

Physique du Bâtiment I

Phénoménologie

Chapitre 1 **Course solaire**
 Ombre portées

Chapitre 2 **L'air humide**
 Diagrammes
 psychrométriques
 Chaleur sensible / latente

Chapitre 7 **Confort thermique**

Chapitre 3 **Hydrostatique**
 Hydrodynamique

Chapitre 4 **Conduction**
 Convection
 Rayonnement

Résumé

Chaleur latente / Enthalpie

- Chaleur latente

Liée à un *changement d'état*

$$\Delta Q_L = \Delta m L$$

$$L_F (\text{glace}) = 334 \text{ kJ/kg} \quad (\text{fusion})$$

$$L_E (\text{eau}, 100^\circ \text{ C}) = 2263 \text{ kJ/kg} \quad (\text{évaporation})$$

$$L_E (\text{eau}, \theta) = L_E (0^\circ \text{ C}) - 2.4 \theta$$

- Enthalpie

Contenu calorifique *global* de l'air humide

$$\Delta Q_S + \Delta Q_L = i \Delta m [\text{kJ}]$$

$$i [\text{kJ/kg}_{\text{air sec}}]$$

enthalpie spécifique rapportée à la
masse d'air sec, *origine à 0° C*

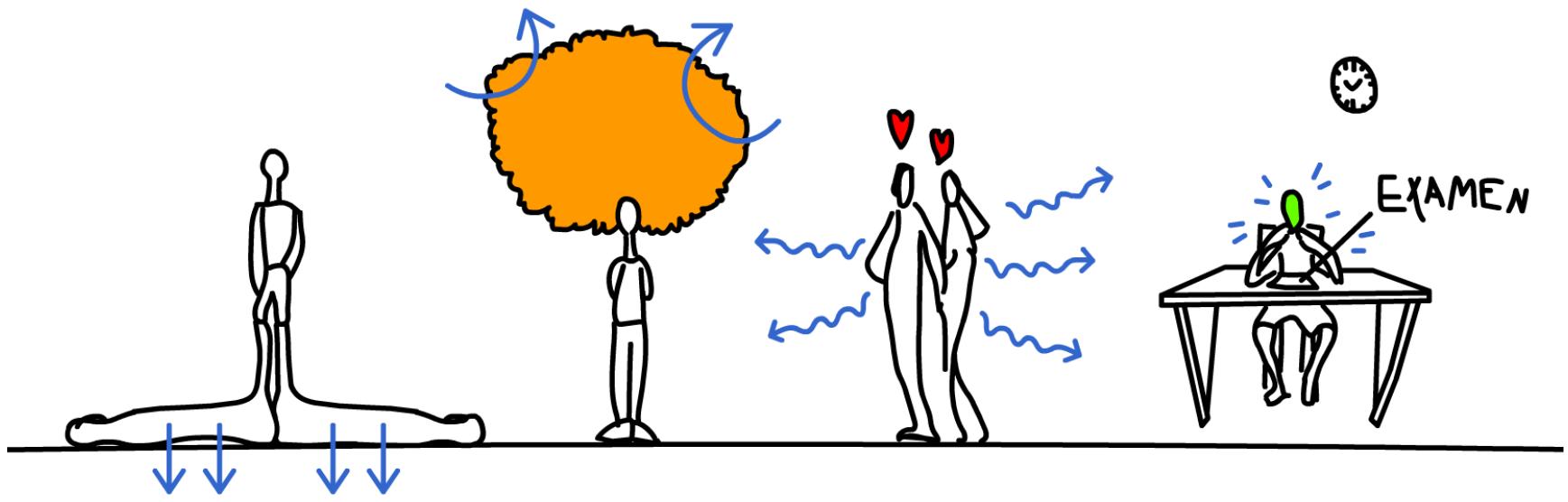
- Applications

Psychomètre / Pulvériseur / Atmosphère standard
(gradient de température) / Effet de foehn

