

MODÉLISATION DES SCENARIOS

Impacts sur le CO2
et l'îlot de chaleur urbain

Jean Wurtz (1), Marine Claeys (1), Michelle Leydet (2), Valéry Masson (1), Irène Xueref-Rémy (2), Alexandre Armengaud (3)

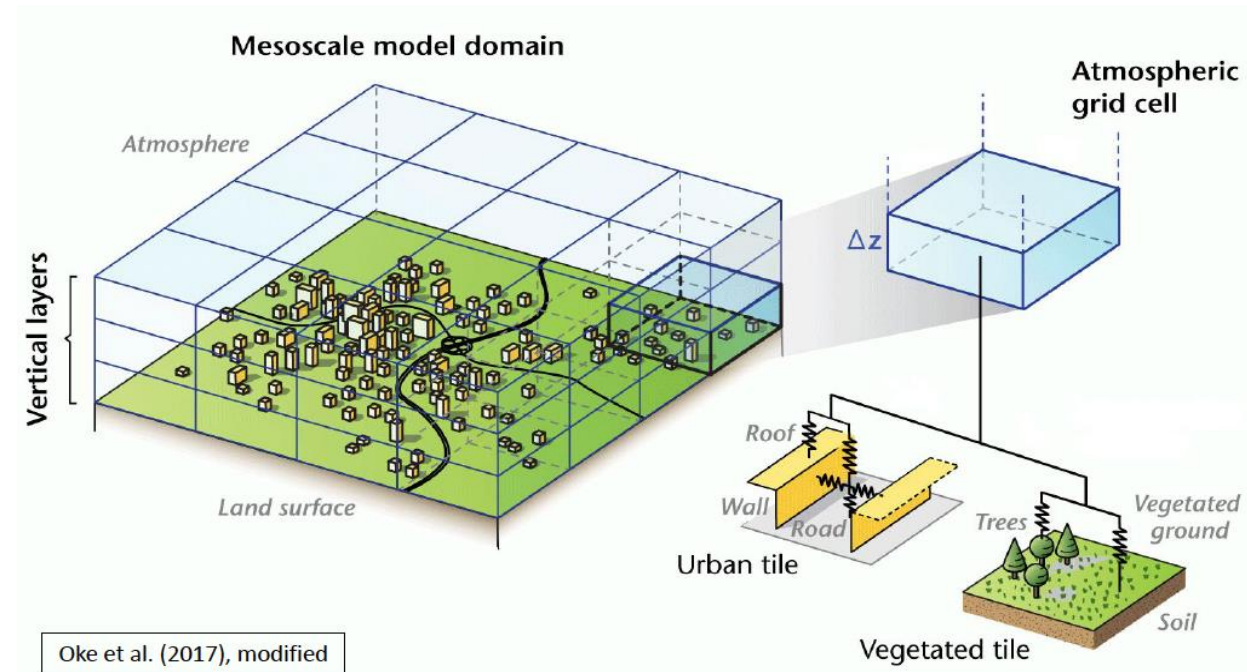
(1) CNRM, (2) IMBE, (3) AtmoSud

MODELISER : KESAKO ?

MODELISATION ATMOSPHERIQUE

L'atmosphère est découpée en mailles

- Vent, température, humidité, nuages, pression...
- Polluants (qualité de l'air)
- Concentration de CO₂



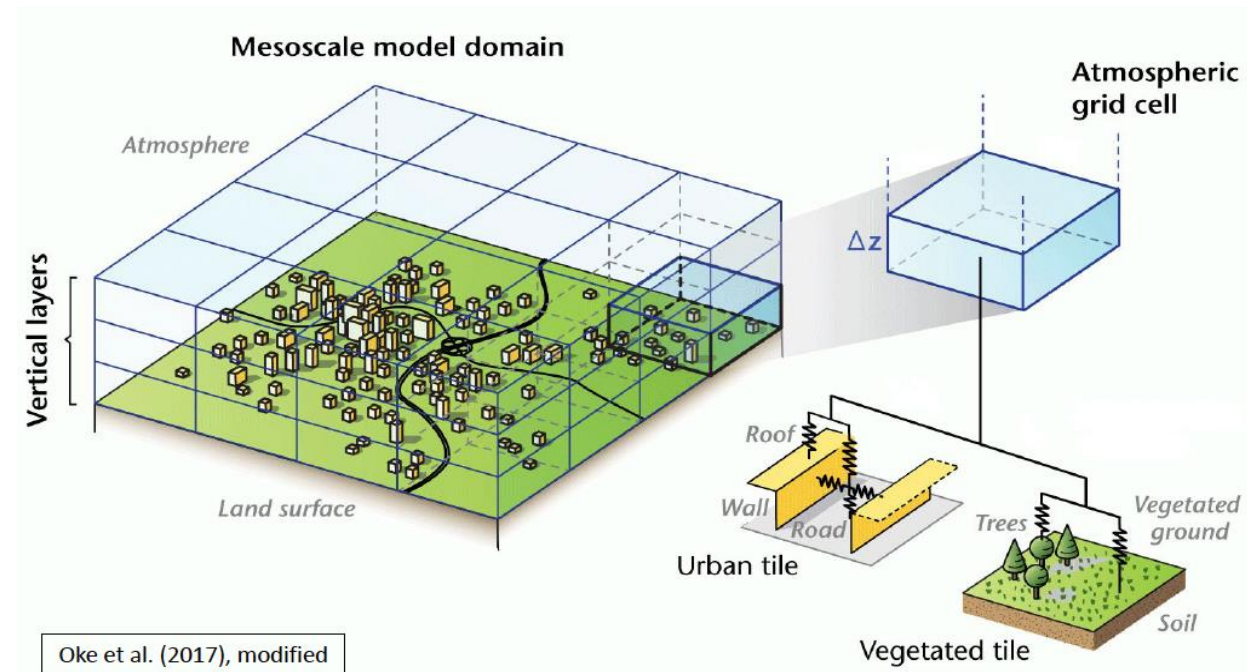
MODELISATION ATMOSPHERIQUE

L'atmosphère est découpée en mailles

- Vent, température, humidité, nuages, pression...
- Polluants (qualité de l'air)
- Concentration de CO₂

