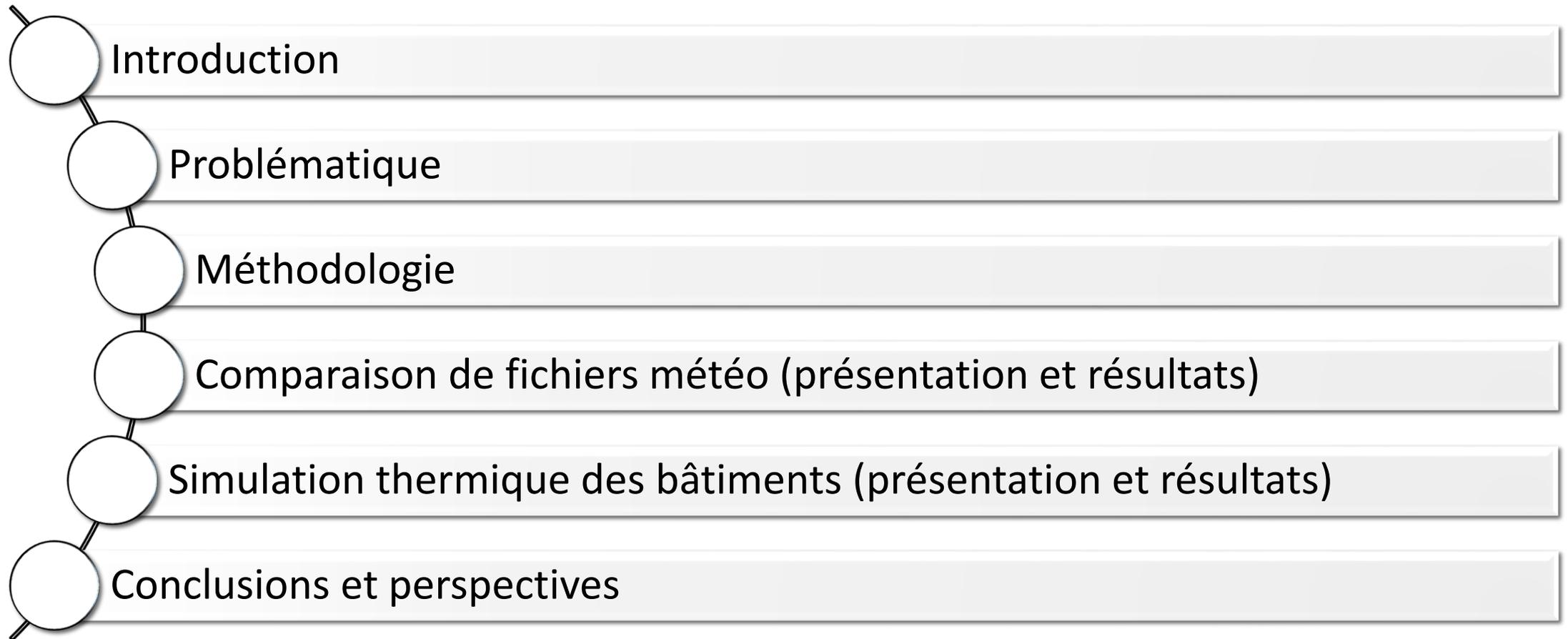


Influence du changement climatique sur le comportement du bâtiment dans son environnement urbain : Quel fichier météo futur utiliser ?

Sihem GUERNOUTI, Auline RODLER, Jeremy BERNARD, Marjorie MUSY, Benjamin MORILLE, Adrien GROS.

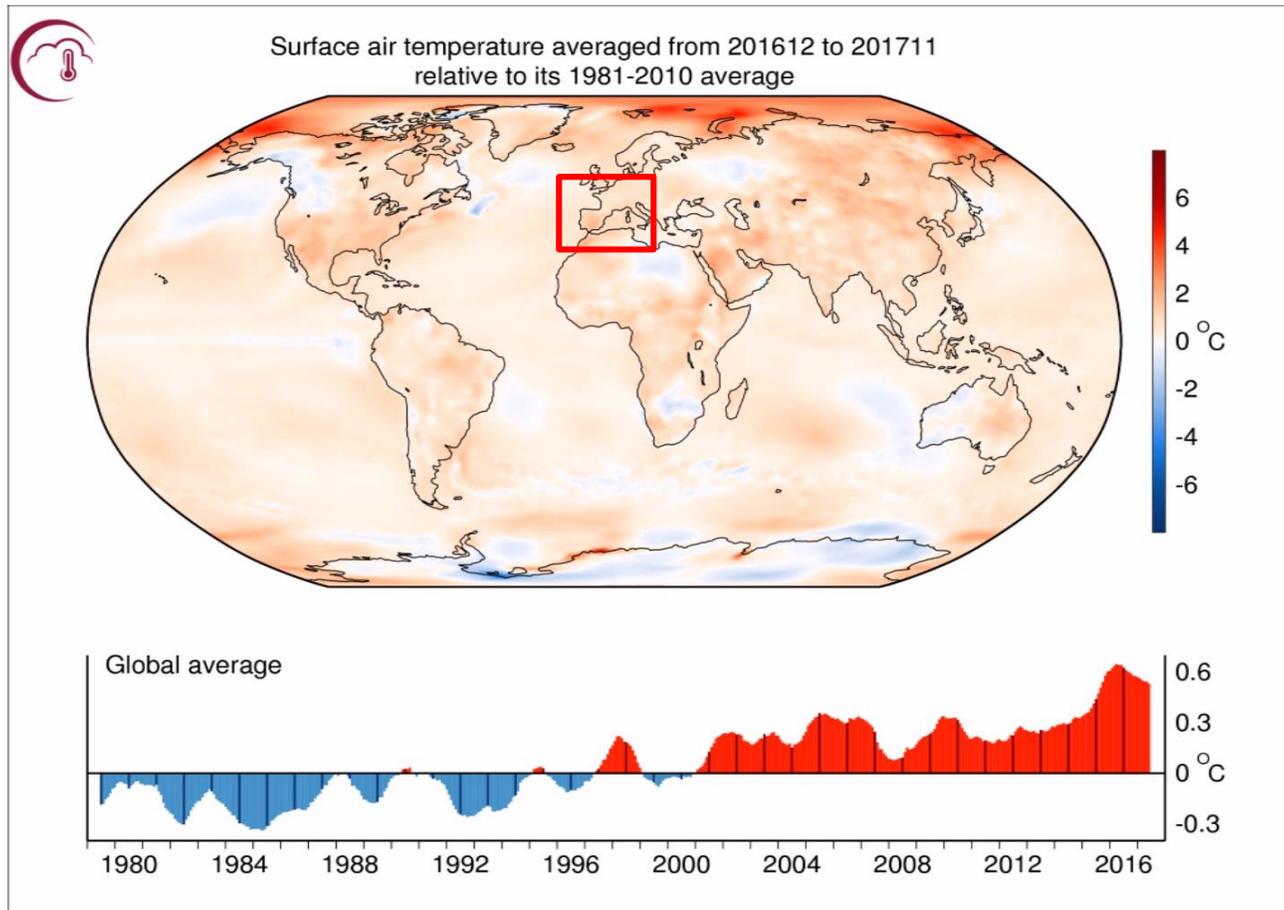
Travaux réalisés dans le cadre du projet CoolParks lauréat de l'appel à projets MODEVAL URBA 2019