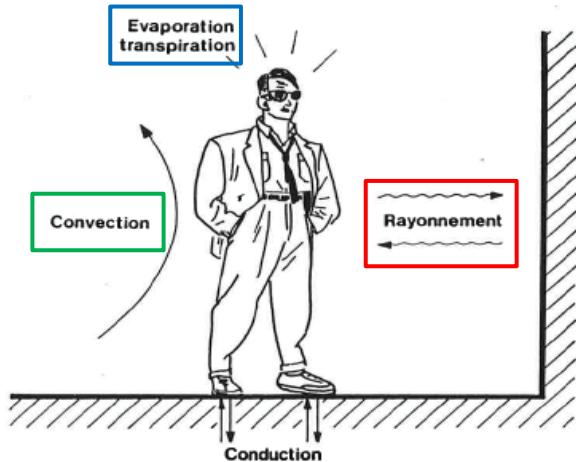
Physique du Bâtiment



Le confort thermique



Le confort thermique



Paramètre	Mécanismes en jeu
La température de l'air	Conduction, <u>convection</u>
La température des parois avoisinantes	<u>Rayonnement</u>
La vitesse de l'air au voisinage de la peau	Convection, <u>évapo-transpiration</u>
L'humidité relative	<u>Evapo-transpiration</u>
L'habillement	Tous les mécanismes

Sensibilité aux paramètres

TEMPERATURE DE L'AIR :

Variations maximales tolérables $\pm 1^\circ\text{C}$

TEMPERATURE DES PAROIS :

Différence de températures air - parois maximale

$$\begin{cases} T_{\text{parois}} \geq T_{\text{air}} & \text{confortable} \\ T_{\text{parois}} < T_{\text{air}} - 3^\circ\text{C} & \text{inconfortable} \end{cases}$$

VITESSE DE L'AIR :

Vitesse d'air maximale admissible $v < 0.1 \text{ m/s}$

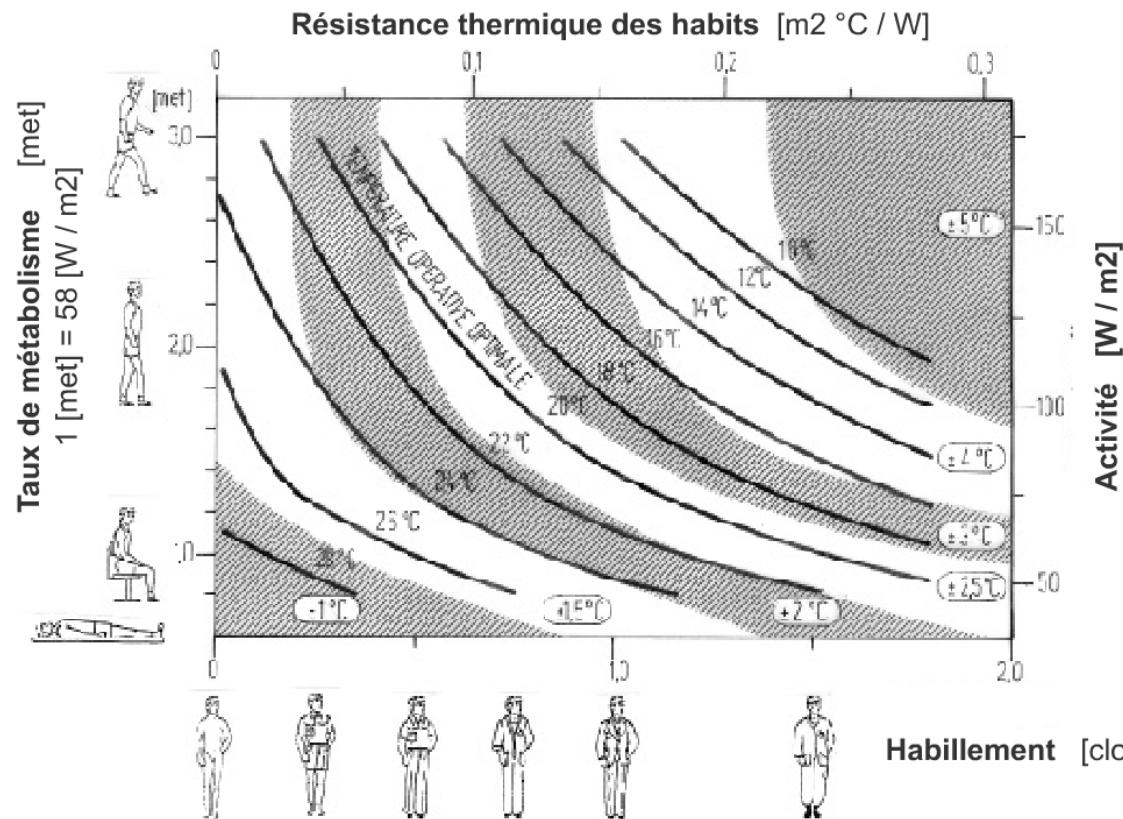
HUMIDITÉ RELATIVE :

