

Calculette Inconfort :

Développement d’un outil pour calculer un indicateur d’inconfort thermique global pour un projet de construction.

Travaux de stage

Contexte & objectif

Au sein d’AREP, il n’existe pas encore d’outil simple et efficace pour estimer le confort thermique estival en intérieur. Ce besoin s’est renforcé avec la démarche EMC2B, notamment pour renseigner l’étiquette liée au confort d’été en amont des projets.

L’objectif du stage est de proposer un outil accessible à tous, capable d’estimer rapidement la température ressentie sur l’année dans un bâtiment, sur la base d’un modèle physique validé.

L’ambition de cet outil n’est pas de remplacer une STD mais de fournir rapidement une aide à la conception dès les premières phases d’un projet.

Approche

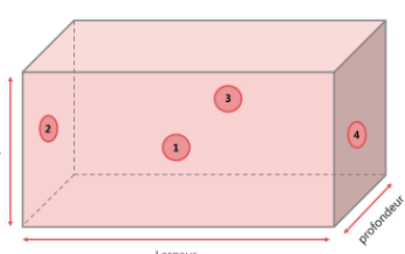
1. Calcul de thermique et choix des paramètres. Les paramètres retenus pour modéliser le bâtiment ont été sélectionnés afin de représenter au mieux une pièce, en écartant ceux dont l’impact sur la température est jugé négligeable.
2. Création de l’interface en ligne avec Dash (Python) pour permettre une expérience utilisateur fluide et instinctive.
3. Mise en ligne de l’outil sur le site VISUMETEO de L’hypercube.

Méthodologie

Paramètres de la pièce typique

Le bâtiment est modélisé par une pièce typique. Par exemple pour un immeuble de bureaux, la pièce représentative sera un étage d’open-space. Les paramètres retenus pour caractériser cette pièce sont la localisation (en France métropolitaine) et les éléments détaillés ci-dessous :

