

Confort d'été : impact sur la santé et l'économie

Strasbourg.eu
eurométropole

energivie.pro
envirobat
GRAND EST

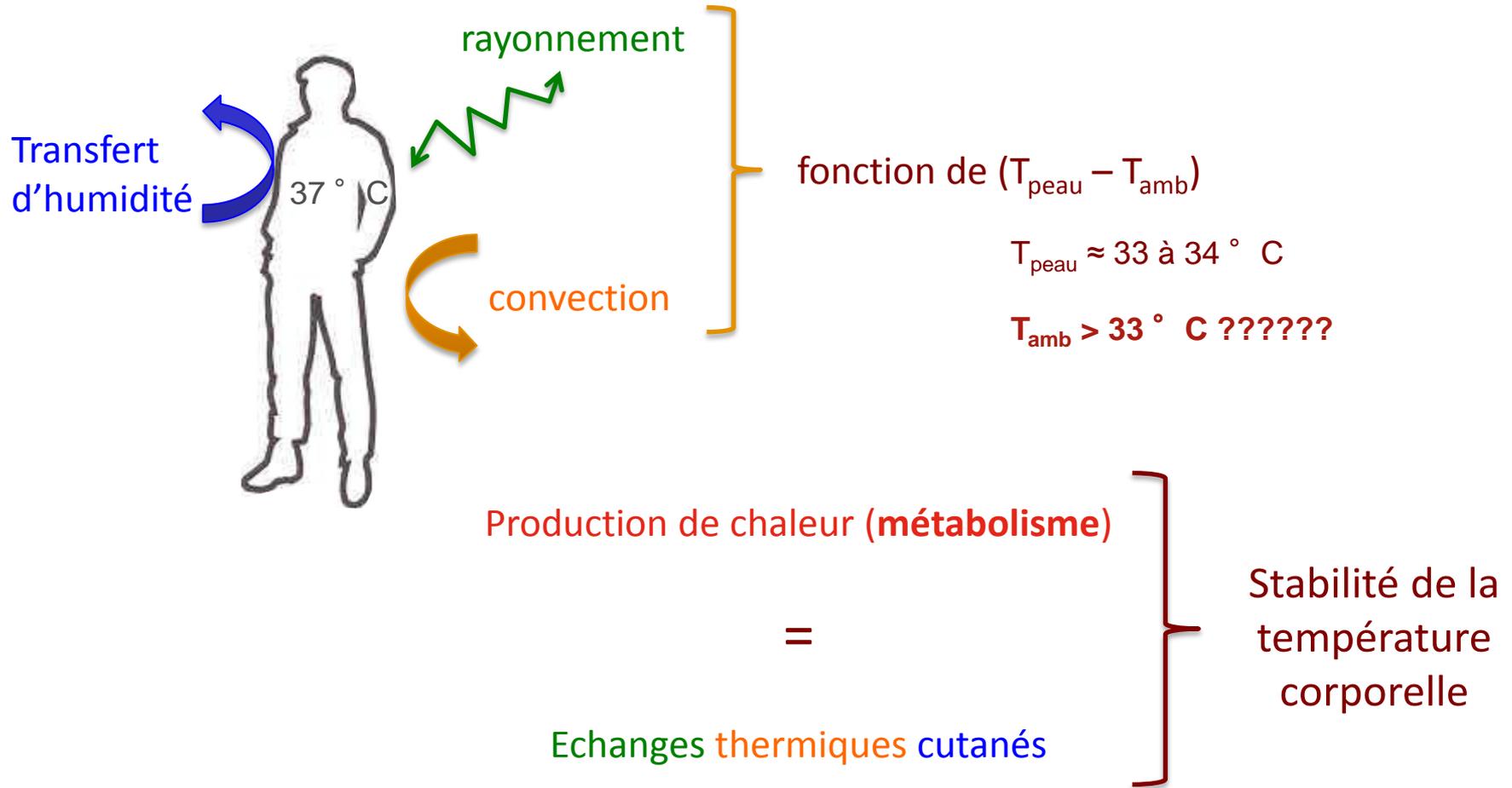


Cerema

Fibois
GRAND EST

- **1. Notions de confort thermique**
 - Bilan thermique du corps humain
 - Critères de confort
 - Notions de confort adaptatif
- **2. Confort d'été et santé**
- **3. Confort d'été et « productivité »**

1.1 : Bilan thermique du corps humain.