Gamme d'humidité tolérable $30\% < HR < 65\%$

Le confort thermique

Température "opérative" optimale
(ISO 7730)

Bilan thermique du corps humain
(Zone de confort)



La température "opérative" optimale donne un PMV nul en fonction de l'activité et de l'habillement.

Les parties ombrées donnent l'écart acceptable autour de la température idéale.

Température opérative optimale

Le confort thermique

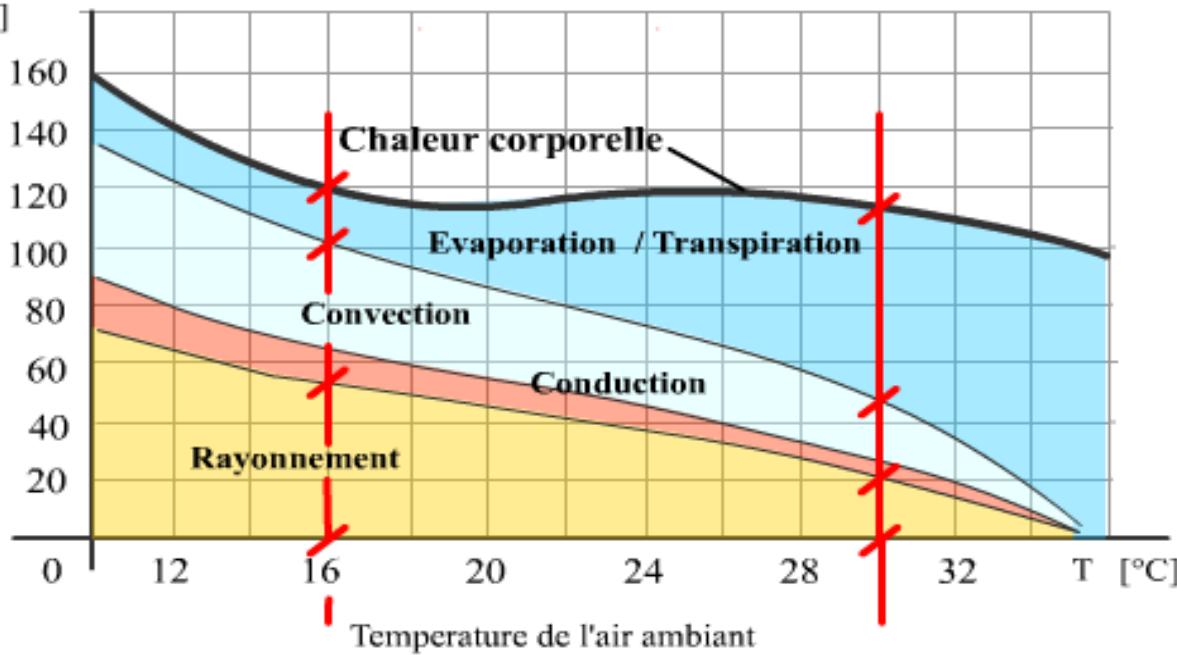
Repartition de l'énergie échangée dans la zone de confort

Zone de confort reportée dans le diagramme psychrométrique

Chaleur dégagé par l'homme assis. Répartition en fonction de la température.
Au dessus de 24°C, l'évapo-transpiration devient prépondérante.