GEOMETRIE



DIMENSIONS

Profondeur : 15 m

Largeur : 10 m

Hauteur : 3,5 m

Orientation de la façade 1

Nord N-E Est S-E 180 S-O Ouest N-O Nord

Façades en contact avec l'extérieur

☒ Mur 1 ☒ Mur 2 ☒ Mur 3 ☒ Mur 4 ☒ Toit ☒ Sol

PAROIS & VITRAGES

MATERIAUX

Type de structure : lourde

Type d'isolant : ITI

PROPORTION DE VITRAGES

Façade 1 : 30 % ou 10,5 m2

Façade 2 : 30 % ou 15,75 m2

Façade 3 : 30 % ou 10,5 m2

Façade 4 : 30 % ou 15,75 m2

TYPE DE VITRAGE

Double vitrage

VENTILATION

TAUX DE RENOUVELLEMENT D'AIR

Faible : 1 vol/h

SURVENTILATION NATURELLE

PROTECTIONS SOLAIRES

PROFONDEUR DES CASQUETTES

STORES

Façade 1 : Aucun store

Façade 2 : Aucun store

Façade 3 : Aucun store

Façade 4 : Aucun store

APPORTS INTERNES

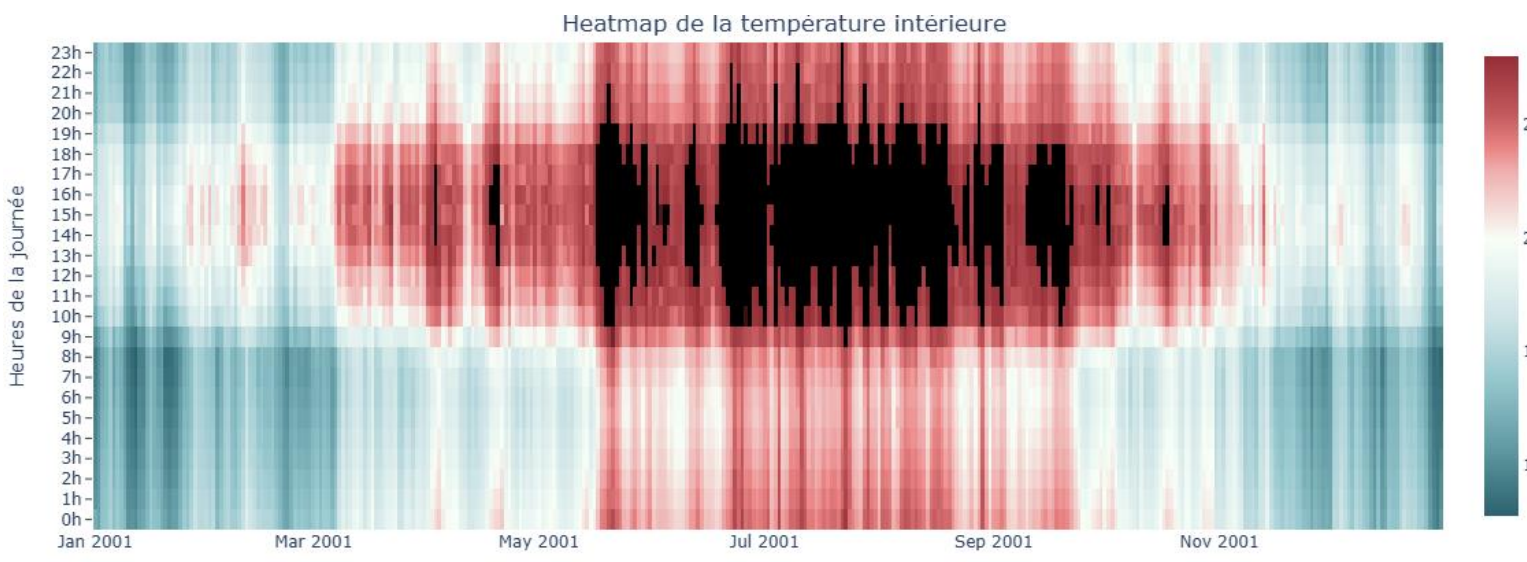
APPORTS INTERNES

Détail des inputs utilisateur

Une version « expert » de l’outil donne accès à une base de données de matériaux et permet de choisir les épaisseurs.

Calcul de la température d’air intérieure

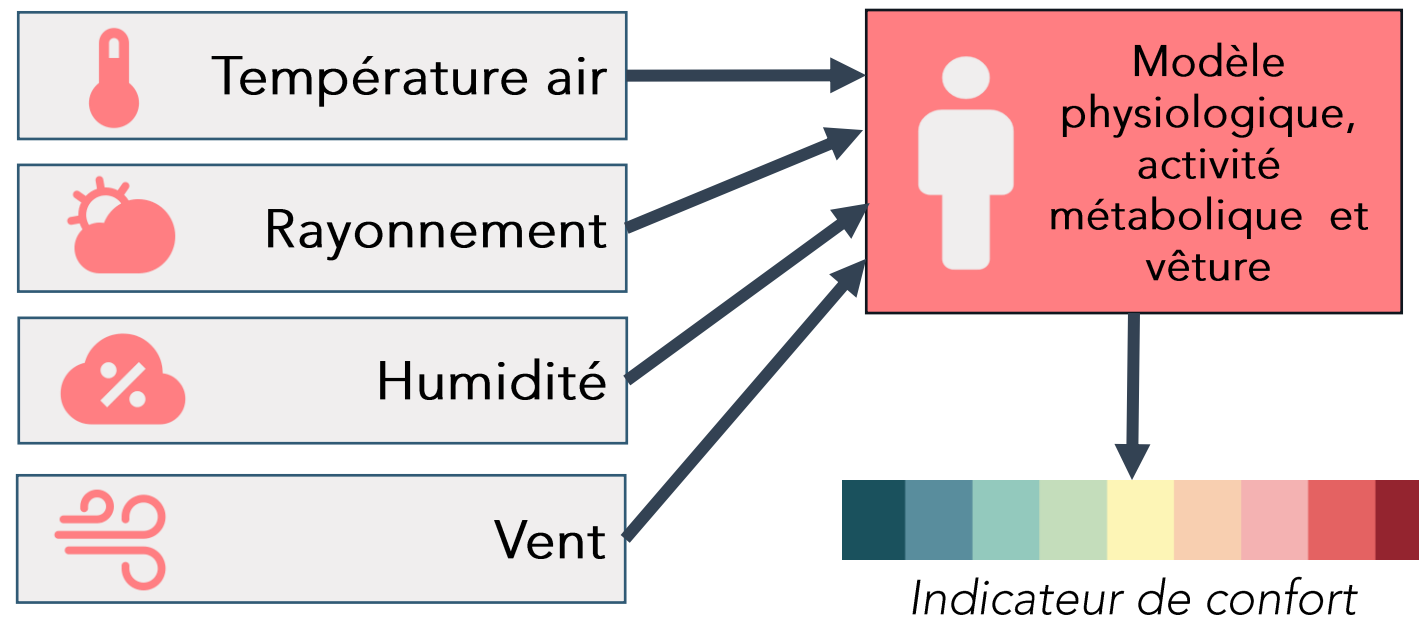
Ces paramètres permettent de calculer la température de l’air dans la pièce, qui est considérée comme uniforme. Le DHI (Degré Heure d’Inconfort) est un indicateur de l’inconfort intérieur qui se base sur le nombre d’heures au dessus de 28°C et sur l’intensité du dépassement.