Plan :

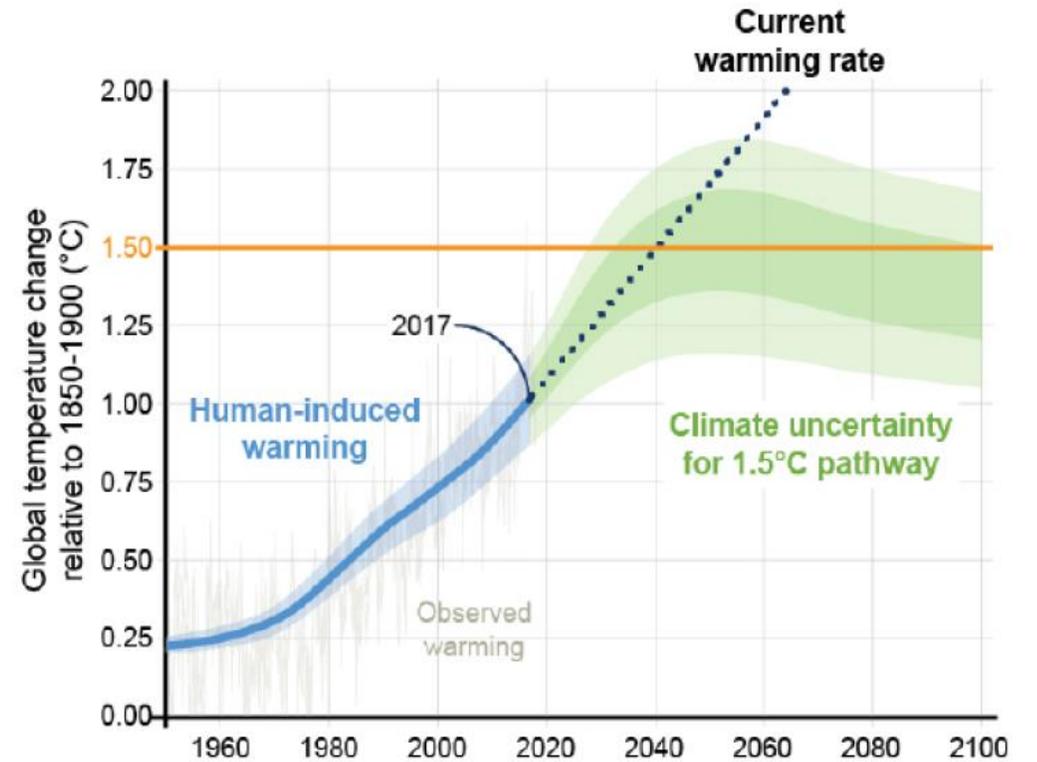


Introduction

Changement climatique



Source : [ECMWF Copernicus Climate Change Service](https://climate.copernicus.eu)