Puissance dissipée

[W]

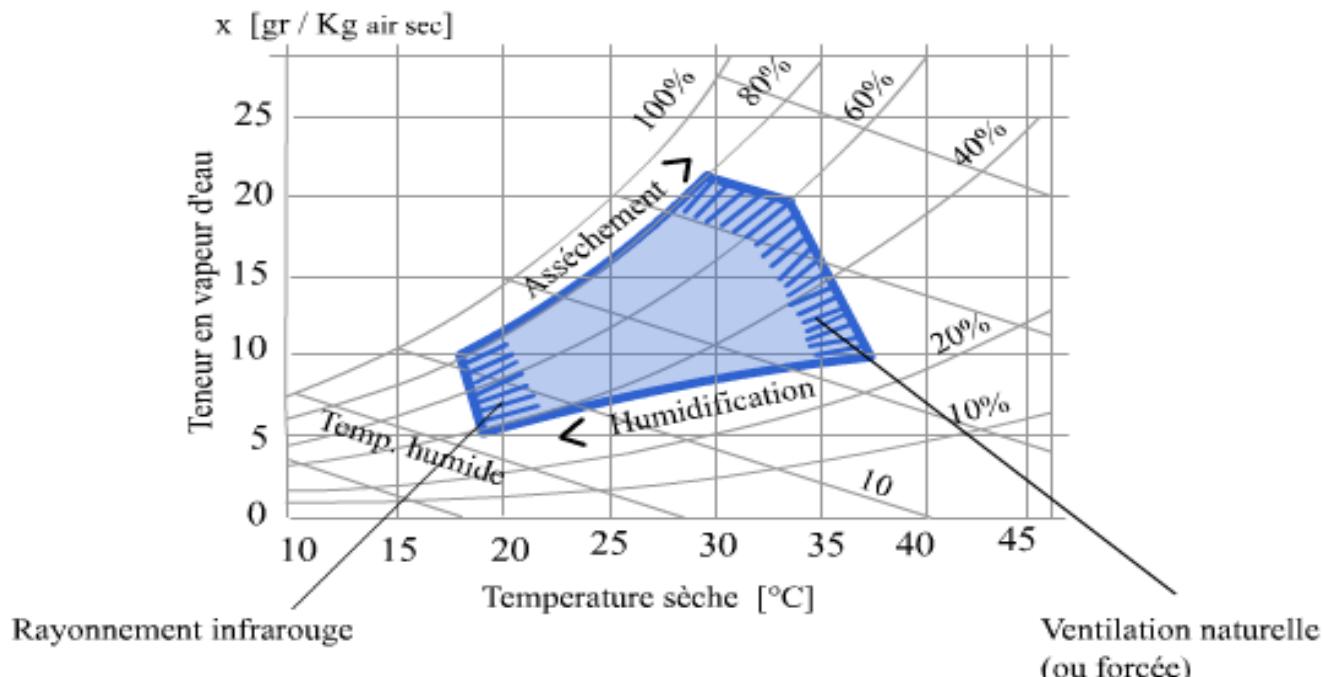


Le confort thermique

Repartition de l'énergie échangée dans la zone de confort

Zone de confort reportée dans le diagramme psychrométrique

La **zone de confort** peut être étendue vers des températures plus élevées par ventilation (échange de chaleur par convection) et vers des températures plus faibles par apport de chaleur de rayonnement.