1.2 : Critères de confort.

1.21 : Température opérative

température d'air \rightarrow température de parois

$$T_0 \sim \frac{T_a + T_p}{2}$$



Mesure par un thermomètre globe

1.2 : Critères de confort.

1.21 : Critères statistiques : PMV, PPD (Norme ISO 7730)

➔ Subjectivité de la notion de confort thermique

● PMV : « Predicted Mean Vote ».

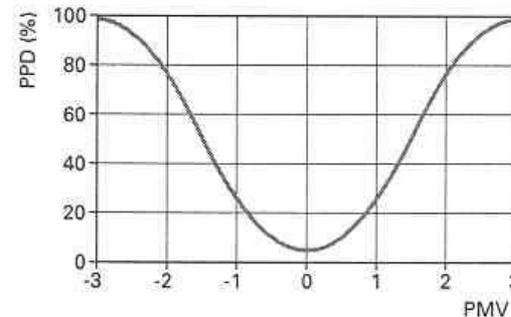
Prédiction de la façon dont est ressentie une ambiance par leurs occupants



(échelle à 7 paliers : +3 (très chaud) à -3 (très froid) en passant par 0 (bien être)).

● PPD : « Predicted Percentage of Dissatisfied ».
Prédiction du pourcentage attendu de personnes non satisfaites.

$$PPD = f(PMV)$$



Valable pour des ambiances contrôlées

1.2 : Critères de confort.

1.23 : Exemple : norme NF EN15251

4 catégories de confort

Tableau A.1 — Exemples de catégories recommandées pour la conception de bâtiments chauffés et climatisés

Catégorie	État thermique global du corps	
	PPD %	Vote Moyen Prévisible
I	< 6	$-0,2 < PMV < +0,2$
II	< 10	$-0,5 < PMV < +0,5$
III	< 15	$-0,7 < PMV < +0,7$
IV	> 15	$PMV < -0,7 ; \text{ou } +0,7 < PMV$

Tableau A.2 — Exemples de températures intérieures de base recommandées pour la conception des bâtiments et des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation

Type de bâtiment ou d'espace	Catégorie	Température opérative °C	
		Minimum pour le chauffage (saison hivernale), - 1,0 clo	Maximum pour le rafraîchissement (saison estivale), - 0,5 clo
Bureau individuel (fermé)	I	21,0	25,5
Sédentaire - 1,2 met	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0

1.3 : Confort adaptatif.

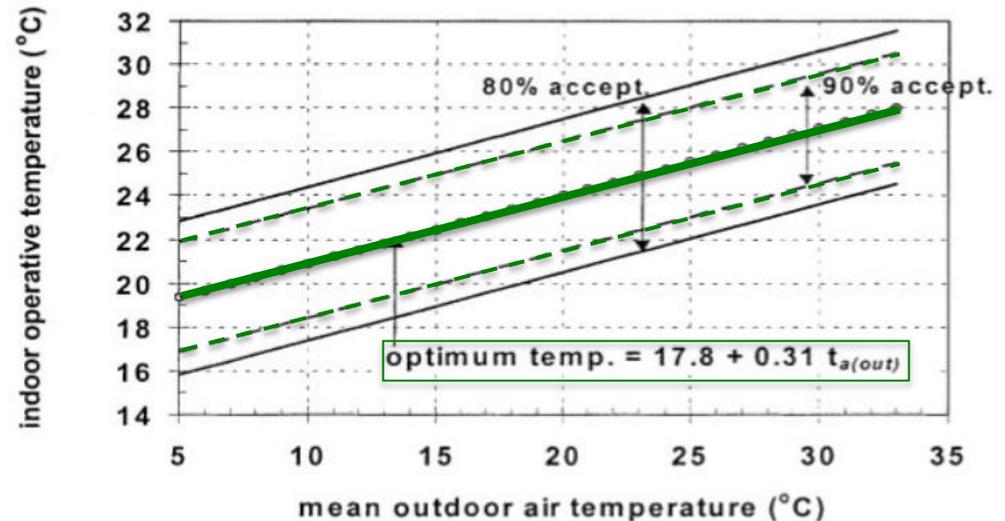
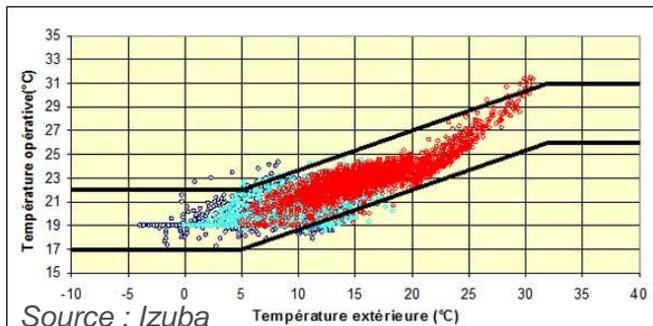
Cas des locaux sans traitement d'ambiance