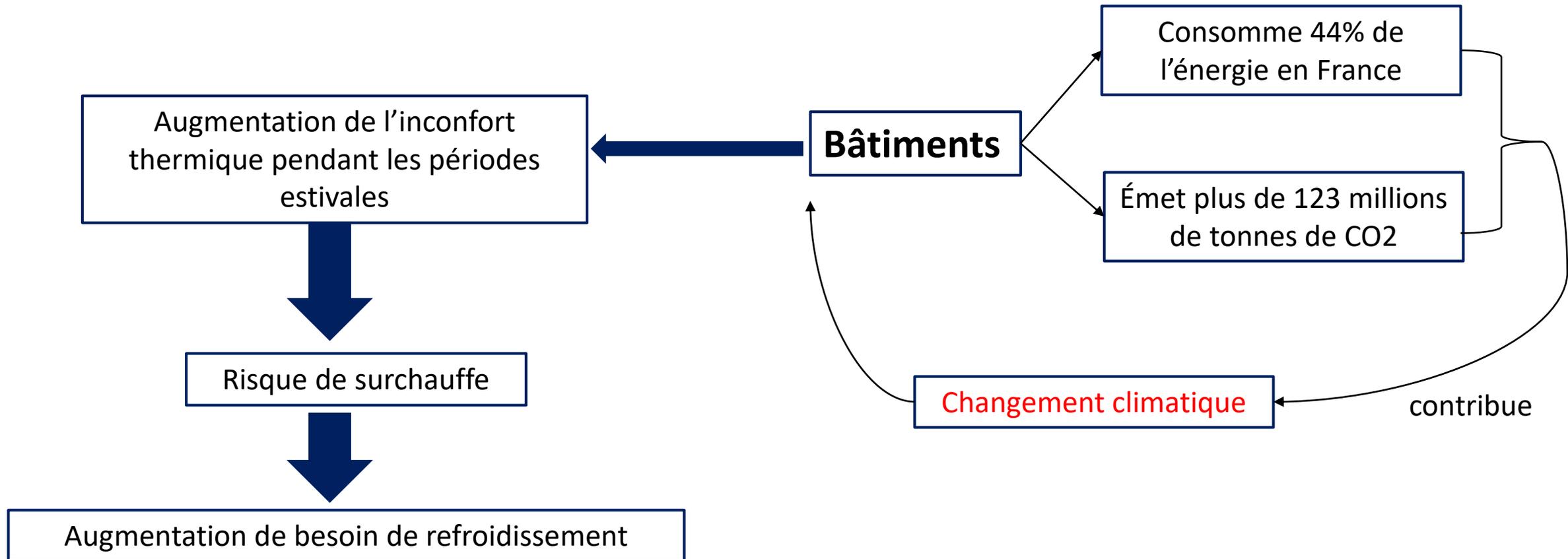


Source : Rapport de synthèse de GEIC sur les conséquences d'un réchauffement global de +1,5°C par rapport à l'ère préindustrielle

Introduction

Le risque de surchauffe des bâtiments

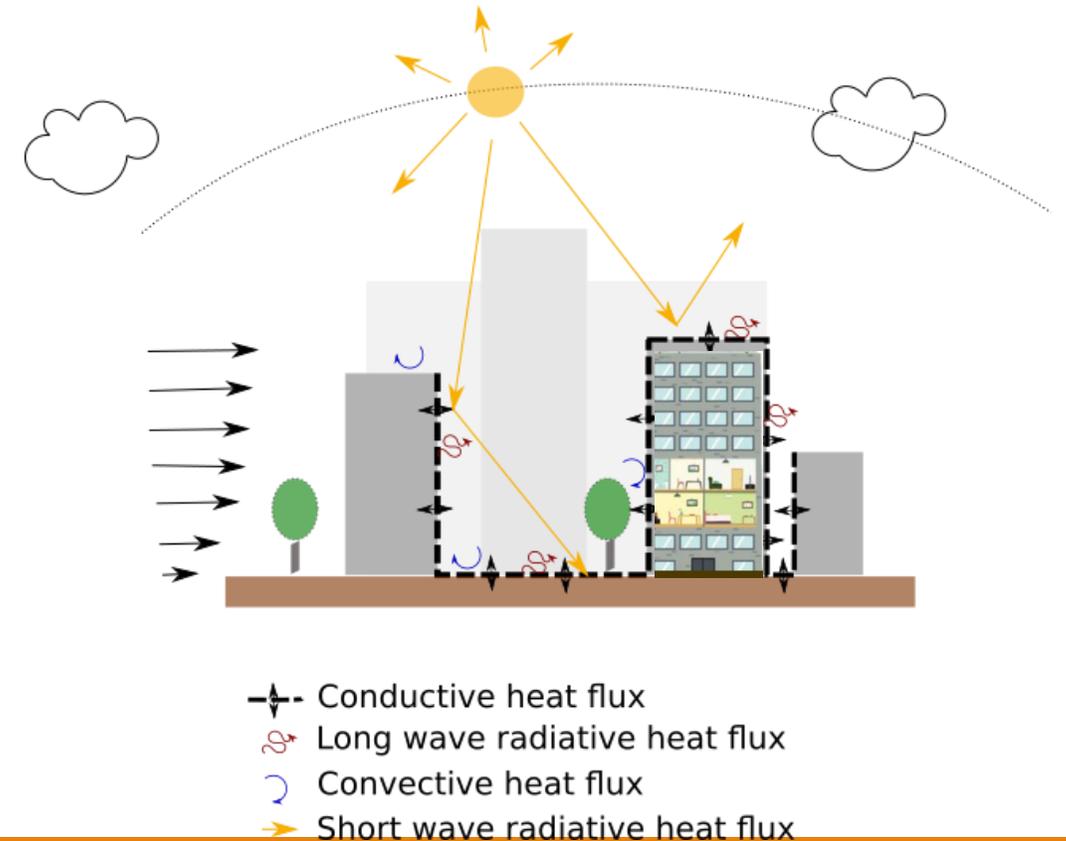
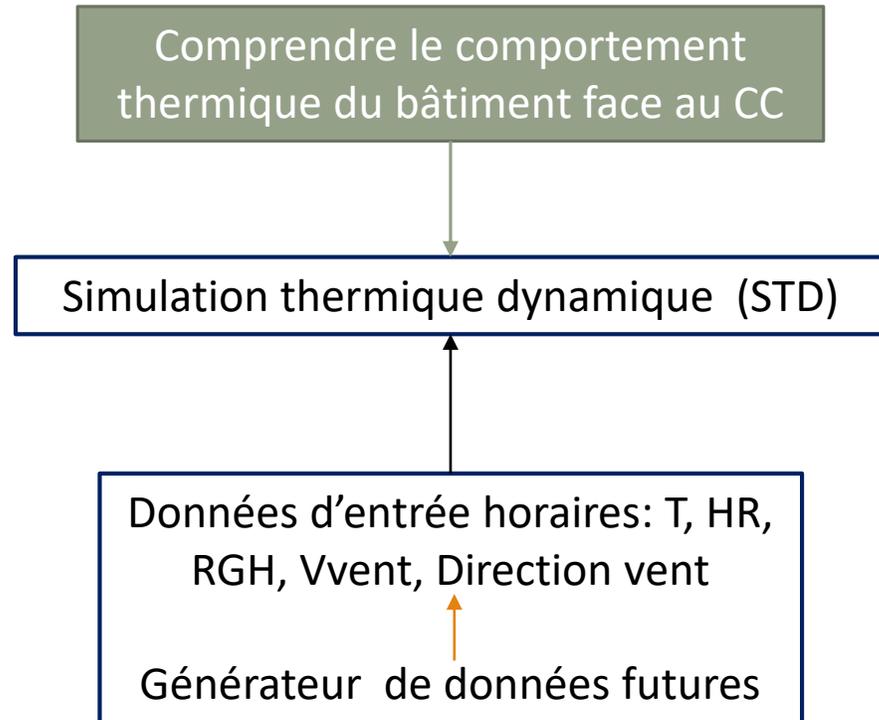
Nous passons la plupart de notre temps dans les bâtiments → l'un des domaines clés dans la lutte contre le changement climatique et la transition énergétique