Chaque maille fait ici :

- 300m sur la métropole



MODELISATION ATMOSPHERIQUE

L'atmosphère est découpée en mailles

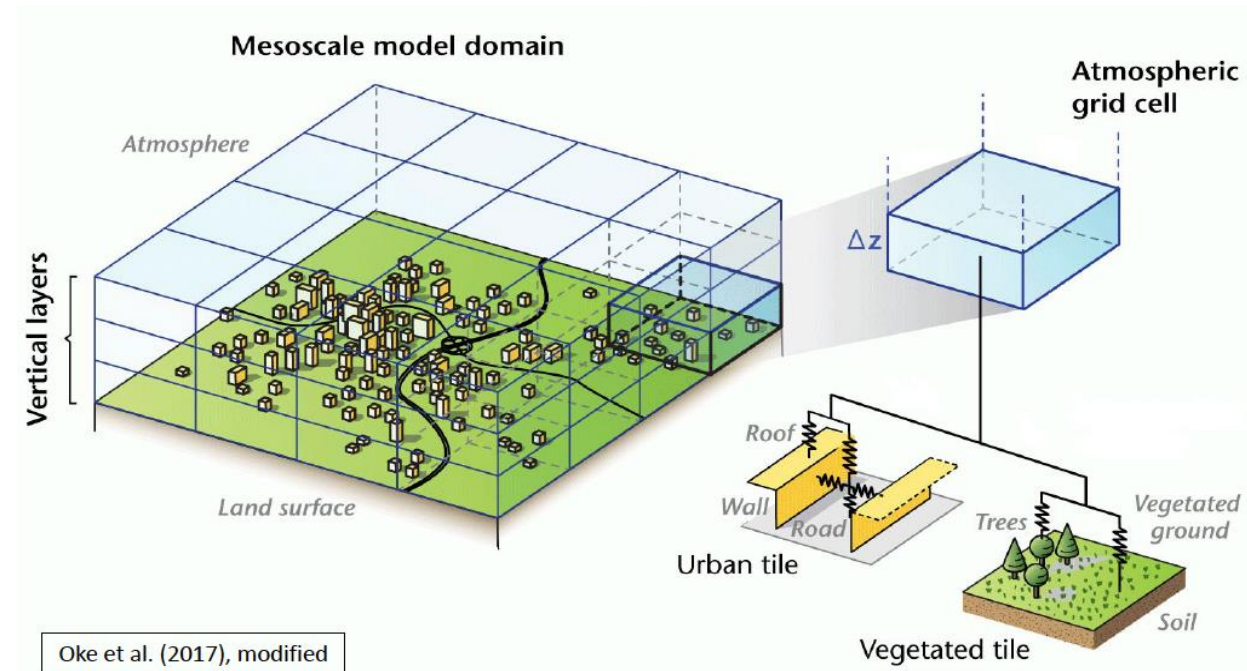
- Vent, température, humidité, nuages, pression...
- Polluants (qualité de l'air)
- Concentration de CO₂

Chaque maille fait ici :

- 300m sur la métropole

L'atmosphère est influencée par la surface:

- Emissions de CO₂
- Chaleur provenant de la ville, etc...



MODELISATION ATMOSPHERIQUE



L'atmosphère est découpée en mailles

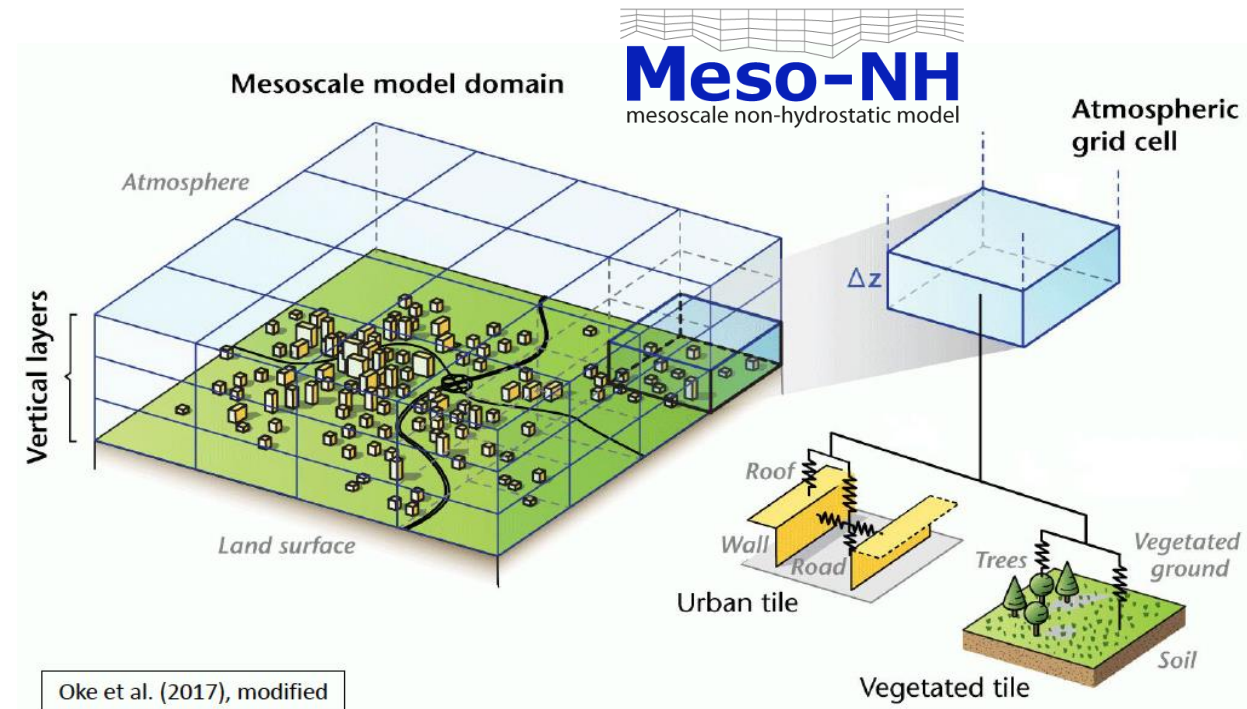
- Vent, **température**, humidité, nuages, pression...
- Polluants (qualité de l'air)
- **Concentration de CO2**