=> plus grande adaptabilité des personnes

1.31 : Diagramme de BRAGER

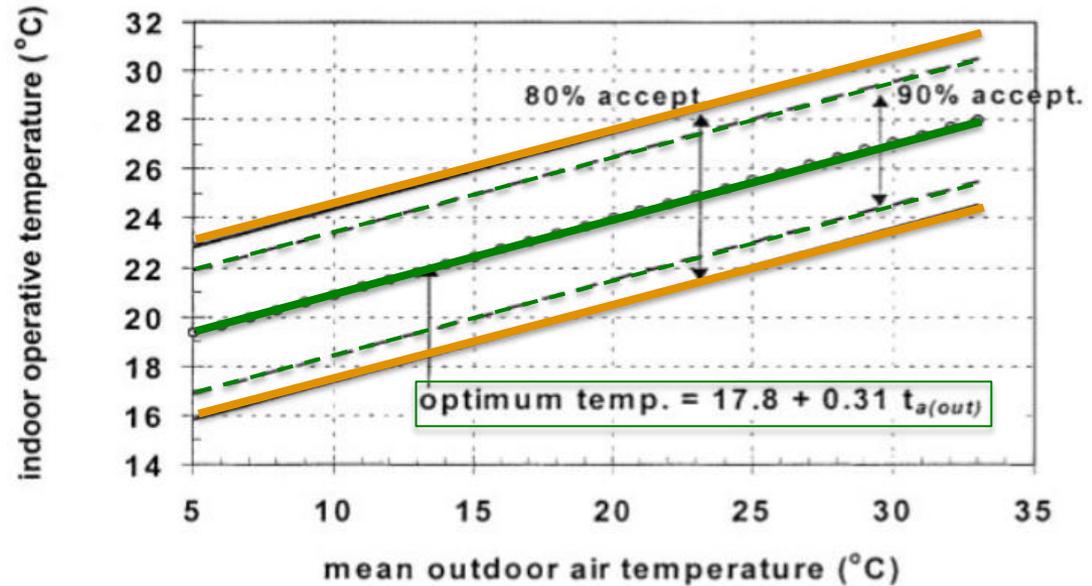
Zone de confort définie **par deux courbes limites de la température opérative** en fonction de la température extérieure (moyenne journalière)

Validité : activité sédentaire



1.3 : Confort adaptatif.

Exemple :



Strasbourg 26 juin 19 :

$t_{ext} \text{ min} : 20,2 \text{ } ^\circ\text{C}$

$t_{ext} \text{ max} : 36,7 \text{ } ^\circ\text{C}$

$t_{ext} \text{ moy.} : 28,5 \text{ } ^\circ\text{C}$



$25 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t_{amb} \leq 29 \text{ } ^\circ\text{C}$

$24 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t_{amb} \leq 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

Lille 25 juillet 19 :

$t_{ext} \text{ min} : 23,2 \text{ } ^\circ\text{C}$

$t_{ext} \text{ max} : 41,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

$t_{ext} \text{ moy.} : 32,3 \text{ } ^\circ\text{C}$



$26 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t_{amb} \leq 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

$25 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t_{amb} \leq 31 \text{ } ^\circ\text{C}$

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

Canicules été 2019 :

- 1435 décès (majorité personnes de plus de 75 ans)
- 10 décès sur le lieu de travail

Source : Santé publique France

Sources des informations :