Problématique

Le changement climatique présente des défis pour le concepteur des bâtiments:

- Construire des bâtiments qui consomment le moins d'énergie possible.
- Construire des bâtiments confortables et résilients face au changement climatique et contexte urbain local.



Problématique

Quel fichier météo horaire futur choisir pour analyser l'impact du changement climatique sur le comportement du bâtiment selon sa typologie constructive?

Méthodologie

Etape 1

- Comparaison de deux fichiers météo issus de générateurs de climat futur

Etape 2

- Application à la simulation thermique des bâtiments pour évaluer l'impact du changement climatique sur le comportement thermique des bâtiments

Méthodologie

Outils utilisés

Comparaison fichiers météo future

- CCWorldWeatherGen (ccwwg)
- METEONORM

Simulation thermique dynamique des bâtiments

- TRNSYS

Méthodologie

Cas d'étude : ville de Nantes

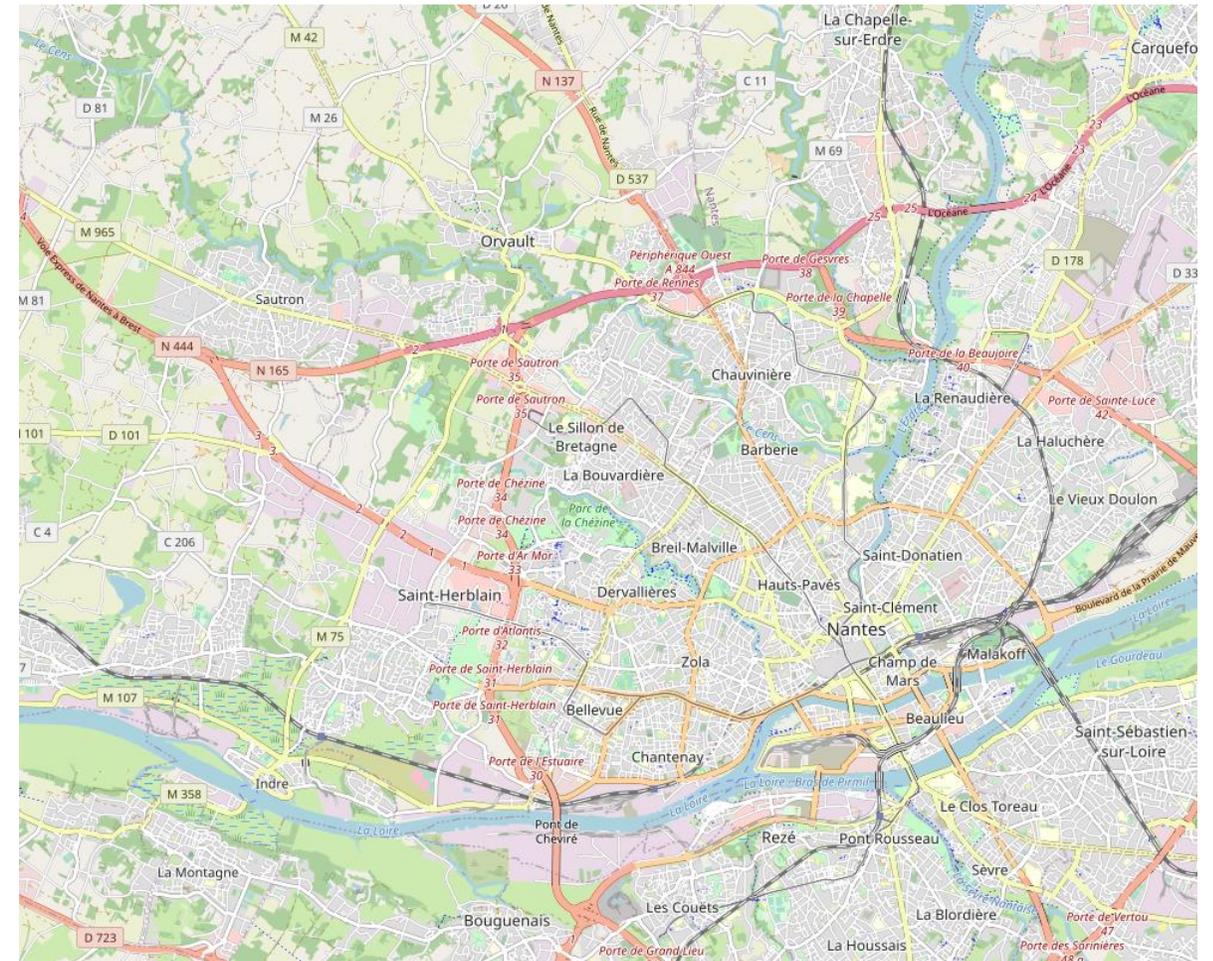
Le climat de Nantes est tempéré chaud.