Chaque maille fait ici :

- 300m sur la métropole

L'atmosphère est influencée par la surface:

- Emissions de CO2
- Chaleur provenant de la ville, etc...



LES SCÉNARIOS QUI ONT ÉTÉ MODÉLISÉS

2 scénarios à l'échelle de la Métropole Aix-Marseille:

- Référence (2020)
- Scénario tendanciel « *business as usual* » 2030 & 2050
- Scénario sobriété 2030 & 2050

Les scénarios couvrent à la fois des aspects:

- Liés à l'**atténuation** des émissions de CO2
- Liés à l'**adaptation**

CO2 ET ATTÉNUATION

ETUDE DU CO2

1. Nous avons réalisé des mesures de **concentrations** dans l'air du CO2 dans la métropole (IMBE)
2. Nous avons recensé les **émissions** de CO2 (+GES + Polluants) du territoire de la métropole depuis 2007 + cadastre 2019 du CO2 (AtmoSud)
3. Nous avons injecté ces émissions cadastrées dans le modèle atmosphérique et **dispersé** ces concentrations simulées de CO2 (CNRM)
4. Nous avons rendu **visibles** les **panaches** de CO2 sur la Métropole.

MODELISATION DU CO2

Les émissions vers l'atmosphère sont décrites en 8 grands types :

- Trafic routier, trafic maritime, trains,
- Industries, bâtiments, centrales d'énergie,
- Activités agricoles, végétation

Les émissions de CO2 (sauf bâtiments et végétation) sont calculés:

- A partir de cartes d'émissions annuelles provenant de AtmoSud
- Modulées en fonction du mois de l'année, du jour de la semaine et de l'heure.
- Ces modulations prennent aussi en compte les réductions par les scénarios

Les émissions de CO2 par les bâtiments et la végétation sont météo-dépendantes.

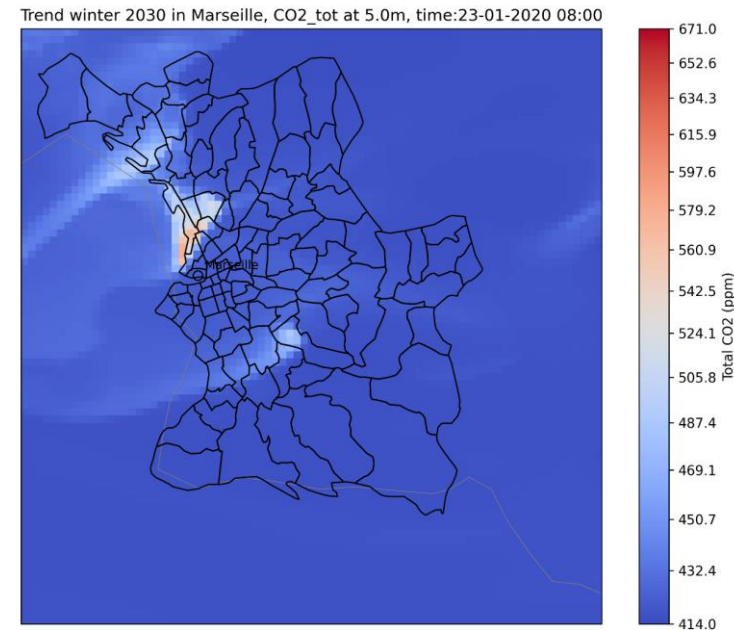
- Calculés directement par le modèle (ex: chauffage, climatisation).

MODELISATION DU CO2

Panaches de CO2

- Au Nord : CO2 provenant de l'étang de Berre
- Au niveau du port et des passes
- Au sud: échangeur routier Florian et le Boulevard Rabatau

Situation météo du 23 janvier 2020 à 10h



2030

« Tendancier »

MODELISATION DU CO2

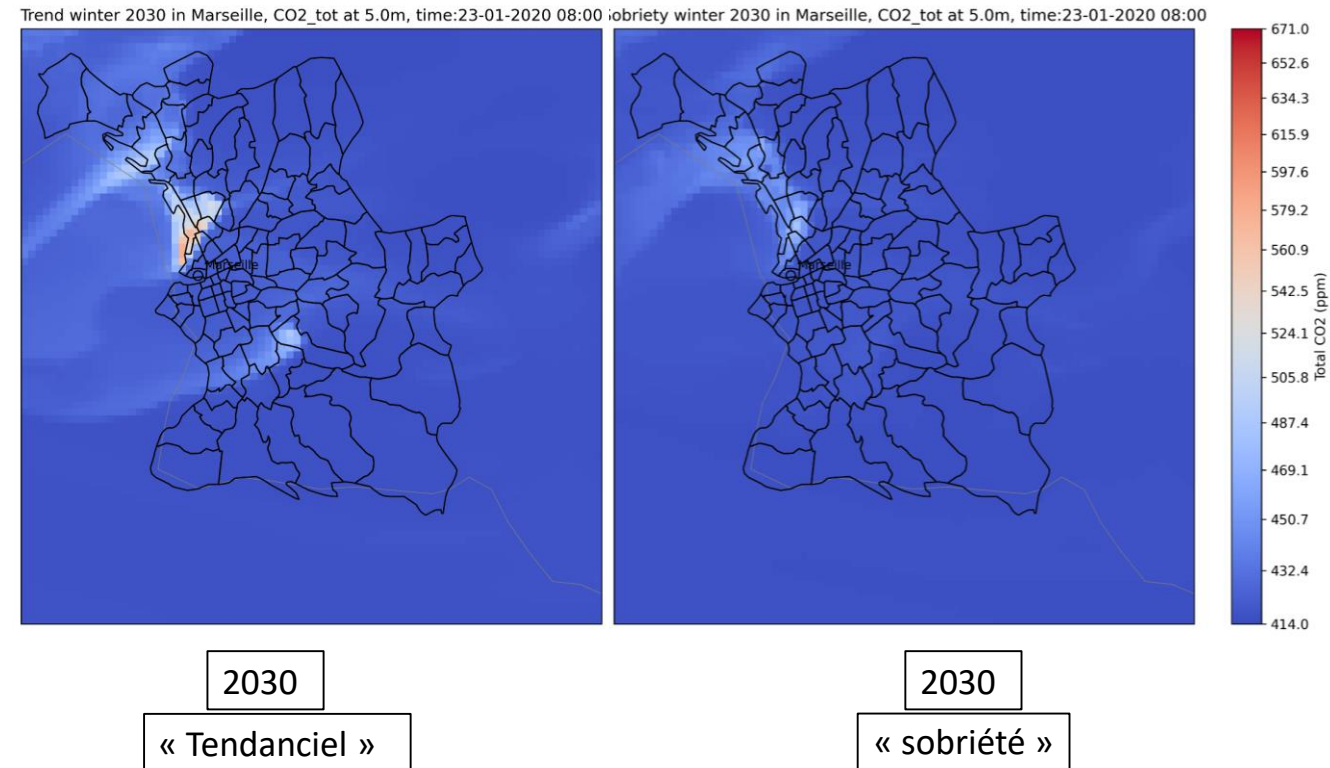
Panaches de CO2

- Au Nord : CO2 provenant de l'étang de Berre
- Au niveau du port et des passes
- Au sud: échangeur routier Florian et le Boulevard Rabatau

Effet du scénario « sobriété »

- Electrification des quais
- Changement du parc automobile
- → réduction des panaches de CO2

Situation météo du 23 janvier 2020 à 10h



PERSPECTIVES SUR LE CO₂

Les simulations des scénarios, même si elles ont des incertitudes, permettent de produire des trajectoires de réduction des panaches CO₂ atmosphérique.

Comparer de tels panaches simulés à des observations de concentration de CO₂ sur des sites de mesures pourrait permettre de suivre la mise en place effective de scénarios de réduction d'émissions.

→ Une thèse démarrera en septembre sur le sujet

L'ÎLOT DE CHALEUR ET ADAPTATION

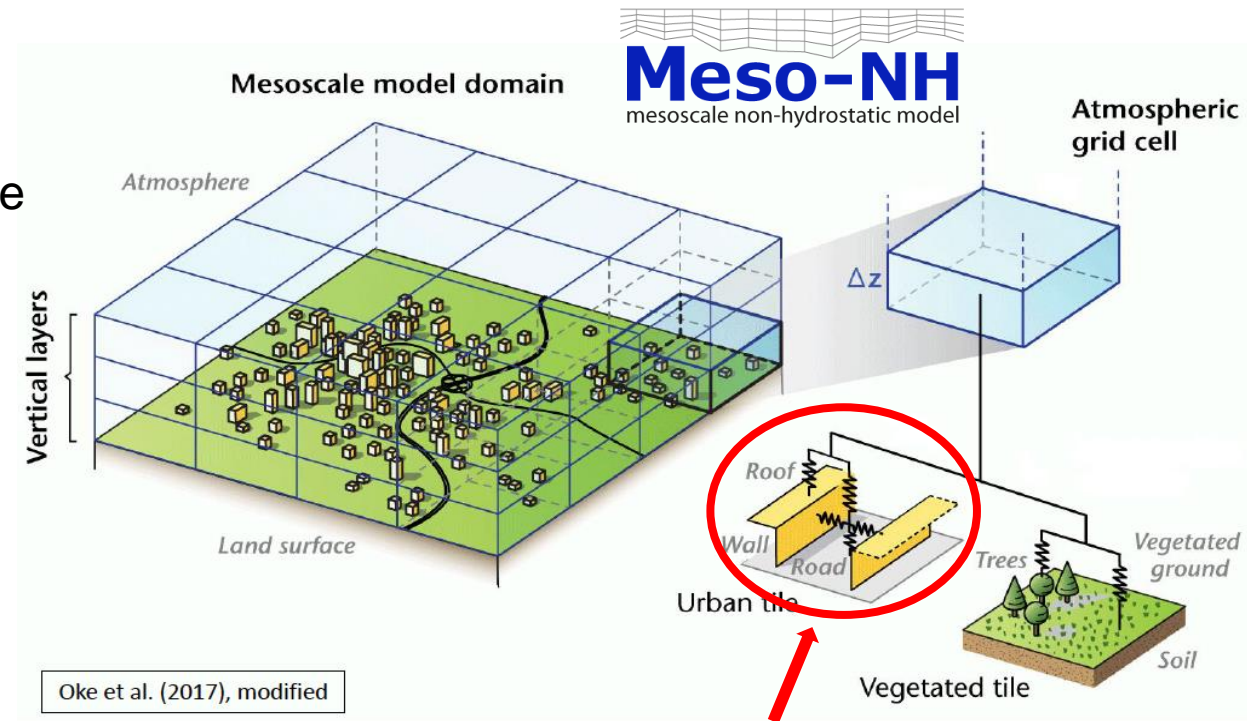
L'ÎLOT DE CHALEUR SUR MARSEILLE



Nécessité de **simplifier la morphologie** de la ville

- pour s'adapter à l'échelle du modèle météo (300m)
- tout en conservant les processus en jeu (échanges d'énergie, eau, végétation, intérieur des bâtiments)

Modèle TEB



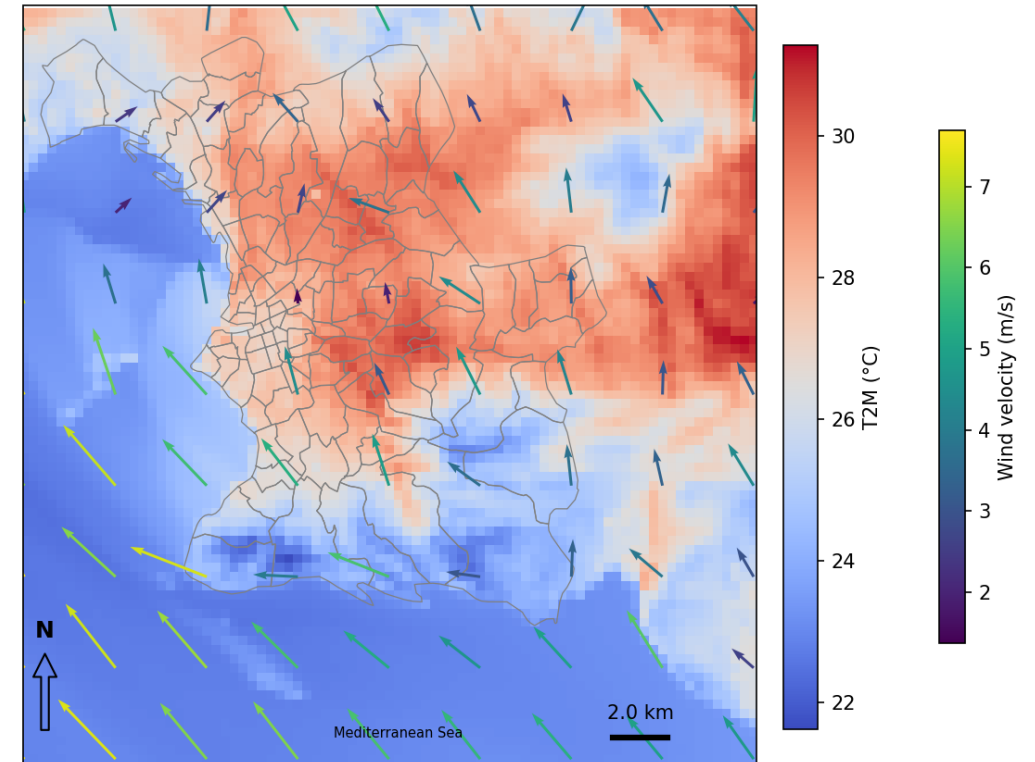
L'ILOT DE CHALEUR SUR MARSEILLE

Nécessité de **simplifier la morphologie** de la ville

- pour s'adapter à l'échelle du modèle météo (300m)
- tout en conservant les processus en jeu (échanges d'énergie, eau, végétation, intérieur des bâtiments)

Modèle TEB

T° (alt 2m) and Vwind (alt 10m), Marseille 2021-07-24 03:00 UTC



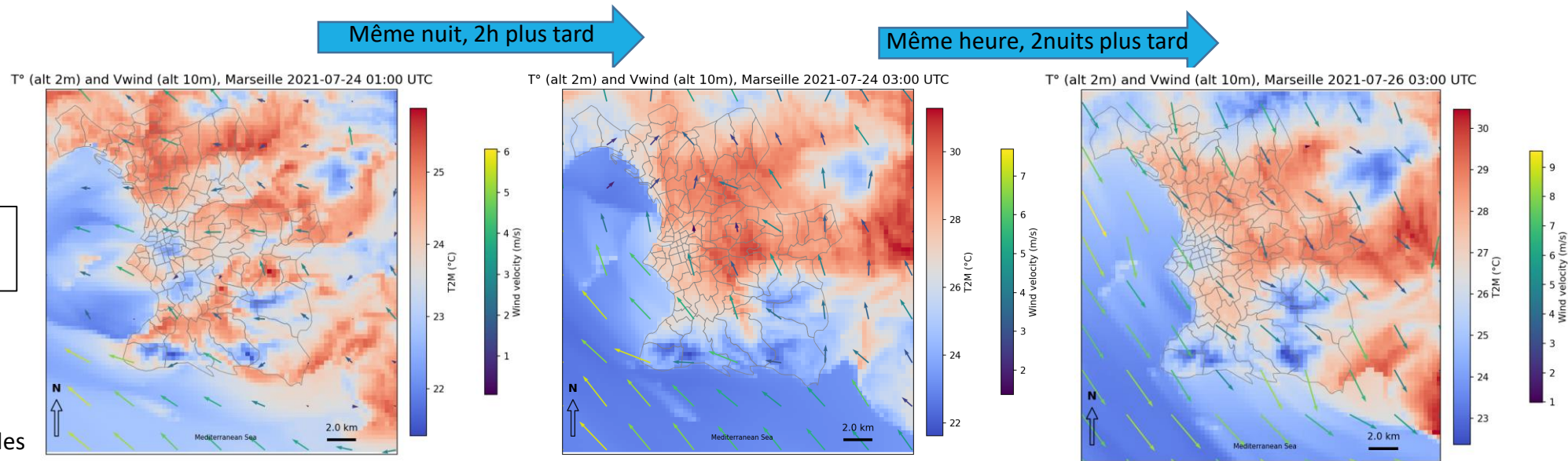
L'ILOT DE CHALEUR SUR MARSEILLE

Importante variabilité d'heure en heure

- Brises de mer (le jour) et de terre (la nuit)
- Effet du vent synoptique/Mistral souvent majoritaire la nuit

} → Influence la température (et l'îlot de chaleur)

Exemples de variabilité de la température de l'air

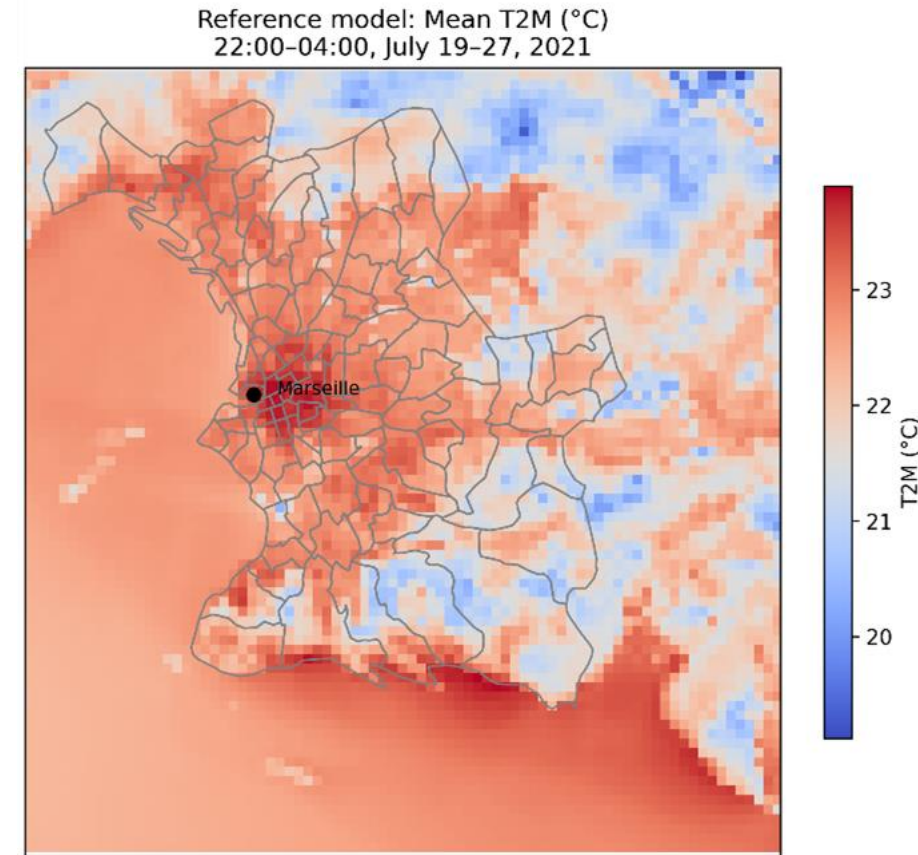


/!\ Attention: pas les mêmes échelles

L'ILOT DE CHALEUR SUR MARSEILLE

Mais **en moyenne** sur les nuits,
on voit tout de même clairement un **Ilot de Chaleur Urbain**

- Température à 2m
 - Moyenne sur la nuit (minuit-06h)
 - Sur la semaine 19-27 juillet 2021
-
- Ilot de chaleur d'environ 3°C



RESUME DES SCENARIOS

2050, tendancier et sobriété
Accueillir l' afflux de nouveaux habitants
2030 , sobriété
Développer un réseau piéton + cyclable + végétalisé avec alignements d'arbres + une voie de transport en commun Piétonisation/végétalisation de tous les hyper-centres de chaque commune de la Métropole
2050, sobriété
Généraliser le réseau piéton + cyclable + végétalisé avec alignements d'arbres + une voie de transport en commun
Accueillir l' afflux de nouveaux habitants

1) Urbanisme

- Dans le modèle:
 - hauteur des bâtiments augmentée de +10% partout (environ un bâtiment sur 2 rehaussé d'un étage en centre-ville)
 - 20% (33%) des **rues végétalisées** en 2030 (2050), dont la moitié avec des arbres

RESUME DES SCENARIOS

référence
En moyenne, les bâtiments sont à la réglementation thermique RT 1974
2030, 2050, tendanciels
Taux de rénovation de 1% par an . En moyenne, les bâtiments sont à la réglementation thermique RT 1974 (2030), RT 1974 (2050)

2030, 2050, sobriété
Rénovations poussées, et subventionnée; Taux de rénovation de 3% par an . En moyenne, les bâtiments sont à la réglementation thermique RT 1974 (2030), RT 2012 (2050)

2) Architecture des bâtiments

- Dans le modèle:
données architecturales aux dates des Réglementations thermiques
(Tornay et al 2017)

RESUME DES SCENARIOS

référence, 2030, 2050, **tendanciels**

+3% de climatisation /an ; % de climatisation : **25%** (référence), , **52.5%** (2030), **100%** (2050)

climatisation à **23°C** (chauffage à 22°C)

3) Usages

2030, 2050, **sobriété**

+1% de climatisation par an jusqu'en 2030 (**35%** de clim au total).
 puis massification des procédés de ventilation « naturelle » (brasseurs d'air et puits de ventilation naturelle,
 pas d'augmentation de clim en 2050 (**35%** de clim au total)

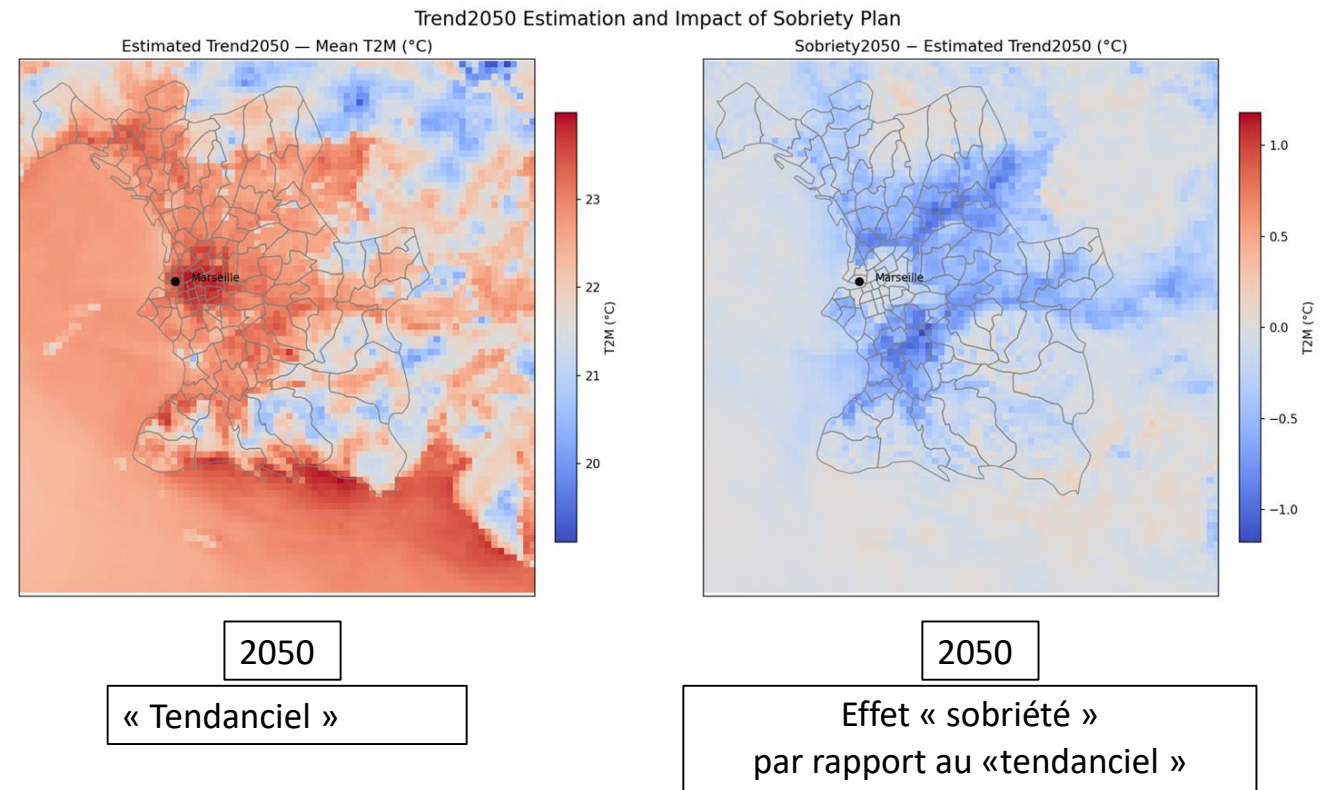
Respect des consignes , climatisation à **26°C** (chauffage à 19°C)

- Dans le modèle:
 prise en compte des % de clim et consignes ci-contre

EFFETS DES SCÉNARIOS SUR L'ÎLOT DE CHALEUR

- Température à 2m
- Moyenne sur la nuit (minuit à 06h)
- Sur la semaine 19-27 juillet 2021

→ Peu d'effet en centre-ville
→ Mais effet important des scénario sobriété dans les faubourgs et en péri-urbain



PERSPECTIVES SUR L'ÎLOT DE CHALEUR



Etudier les autres villes de la Métropole

Réaliser des simulations climatiques sur plusieurs décennies en climat futur pour évaluer les épisodes de surchauffe urbaine en tenant compte de l'îlot de chaleur

Etendre les approches d'intégration dans les modèles météo de scénarios combinant différents aspects (urbanisme, architecture, usages), développées sur la Métropole au sein du projet, à d'autres territoires

Merci pour votre attention.

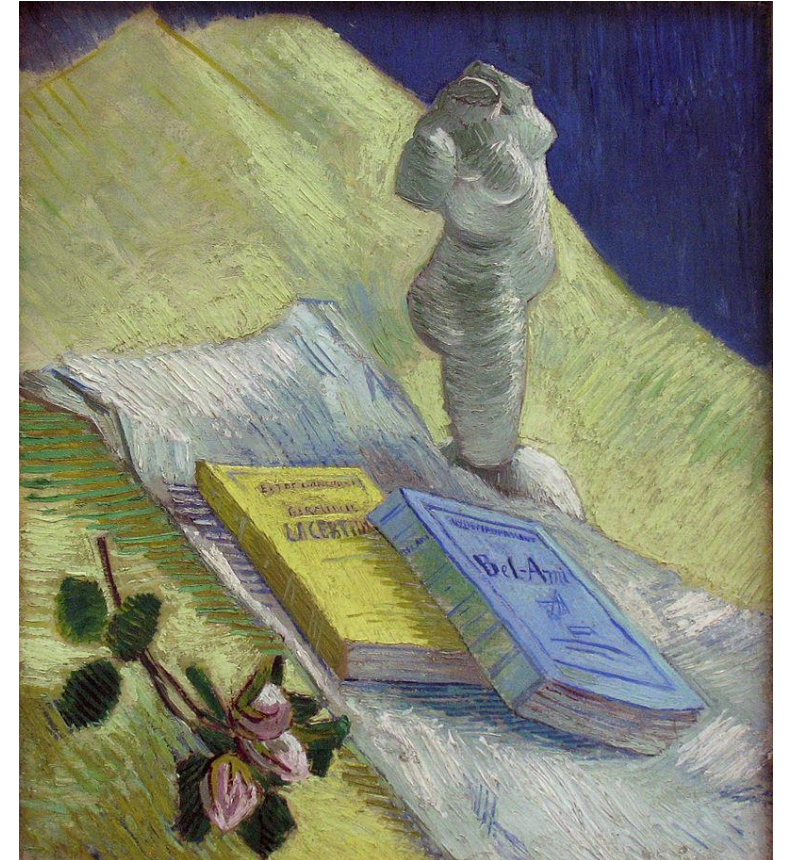


L'ÎLOT DE CHALEUR

« Ils prirent un fiacre découvert, gagnèrent les Champs-Élysées, puis l'avenue du Bois de Boulogne.

C'était une nuit sans vent, une de ces nuits d'été où l'air de Paris surchauffé entre dans la poitrine comme une vapeur de four. »

Bel-Ami, Maupassant, 1885

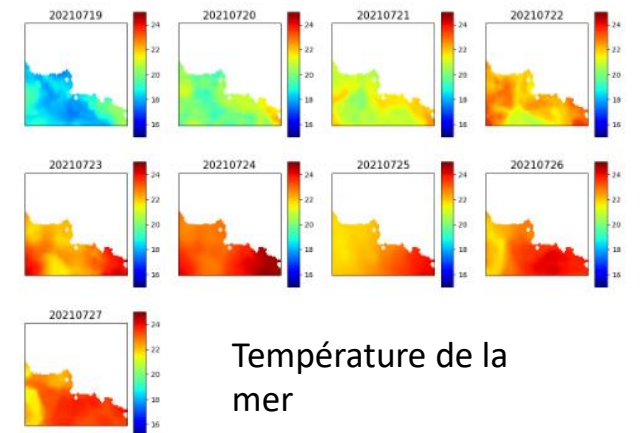
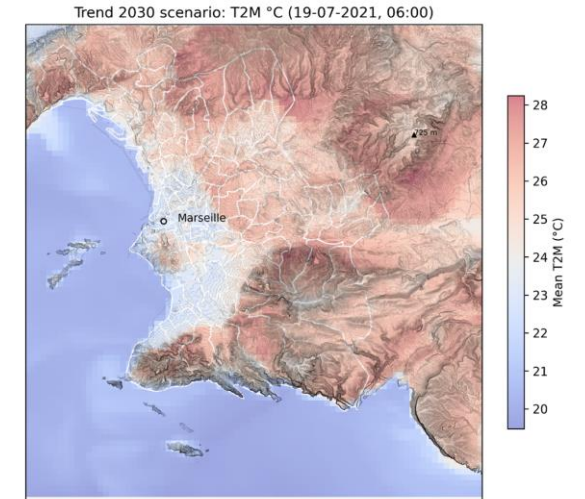


SIMULATIONS D'ETE

- Période d'une semaine de simulation :
 - 19-27 juillet 2021

- Modèle **Meso-NH** à résolution de:
 - 1.2km sur le quart Sud-Est de la France (500 x 450 points)
 - 300 sur la **métropole Aix-Salon-Marseille** (320 x 400 points)

- Forçages:
 - Atmosphère : modèle IFS du Centre Européen
 - Température de la mer : données Mercator



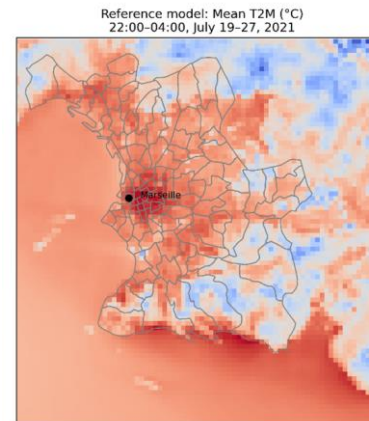
EFFETS DES SCÉNARIOS SUR L'ÎLOT DE CHALEUR

- Température à 2m
- Moyenne sur la nuit (minuit à 06h)
- Sur la semaine 19-27 juillet 2021

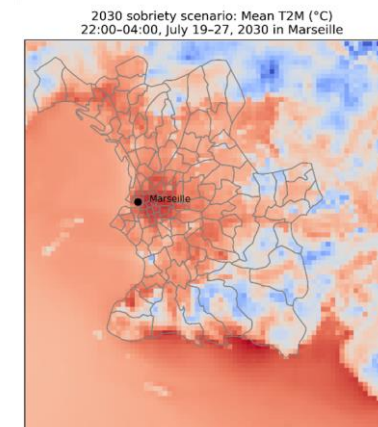
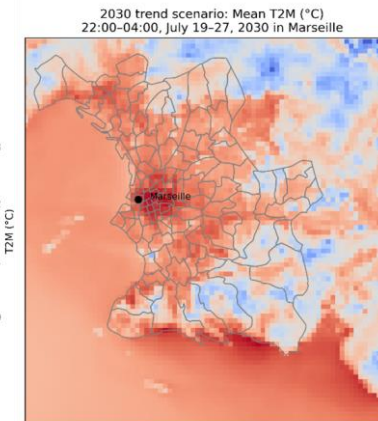
« Tendanciel »

« Sobriété »

2020



2030



2050