Graphique produit par la calculette : Heatmap de la température intérieure & mise en évidence de $T_{air} > 28^{\circ}C$

Température ressentie

Le calcul d’un indicateur de confort repose sur l’exposition d’un individu aux sollicitations externes : températures, humidités, rayonnements et vitesses de vents. Ces grandeurs doivent donc être calculées au sein de la pièce.



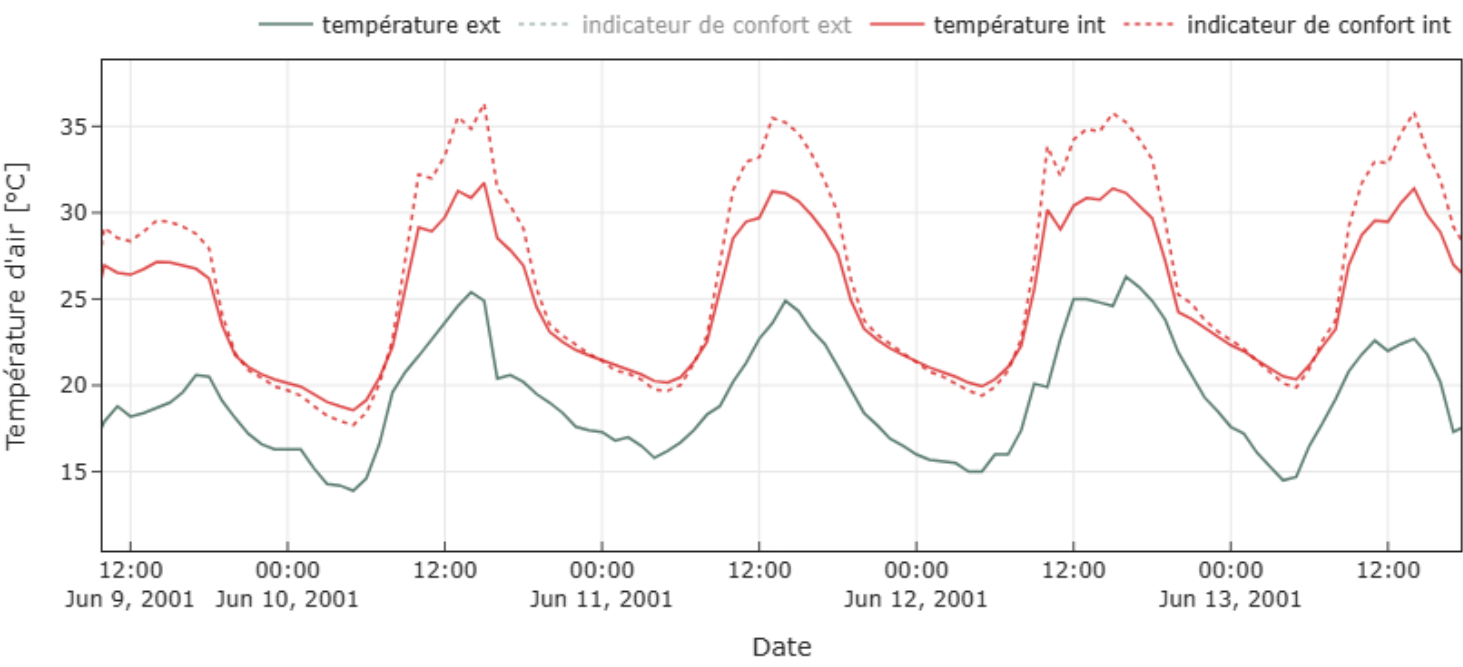
Détail des données utilisées pour un indicateur de confort