Il y a beaucoup de précipitations même pendant le mois le plus sec.

La température moyenne annuelle est de 11.6°C. Environ 786 mm de précipitations tombent chaque année.

Juillet est le mois le plus chaud de l'année.

Les températures moyennes les plus basses de l'année se produisent en Janvier, avec environ 4,9°C.

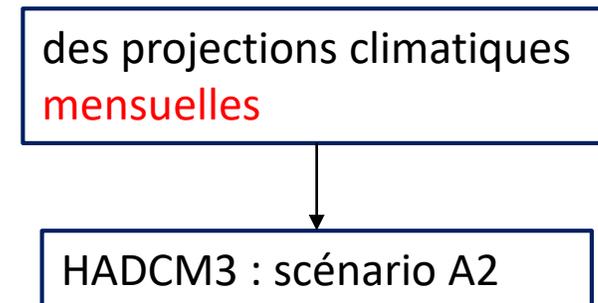
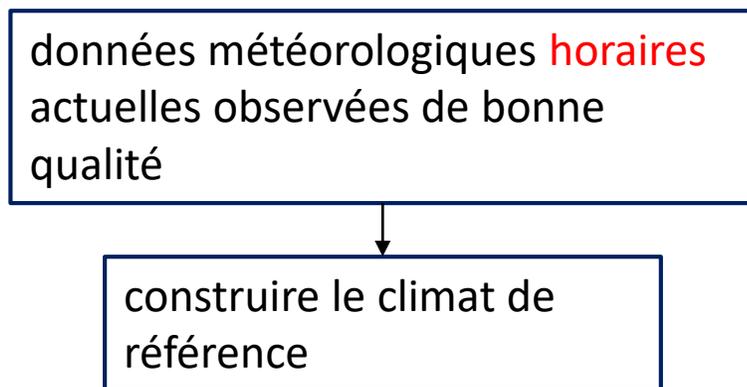


Comparaison de fichiers météo

CCWorldWeatherGen (ccwwg)

Méthode morphing

- ❑ C'est une méthodologie pour transformer les données météorologiques horaires actuelles existantes avec des prévisions mensuelles de changement climatique en futures séries météorologiques horaires qui peuvent être utilisées pour des simulations de thermiques de bâtiment.
- ❑ Pour appliquer cette méthode, nous avons besoin de :



Comparaison de fichiers météo

Meteonorm

- ❑ METEONORM est outil qui permet de créer – à partir des valeurs mesurées – des fichiers météo depuis n'importe quel endroit sur le globe.

- ❑ La base de données contient :
 - les données de 8000 stations météorologiques distribués sur le monde entier,
 - les données de cinq satellites géostationnaires.

- ❑ le module METEONORM calcule les valeurs horaires de tous les paramètres en utilisant un modèle stochastique.

Comparaison de fichiers météo

Données utilisées

Outils	Climat actuel - 2020	Climat futur - 2050	Résolution temporelle
Observation ¹	1990-2019	-	Jour
CCWG	2010-2039	2040-2069	heure
Meteonorm	2015-2025	2045-2055	heure

1: l'European Climate Assessment & Dataset - ECA&D6
<https://www.ecad.eu/dailydata/predefinedseries.php>

Comparaison de fichiers météo

Les indicateurs utilisés

```
graph TD; A[Les indicateurs utilisés] --> B[Les extremums]; A --> C[Les DJUs]; A --> D[Le nombre de jours de canicule];
```

Les extremums

- Données observées : directement les min et max depuis le site.
- Pour les outils : la température max (min) journalière est le max (min) des température horaires de la journée.

Les DJUs

Ecart entre la température de la journée et une température seuil préétablie.

Schaleur = 18°C

Sfroid = 26°C

Le nombre de jours de canicule

A Nantes, l'alerte est déclenchée lorsque pendant au moins deux jours consécutifs la température maximale dépasse 34°C et la température minimale dépasse 20°C.

Comparaison de fichiers météo

Résultats : Ecart des extremums

Test: température d'air générée par les outils pour 2020
Tobs: Température issue du fichier d'observation de 1990-2019

Modèles	Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CCWWG	MIN	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Green
	MAX	Yellow	Red	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Green	Yellow	Green	Red	Yellow
Meteonorm	MIN	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	MAX	Red	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow



En été :