- INRS
- OMS

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

2.1 Mécanismes d'adaptation à la chaleur

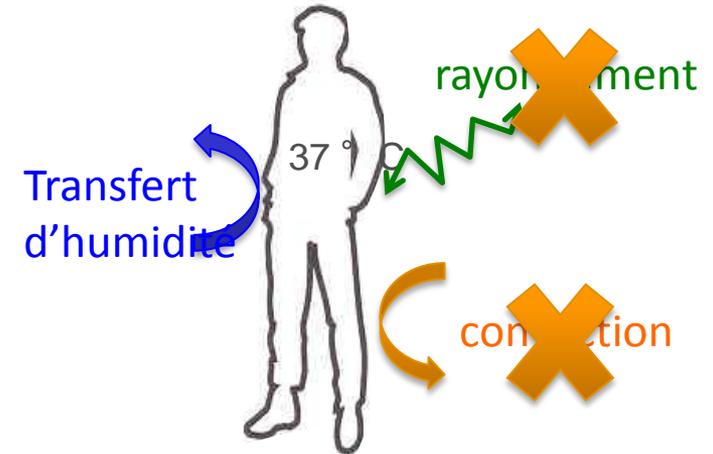
2.11 : Mécanismes physiologiques :

Vasodilatation, Transpiration

Limites => syncope de chaleur

2.12 : Mécanismes comportementaux :

Amélioration de la tolérance à la chaleur



Adaptation des horaires de travail

Adaptation des vêtements

Adaptation du régime alimentaire (boire plus, alléger les repas)

Limiter la dépense énergétique (augmenter les temps de pose ...)

....

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

2.13 : Facteurs influençant la thermorégulation :

Acclimatement :

Meilleure tolérance à la chaleur lors d'une exposition répétée
Obtenu à partir de **8 à 12 jours**

Entrainement et conditions physiques

Age :

Personnes âgées
Enfants de moins de 5 ans

Genre

Poids

Régime alimentaire

Prise de médicaments

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

2.2. Risques pour la santé

2.11 : Cas d'une exposition prolongée :

Transpiration abondante :



Crampe de chaleur (*perte de sels minéraux*)



Deshydratation (*0,75 à 1,2 l/h non compensée*)



Epuisement thermique

(*syncope de chaleur : chute de tension / diminution de l'irrigation du cerveau*)



Coup de chaleur

(*pronostic très grave,
peut provoquer un décès*)

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

2.12 : Niveaux de gravité – symptômes (source INRS) :

Risques pour la santé d'une exposition à la chaleur : symptômes et niveaux de gravité		
Niveau	Effets de la chaleur	Symptômes et conséquences
Niveau 1	<i>Coup de soleil *</i>	Rougeur et douleur, oedème, vésicules, fièvre, céphalées
Niveau 2	Crampes de chaleur	Spasmes douloureux (jambes et abdomen), transpiration
Niveau 3	Epuisement	Forte transpiration, faiblesse, froideur et pâleur de la peau, pouls faible, température normale
Niveau 4	Coup de Chaleur	Température corporelle supérieure à 40,6 °C, peau sèche et chaude, pouls rapide et fort, perte de conscience possible. Décès possible par défaillance de la thermorégulation.

* consécutif à une exposition au soleil (ultraviolets) (d'après la définition de la Croix rouge américaine)

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

2.12 : Niveaux de gravité – symptômes (source INRS) :

Coup de chaleur	
Symptômes généraux	<ul style="list-style-type: none"> ▬ Hyperthermie : température interne supérieure à 40,6°C ▬ Tachycardie : pouls rapide ▬ Respiration rapide ▬ Céphalées ▬ Nausées, vomissements
Symptômes cutanés	<ul style="list-style-type: none"> ▬ Peau sèche, rouge et chaude ▬ Absence de transpiration
Symptômes neuro-sensoriels	<ul style="list-style-type: none"> ▬ Confusion, comportement étrange, délire, voire convulsions ▬ Perte de connaissance éventuelle ▬ Pupilles dilatées

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

2.3. Mesures prévues par la réglementation française.

2.31 : Code du travail :



Aucune indication de température n'est donnée.