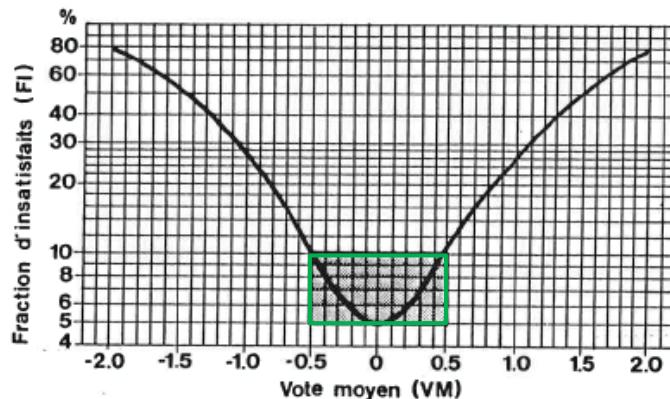
Zone de confort

Le confort thermique

Définition d'une échelle de confort thermique

+ 3	vraiment trop chaud	
+ 2	trop chaud	intolérable
+ 1	chaud	
0	neutre (confortable)	tolérable
- 1	frais	
- 2	très frais	intolérable
- 3	vraiment trop frais	

Etablissement d'une relation entre le Vote Moyen et la Fraction d'Insatisfaits

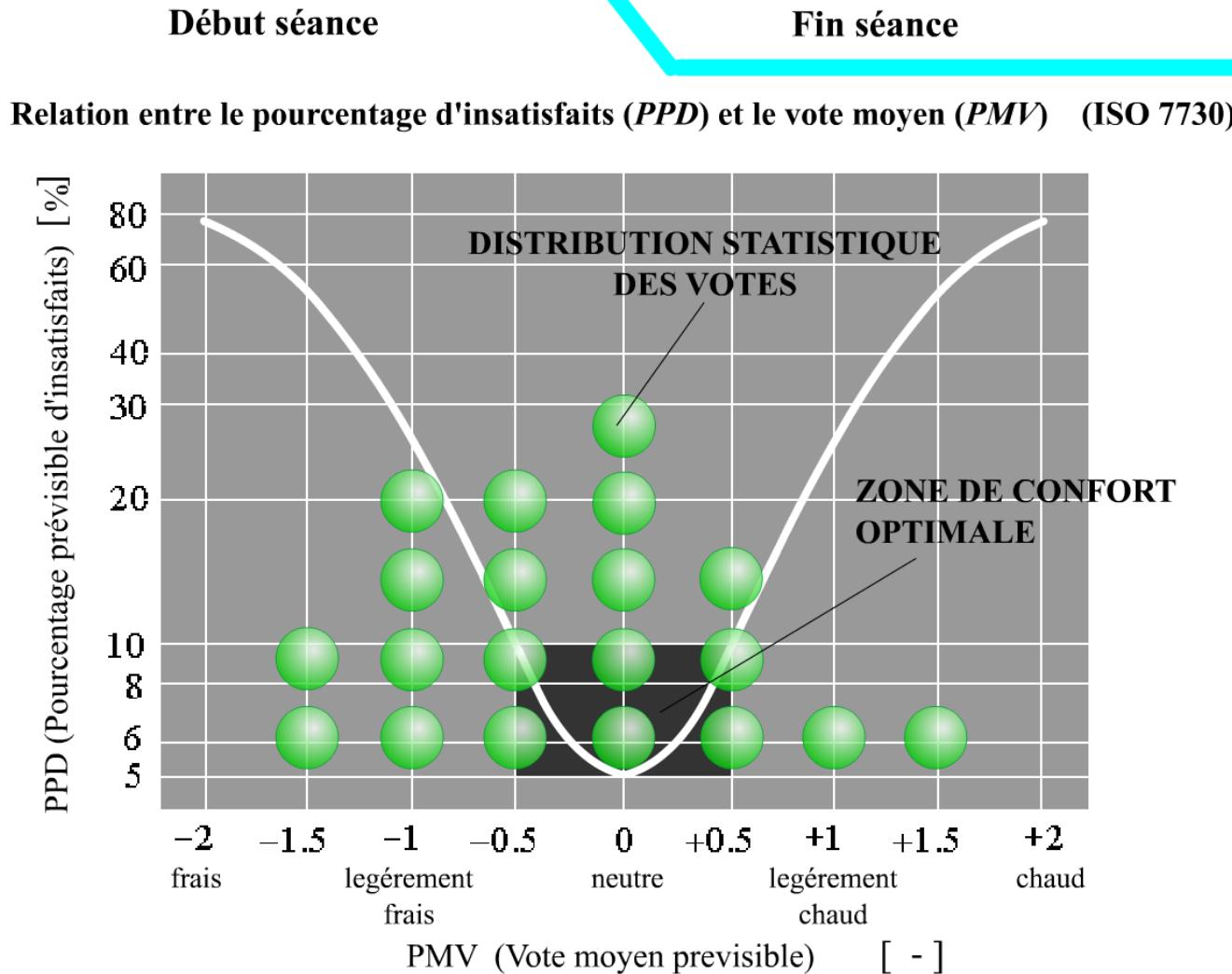


ZONE DE CONFORT OPTIMALE :

$$\begin{aligned} 5\% \leq & \quad FI < 10\% \\ 0 \geq & \quad VM > | \pm 1/2 | \end{aligned}$$