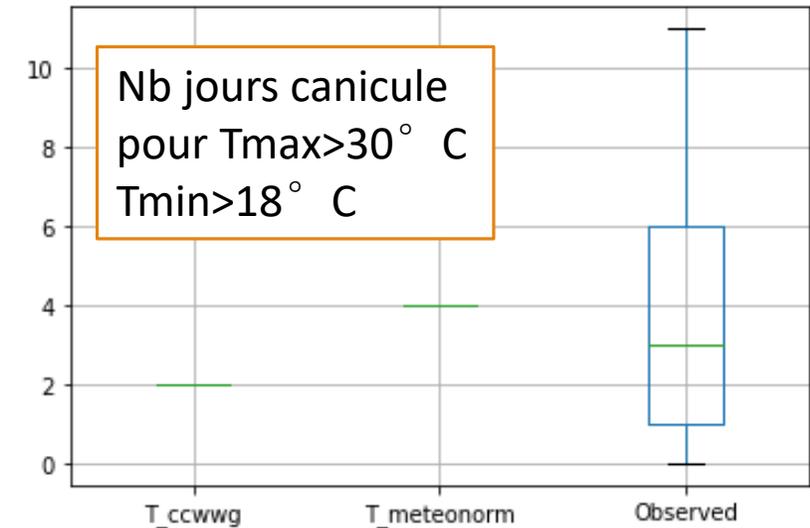
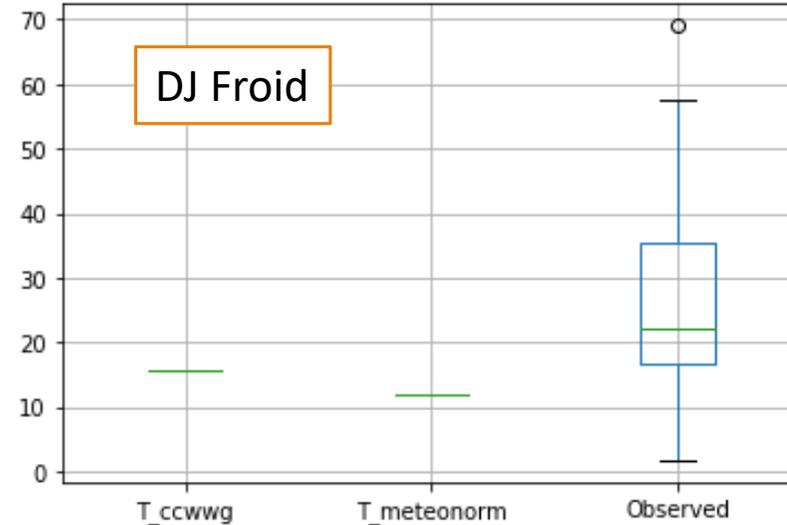
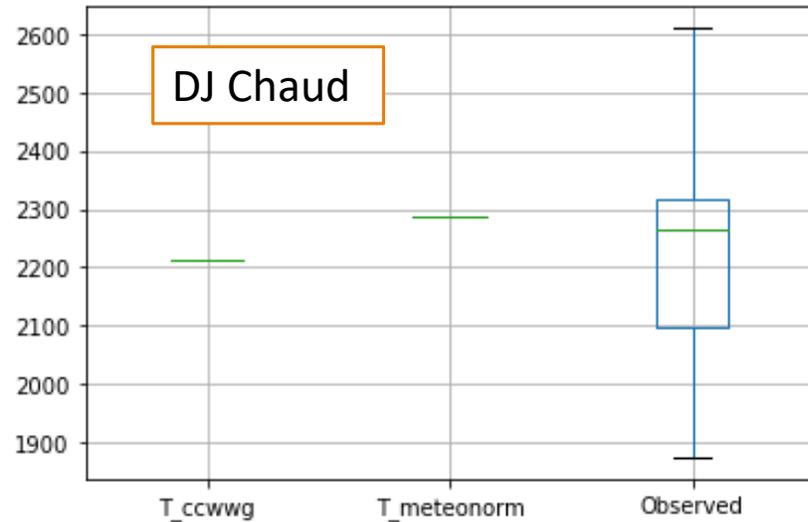
- Pour CCWWG, les températures maximale et minimale moyennes sont globalement supérieures à celles observées.
- Pour Meteonorm, la température minimale moyenne est supérieure à celle observée et la température maximale moyenne est inférieure à l'observation.

En hiver :

- Les températures minimale et maximale moyennes simulées par CCWWG sont globalement supérieures ou égales à celles observées.
- Le contraire est observé pour Meteonorm.

Comparaison de fichiers météo

Résultats : Degrés jours



Hivers plus cléments avec CCWWG

Plus de climatisation avec CCWWG

Nombre de jours de canicule dans le fichier Meteonorm est le double de celui de CCWWG

Simulation thermique dynamique des bâtiments

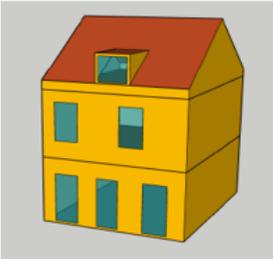
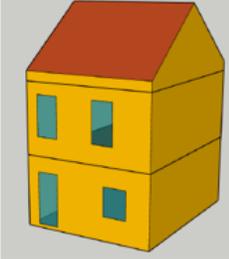
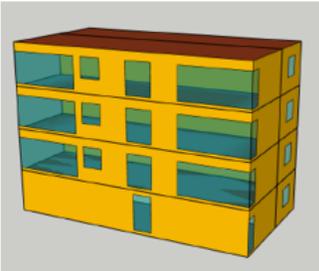
Typologies choisies

La surface vitrée de la typologie 2 est supérieure à celle de la typologie 1.

L'isolation thermique de la typologie 2 est meilleure que la typologie 1.