Article L230-2 : « *L'employeur est tenu de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs de leurs établissements, en y intégrant les conditions de température.* »



Article L230-3-1 : « *L'employeur doit aussi mettre à disposition des salariés de l'eau potable et fraîche.* »



Sur les chantiers de BTP :

« *L'employeur doit mettre à disposition des salariés au moins 3 litres d'eau par jour et par salarié* »

« *Arrêt de travail possible pour intempéries* »

2.32 : Recommandations CPAM/CARSAT :



Evacuation des bureaux si la température opérative atteint **34°C** (en cas d'arrêt des Installations de conditionnement d'air)

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

2.4. Evaluation du risque.

2.41 : Facteurs climatiques :

Vigilance si température ambiante supérieure à **30 °C**



Risques accrus si :

Température nocturne supérieure à 25 °C

Humidité relative supérieure à 70%

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

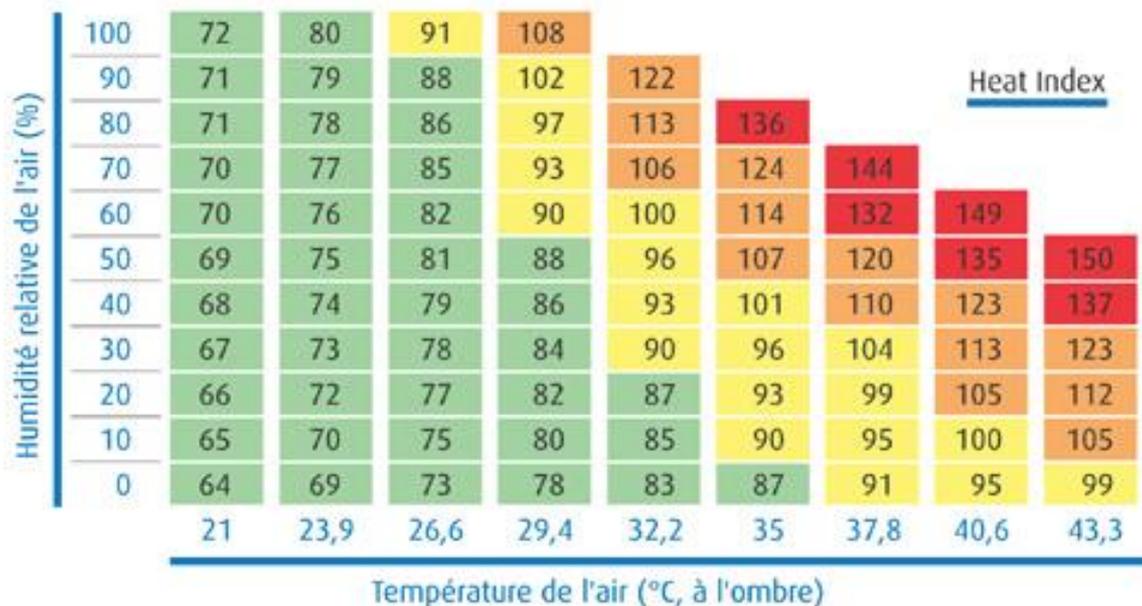
2.41 : Facteurs climatiques :

➔ Utilisation du
HEAT INDEX

Index mis au point par
le département américain de
météorologie nationale en 1985.

Index définit à partir de la
mesure :

- de la température d'air
- de l'humidité relative



Heat Index

Troubles physiologiques possibles en cas d'exposition prolongée à la chaleur et/ou avec une activité physique

80 à 90	Fatigue
90 à 104	Coup de soleil*, crampes musculaires et épuisement physique
105 à 129	Épuisement, coup de chaleur possible
130 et plus	Risque élevé de coup de chaleur / coup de soleil*

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

2.42 : Facteurs inhérents au poste de travail ou à la tâche à exécuter



Classification de la charge physique (norme ISO 8996)

Repos

Travail léger

Travail moyen

Travail lourd

Travail très lourd

-> *Vigilance*

-> *Vigilance accrue*

2.43 : Facteurs individuels

2. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA SANTÉ

2.5. Recommandations et mesures de prévention.

2.51 : Exemples

**PRÉVENIR LES
DANGERS**



1. S'hydrater
installer des sources
d'eau potable et fraîche
à proximité des postes
de travail



2. Augmenter
les fréquences de pause
et prendre le temps.



3. Aménager
les horaires de travail :
pour permettre de
travailler aux heures
les moins chaudes



4. Offrir
un confort thermique :
Mettre en place
un système de régulation
de la température et de
l'humidité de l'air
(rafraichisseur d'air)