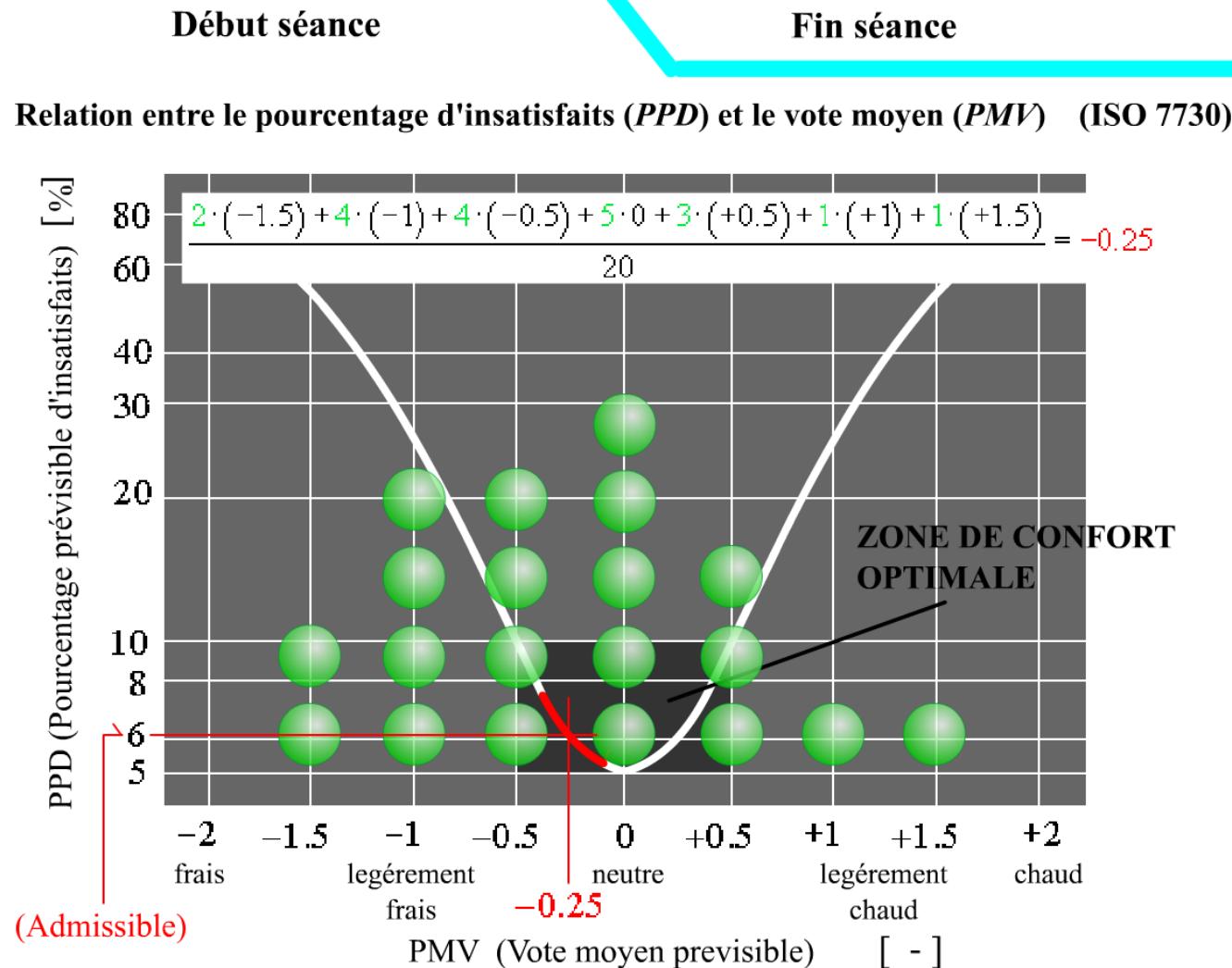
Méthode de Fanger

Le confort thermique



Distribution des votes