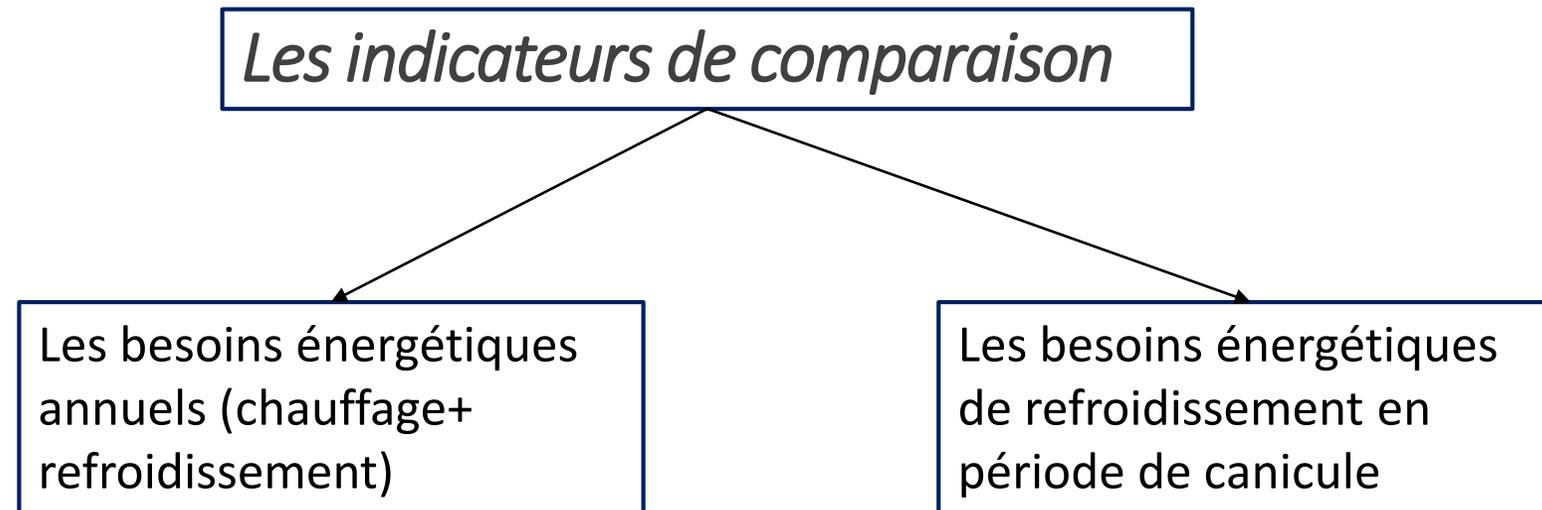
Apports internes (W/m^2)

Heure	Maison individuelle		Habitat Collectif	
	Jour Ouvré	Weekend	Jour Ouvré	Weekend
0h à 7h	2,53	2,53	3,05	3,05
7h à 9h	9,1	9,1	9,8	9,8
9h à 18h	1,2	7,7	1,2	8,4
18h à 19h	7,7	7,7	8,4	8,4
19h à 23h	9,1	9,1	9,8	9,8
23h à 0h	2,53	2,53	3,05	3,05

Nom	Classe	Période	Bâtiment exemple (vue Ouest)	Bâtiment exemple (Façades arrières)	composants	Coefficient de transmission thermique ($W/m^2.K$)
Typologie 1	1 : Maison individuelle mitoyenne	Avant 1948			Mur	1.7
					Dalle	3.55
					Toit	1.35
					Fenêtre	4.8
Typologie 2	6 : Petit logement collectif	2012 - 2020			Mur	0.18
					Dalle	0.21
					Toit	0.15
					Fenêtre	1.4

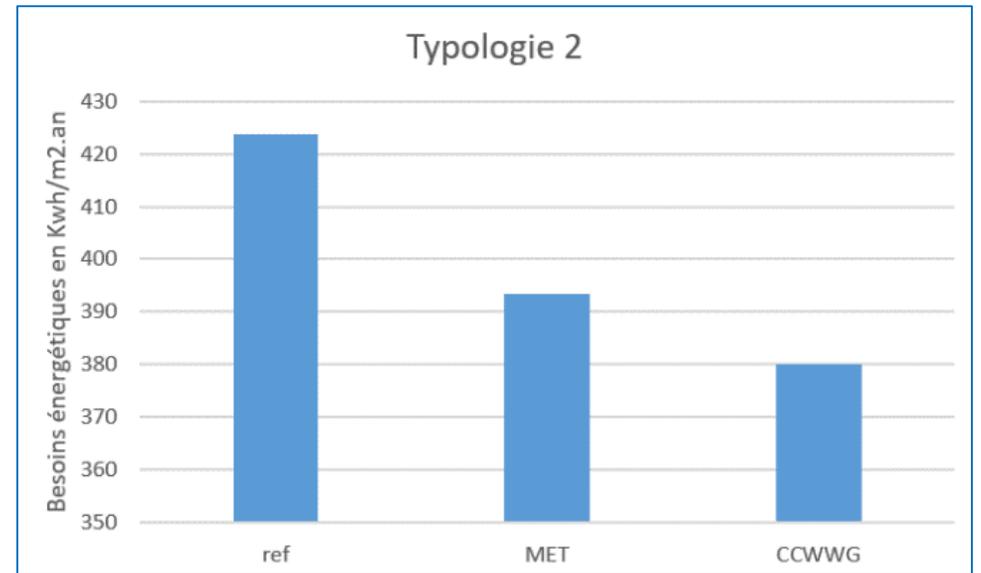
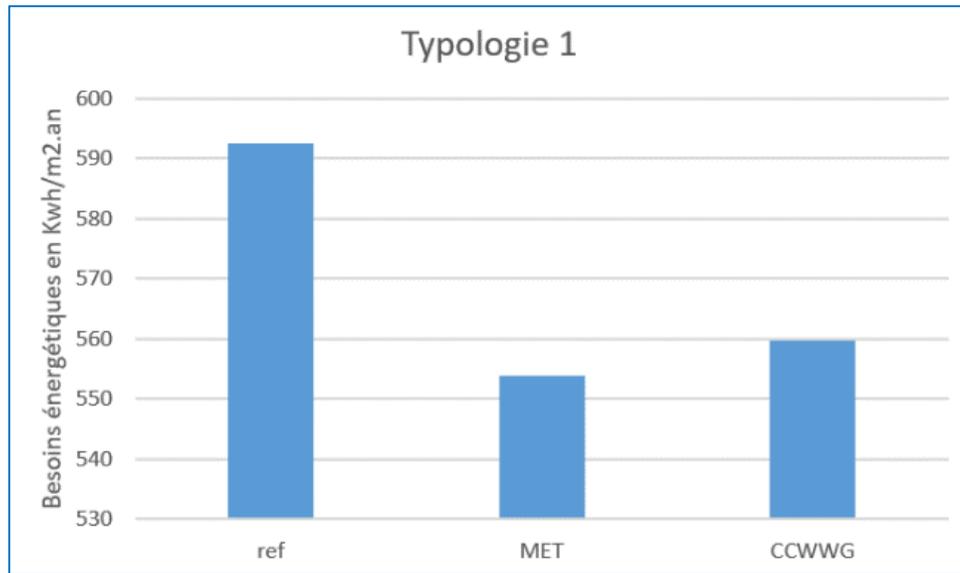
Représentatifs des bâtiments nantais:
<https://datafoncier.cerema.fr/donnees/fichiersfonciers>