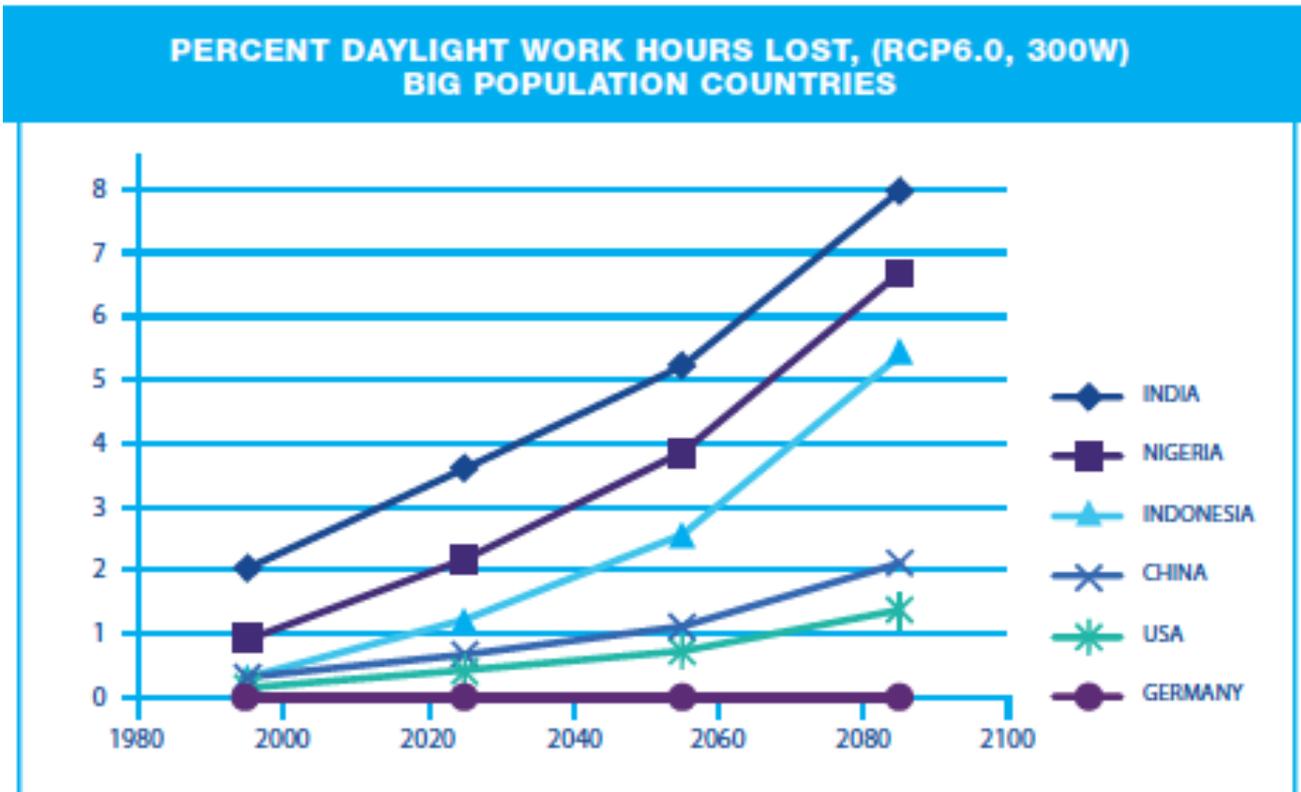
Illustration : source Delta NEU-2019

3. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA « PRODUCTIVITE »

Réchauffement climatique et impact économique ?