Le confort thermique



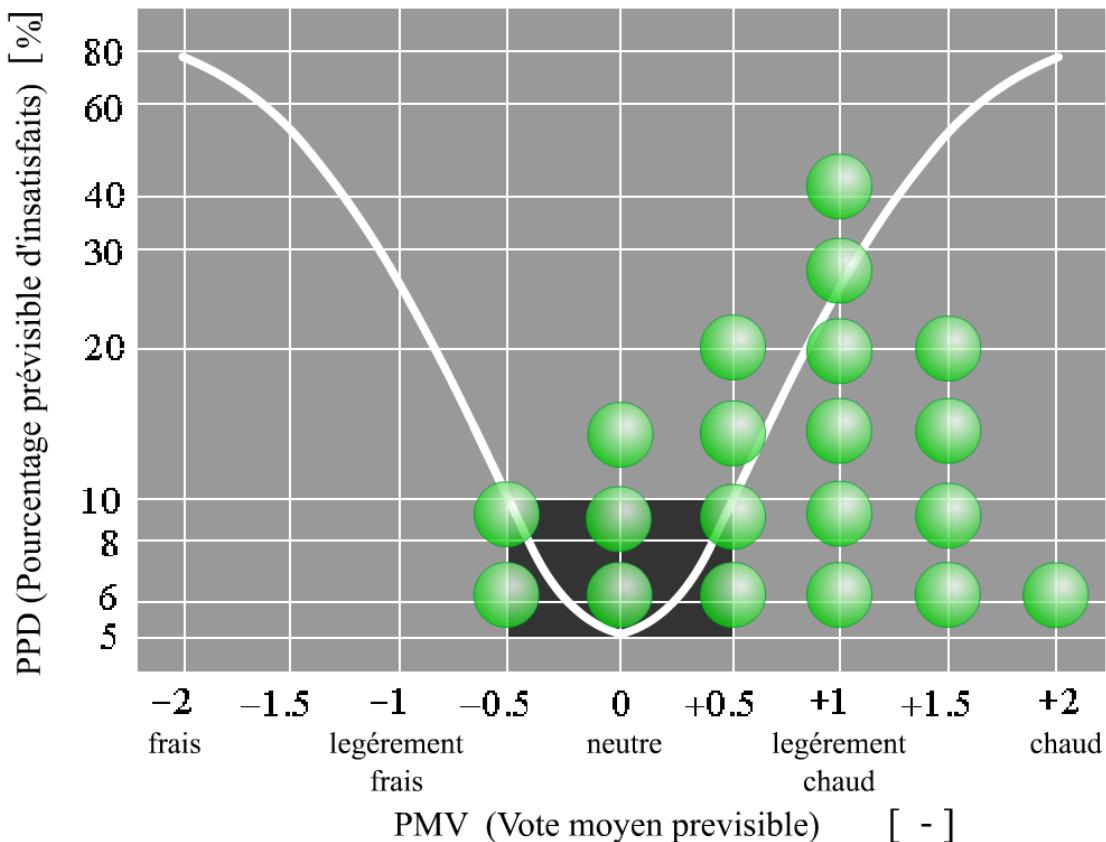
Vote Moyen Prévisible (VMP)