Simulation thermique dynamique des bâtiments



Simulation thermique dynamique des bâtiments

Résultats : Besoins énergétiques annuels calculés avec les fichiers de référence (ref), de Meteonorm (MET) et CWorldWeatherGenerator (CCWWG) pour 2020

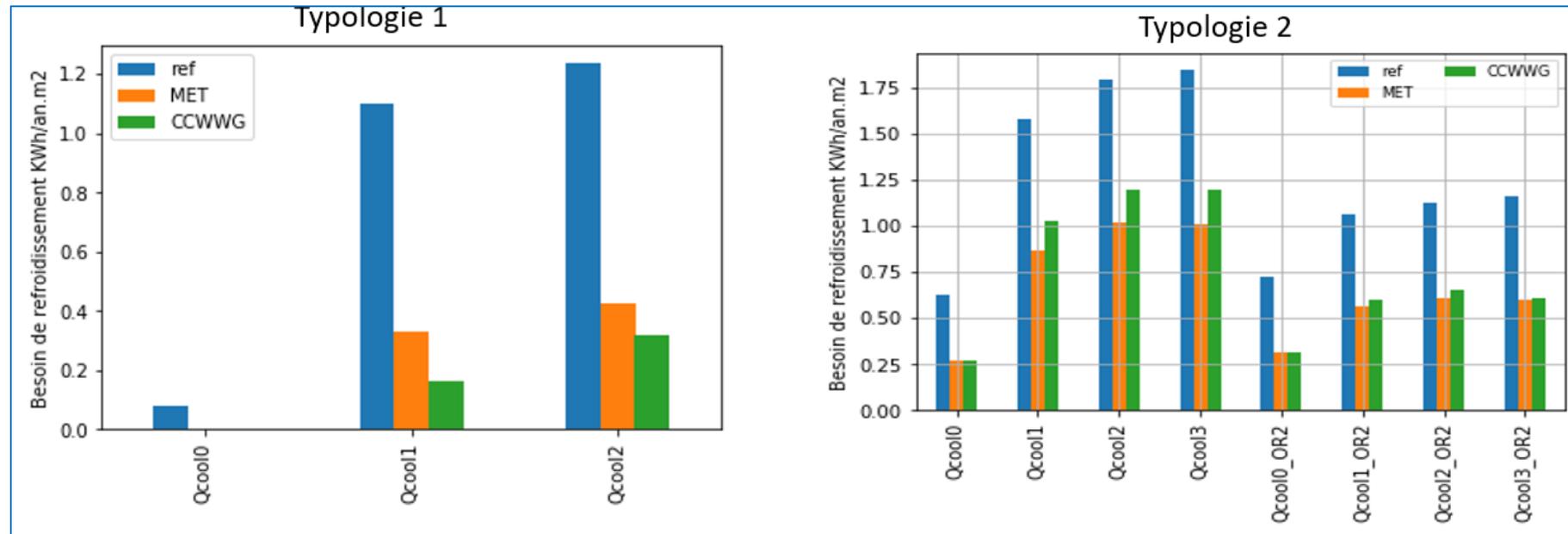


CCWWG estime mieux les besoins pour la typologie 1 qui a plus de besoins de chauffage.

Meteonorm estime mieux les besoins de la typologie 2 qui est mieux isolée et a des besoins de refroidissement plus importants.

Simulation thermique dynamique des bâtiments

Résultats : Besoins de refroidissement en période de canicule en 2020 (3 jours du 20/07 au 22/07) pour chaque zone thermique des typologies 1 et 2



- Les deux outils sous-estiment largement les besoins de refroidissement.
- Meteonorm estime un peu mieux les besoins pour la typo 1 et l'inverse est observé pour la typo2.
- Les apports solaires sont plus importants avec CCWWG qu'avec Meteonorm: la typologie 2 a un taux de vitrage plus élevé que la typologie 1.

Conclusions et perspectives

- Choix de l'outil de génération du fichier météo du changement climatique dépend de l'objectif visé, de la typologie des bâtiments mais aussi des conditions météorologiques de la période de canicule étudiée
- Pour les **périodes chaudes**, **Meteonorm** semble être le mieux adapté pour les deux typologies de bâtiments étudiées (non isolé et fortement isolé).
- Pour les **périodes froides** **CCWWG** est plus adapté pour les **bâtiments fortement isolés**.

Pour la suite:

- Comparaison avec une année de données horaires représentatives de la réalité.
- Utilisation d'autres typologies de bâtiment: identifier si le choix du générateur dépend uniquement de la période d'intérêt de l'étude (hiver, été, année) ou s'il est lié aussi à la typologie constructive des bâtiments.
- Utilisation d'autres scénarios du changement climatique autre que le scénario A2.
- Prise en compte de l'effet de l'îlot de chaleur urbain en plus du changement climatique.