Rapport de l'OMS et de l'OIT (2016) :

2000 Milliards de pertes de productivité par an en 2030 !!!!

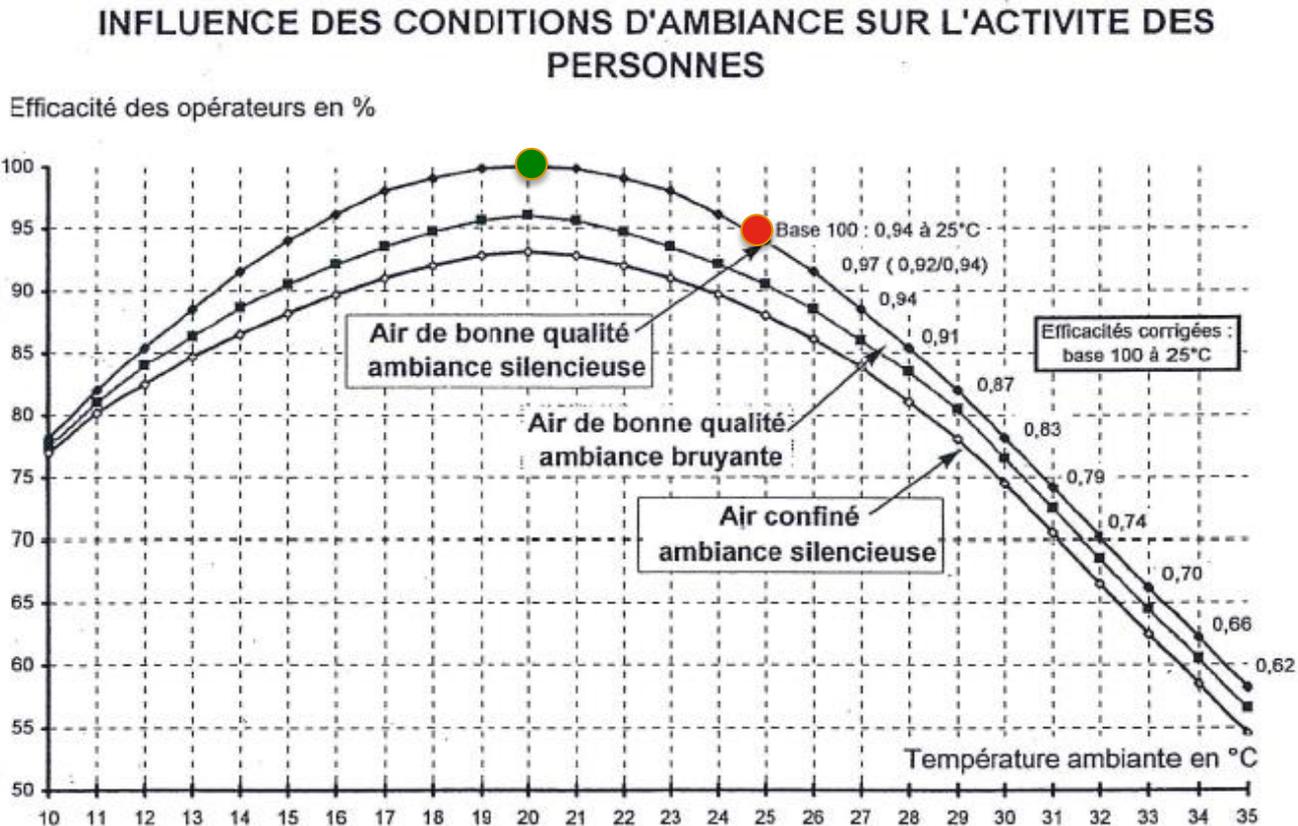


3. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA « PRODUCTIVITE »

Evaluation de l'impact économique

Etude du MIT (2015) : à partir d'une ambiance à 15°C, la productivité baisse de 1,7% par degré supplémentaire

