme,..
- **Le dioxyde de carbone.**
- **Les allergènes d'animaux, acariens, moisissures,**
- **De composés organiques volatils (C.O.V)..** Les aldéhydes présents dans de nombreuses colles, vernis, mousses isolantes, laques,..bois agglomérés et contreplaqués.

**Les maisons bien isolées sont souvent étanches.** L'air ne s'y renouvelle pas suffisamment et il est fréquent de constater que la pollution intérieure de l'air y est plus élevée qu'à l'extérieur.

**VENTILER ET CONTROLER LES SOURCES DE POLLUTION**

- **Ventiler en permanence (V.M.C, ouvertures des fenêtres,**
- **Choix de matériaux de constructions sains**

## **12. LA COMPOSITION DE L'AIR ET LES BESOINS PHYSIOLOGIQUES.**

**L'air est principalement constitué d'azote et d'oxygène.**

**(Voir figure 1). Composition d'un mélange d'air humide.**

La pureté de l'air à l'intérieur des habitations est un acteur primordial dans la sensation de confort ressentie par l'occupant.

- La composition de l'air varie peu sur toute la surface de la terre.
  - Elle reste sensiblement la même jusqu'à 85 km d'altitude.
- L'oxygène est nécessaire aux échanges gazeux qui ont lieu dans les poumons.
  - Ces échanges se font au travers de la paroi des alvéoles pulmonaires.
  - Captation de l'oxygène par le globule rouge et évacuation du gaz carbonique sanguin vers l'alvéoles.
- La composition de l'air inspiré diffère de celle de l'air expiré. (voir figure 2).
- Le volume courant normalement inspiré et expiré par un être humain agé entre 25 et 40 ans, oscille entre 0.4 et 0.7 litres pour 15 inspirations par minute.
- La capacité vitale tourne autour de 4 litres pour un homme, 3.1 litre pour une femme, et 7 litres pour un grand sportif.
- L'homme au repos ne consomme que 420 litres d'air par heure.
  - S'il marche, 840 litres par heure.
  - Un effort physique peut faire monter ses besoins en air de 4 à 6 m<sup>3</sup> par heure.
  
- Le poumon est un organe vulnérable :
  - aux microbes et virus (infections),
  - aux allergènes (asthme),
  - aux particules minérales (amiante) ou organiques(moississures),
  - aux fumées occasionées par le tabac.

### **13. LES DEPERDITIONS PAR RENOUVELLEMENT D'AIR.**

L'air extérieur s'introduit dans le bâtiment par ventilation (effet volontaire) ou par infiltration (effet involontaire).  
Il doit être chauffé ou refroidi pour être porté à la température intérieure de confort.

- La ventilation assure le renouvellement sanitaire (apport d'air frais, évacuation des odeurs, etc..) nécessaire à la bonne santé de l'occupant.
- Il existe **trois types de ventilation** :
  - Naturelle,
  - Simple flux,
  - Double flux.
- Elles peuvent être assurées:
  - soit **naturellement** via des orifices d'amenée d'air frais et de rejet d'air vicié,
  - soit **mécaniquement** par des bouches de pulsion et d'extraction.
- **PAR CONTRE, les infiltrations d'air dans un bâtiment sont dues:**
  - à des différences de pression engendrées par le vent,
  - Soit par l'écart entre les températures intérieure et extérieure et sont rendues possibles par les défauts d'étanchéité de l'enveloppe.

L'air extérieur introduit dans le bâtiment doit être porté à la température intérieure de confort, que ce soit par réchauffement (hiver) ou par rafraîsissement (été).

Les déperditions thermiques dues à la mise en température de l'air extérieur sont donc proportionnelles :

1. Au volume d'air réchauffé ou rafraîchi.
2. Au taux de renouvellement d'air  $n$  (nombre de fois que le volume d'air est renouvelé par de l'air frais par heure).
3. A la chaleur volumique de l'air (chaleur nécessaire pour réchauffer  $1\text{m}^3$  d'air).

**Figure 2 :**

La figure 2 synthétise la contribution des infiltrations et de la ventilation dans le réchauffement de l'air en saison froide.

L'air est introduit par le système de ventilation et les défauts de l'enveloppe.

L'air est progressivement réchauffé en soutirant de la chaleur à l'ambiance intérieure.

Le chauffage doit fournir un apport de chaleur supplémentaire pour maintenir les conditions de confort.

L'air peut ensuite être extrait naturellement par thermocirculation et effet de cheminée (ascendance de l'air chaud) ou mécaniquement par un ventilateur.

L'air quitte l'ambiance intérieure avec les calories qu'il a gagnées, occasionnant une perte de chaleur sensible.

Pour réduire cette déperdition, il existe des systèmes de ventilation avec récupération de chaleur qui parviennent à conserver entre 50 et 60 % de cette chaleur à l'intérieur.



## **14. LE RENOUVELLEMENT D'AIR ET LA VENTILATION NATURELLE**

**Le renouvellement d'air et la ventilation** visent à maintenir **la qualité de l'air** à l'intérieur des bâtiments. La ventilation est également un outil de lutte contre la surchauffe.

La qualité de l'air est assurée par le contrôle des débits d'air à l'entrée et à la sortie des bâtiments.

- Il faut considérer un schéma de circulation de l'air comprenant des accès pour l'air frais et des exutoires pour l'air vicié.
- Si le renouvellement est naturel, il doit répondre à des conditions de pression différentielle.
  - Généralement un tirage naturel de l'air est assurée par une cheminée haute pour l'exutoire : l'air chaud s'élève naturellement et s'échappe par la cheminée alors que de l'air extérieur entre par les ouvertures.
  - Cette différence de pression peut être assurée par une différence de température entre l'air à proximité d'une façade exposée au soleil et l'air en contact avec la façade à l'ombre.
  - Il faut que l'organisation interne du bâtiment permette la libre circulation de l'air.

### **Figure 2 :**

Dans les climats chauds et humides, la question de la ventilation est importante:

Seul le brassage de l'air permet de retrouver une sensation de fraîcheur et de destocker la chaleur emmagasinée dans les matériaux.

Indian Institute de Management en Inde, Louis Kahn.

Louis Kahn a orienté ses bâtiments au nord-est ( vent dominant), a créé une façade épaisse pour réduire l'insolation sur les vitrages et a également prévu la ventilation naturelle du toit-terrasse pour déstocker la chaleur accumulée la journée et permettre aux occupants d'y dormir la nuit à l'air libre.

- Pour favoriser la ventilation naturelle, l'architecte doit aussi étudier le régime des vents.

En climat chaud et sec, rafraichir les habitations en augmentant le taux d'humidité de l'air.

De nombreux systèmes sont utilisés : les tours à vent qui forcent les vents secs à s'humidifier au contact de masses d'eau contenues dans des jarres avant de ventiler et de rafraichir l'habitation.

Le vent sec perd une partie de sa chaleur pour se charger d'eau en la faisant passer de l'état liquide à l'état de vapeur.

*Bibliographie :*

*Le guide de l'habitat sain / Suzanne et Pierre Deoux / Médiéco éditions,*

*Le guide de l'architecture bioclimatique, Alain Liébard et André de Herde, Editions systèmes solaires,*

*Le métabolisme Humain :*

Les paramètres du confort dans l'habitat,

27

Technicien du cadre bâti

Franck Rebeyrol

04/03/2008