Le confort thermique

Debut séance

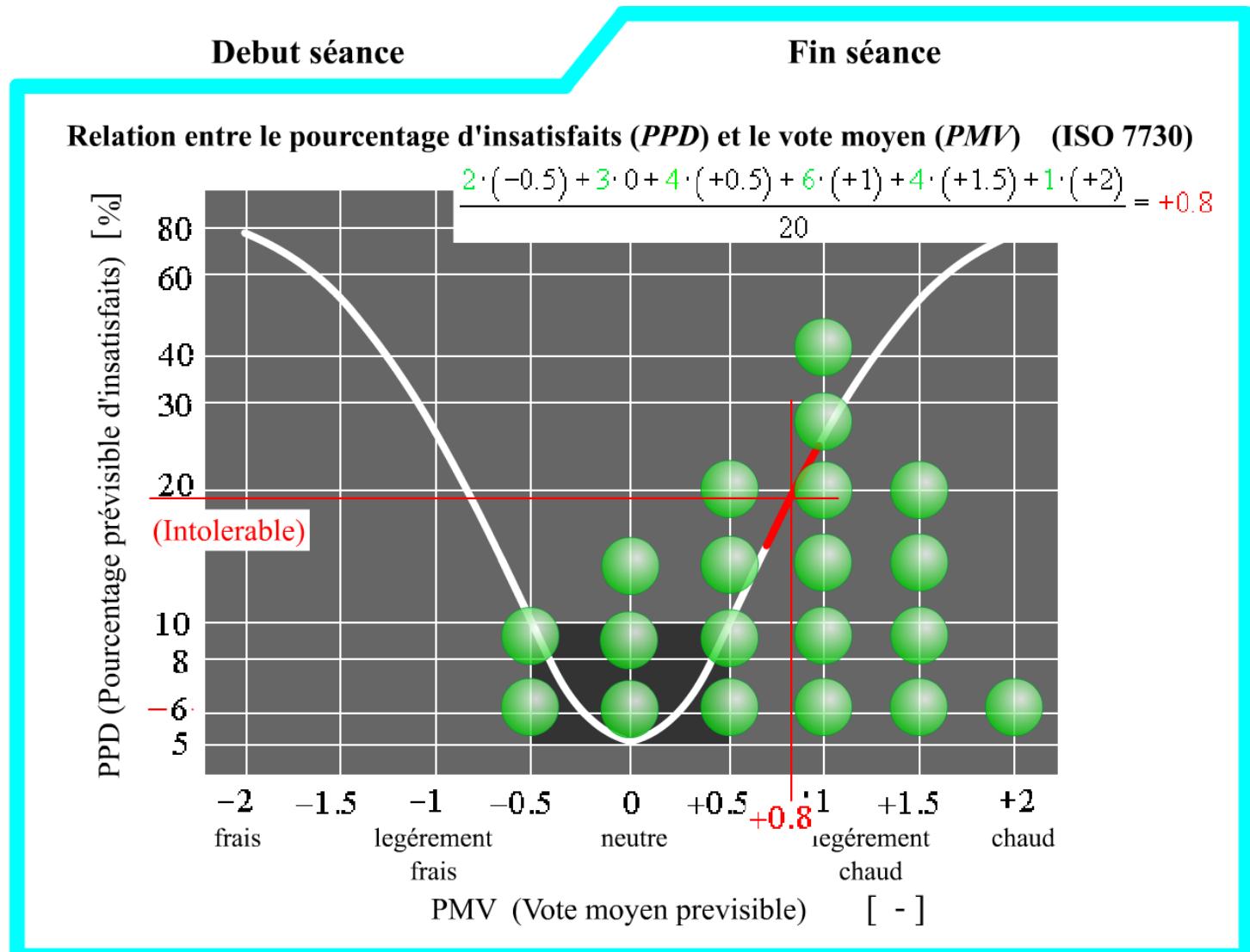
Fin séance

Relation entre le pourcentage d'insatisfaits (*PPD*) et le vote moyen (*PMV*) (ISO 7730)



Vote Moyen Prévisible (VMP)

Le confort thermique



Distribution des votes