Etude de l'ASHRAE et AICVF (1991) : *(activités de type tertiaire)*



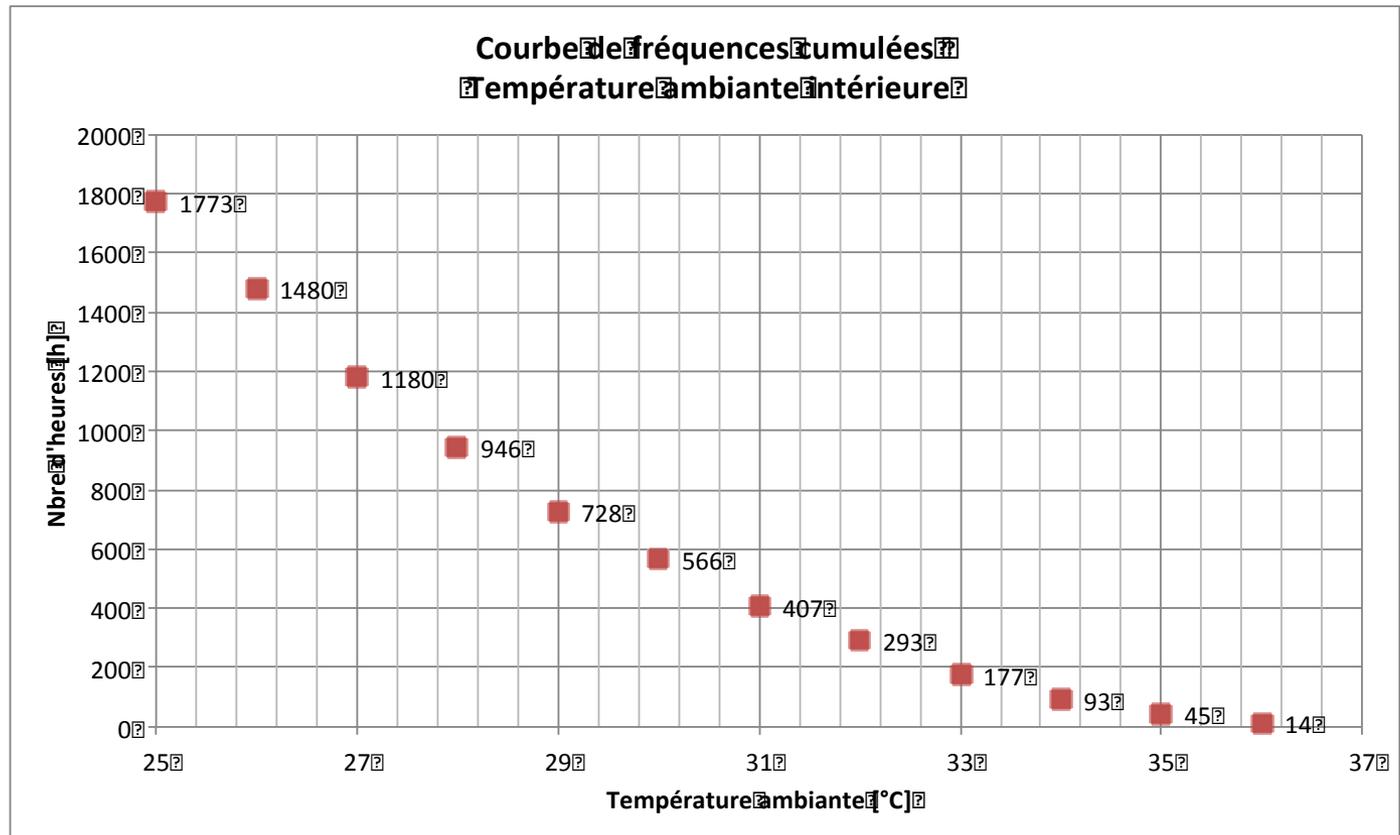
3. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA « PRODUCTIVITE »

Evaluation de l'impact économique

Exemple d'application (via étude AICVF)

Cas d'un atelier de production :

Etape 1 :



3. IMPACT DES CONDITIONS D'AMBIANCE SUR LA « PRODUCTIVITE »

Etape 2 : Calcul de la perte de productivité par intervalle de température :

Tranche de température ambiante	Durée de la tranche [h]	Perte de productivité [%]	Perte de productivité en heure
> 34°C	93	34	32
entre 34 et 33°C	84	30	25
entre 32 et 33°C	116	25	29
entre 31 et 32°C	114	21	24
entre 30 et 31°C	159	17	27
entre 29 et 30°C	162	13	21
entre 28 et 29°C	218	9	20
entre 27 et 28°C	234	6	14
entre 26 et 27°C	300	3	9
entre 25 et 26°C	293	0	0

Perte totale annuelle : 200 h par salarié

Etape 3 : Calcul des pertes financières

Réchauffement climatique :

=> Intensification des périodes de forte chaleur

Impact sur la santé

=> seuil de température de 33 °C

=> facteurs de risques

=> adaptation des conditions de travail

Impact économique

=> ordre de grandeur macroscopique

=> évaluation possible pour un projet

MERCI DE VOTRE ATTENTION