Le modèle utilisé pour le calcul de la température ressentie est la PET (Physiological Equivalent Temperature), le modèle utilisé par L’hypercube. C’est la température d’air d’un environnement de référence pour laquelle une personne aurait les mêmes réactions physiologiques que dans son environnement complexe.

Hypothèses de calcul pour le confort

- La MRT (Mean Radiant Temperature) est la température qui permet de quantifier les échanges thermiques par rayonnement d’une personne avec son environnement. Son impact sur le confort est prépondérant en l’absence de vent. Une étude de sensibilité avec des cas extrêmes a été effectuée et il a été décidé de positionner le mannequin au centre de la pièce.
- Le rayonnement solaire à travers les vitrages n’est pas pris en compte dans la MRT.
- La vitesse de l’air a été calculé à partir du taux de ventilation dans la pièce.
- L’humidité est considérée comme constante à 50%.

Évolutions des températures d’air



Comparaison des températures d’air et de la température ressentie

Un indicateur de confort global

L’indicateur calculé est similaire au DHI mais appliqué à la PET. Cette dernière est associée à des catégories de ressenti, et à partir de la catégorie Chaud qui commence à 29°C, la température est considérée comme excessive. La valeur retenue pour l’indicateur est donc le produit du nombre de degrés au dessus de 29°C et de la durée en heures.

Dans un même projet, il peut y avoir plusieurs typologies de bâtiment très différentes. Avec cet outil, il est possible de rentrer plusieurs pièces typiques pour chaque partie du projet et d’obtenir un indicateur global. Cet indicateur est la moyenne pondérée par les surfaces totales de chaque zone.

DIFFERENTES TYPOLOGIES DE BATIMENT				INCONFORT PROJET	
Nom	Surface [m²]	Inconfort [°C.h]	Ecart avec la référence [°C.h]		
bâtiment 1	200	3463.4	-1234.6	INTERIEUR	Calcul
bâtiment 2	450	7727.9	3029.9		
				6415.7 °C.h	ECART AVEC LA REFERENCE : +1717.7 °C.h

Capture d’écran de l’onglet PROJET COMPLET de l’outil

Comparaison des résultats

Pour se donner un moyen de comparaison, l’indicateur de confort global a été calculé pour un bâtiment de base dans toutes les localisations et pour différentes dimensions. L’indicateur de confort global du projet est donc accompagné de la valeur de l’écart à la référence pour évaluer la performance du projet.

Limites et perspectives

L’outil a pour but de rester simple, il ne prend donc pas en compte :

- Le chauffage ni la climatisation
- L’inertie interne (liée au mobilier)
- Le rayonnement émis par les parois vers l’extérieur
- Un planning de ventilation : la ventilation est constante jour et nuit

Bonnes pratiques EMC2B



La calculette inconfort s’inscrit dans la démarche EMC2B en rendant possible le calcul du confort en phase très amont.

Le but de cet outil est double :

- Il permet de comparer les différentes actions possibles sur un projet et de visualiser leurs impacts afin d’identifier les leviers les plus pertinents. Il peut également servir d’outil de sensibilisation pour les usagers.
- Il permet aux chefs de projet de remplir l’étiquette EMC2B et d’anticiper les risques d’inconfort thermique en été dans les bâtiments et ainsi mettre en place des solutions.

CHIFFRES CLES

Isolation

Isolation extérieure jusqu’à – 6°C (vs. intérieure)

Protections solaires

Ajouter des stores de - 3° à - 8°C

Ajouter des casquettes jusqu’à – 5°C

Ventilation

Surventilation naturelle jusqu’à – 5°C

Références / Aller plus loin

- Compléments sur les indicateurs de confort (site de l’hypercube)
- Accéder à l’outil Calculette Inconfort:

