

Apport de la géomatique à l'analyse du confort thermique des théâtres

Premiers résultats d'une analyse multicritère pour l'aide à la décision

Nicolas Massot (n.massot@protonmail.com)

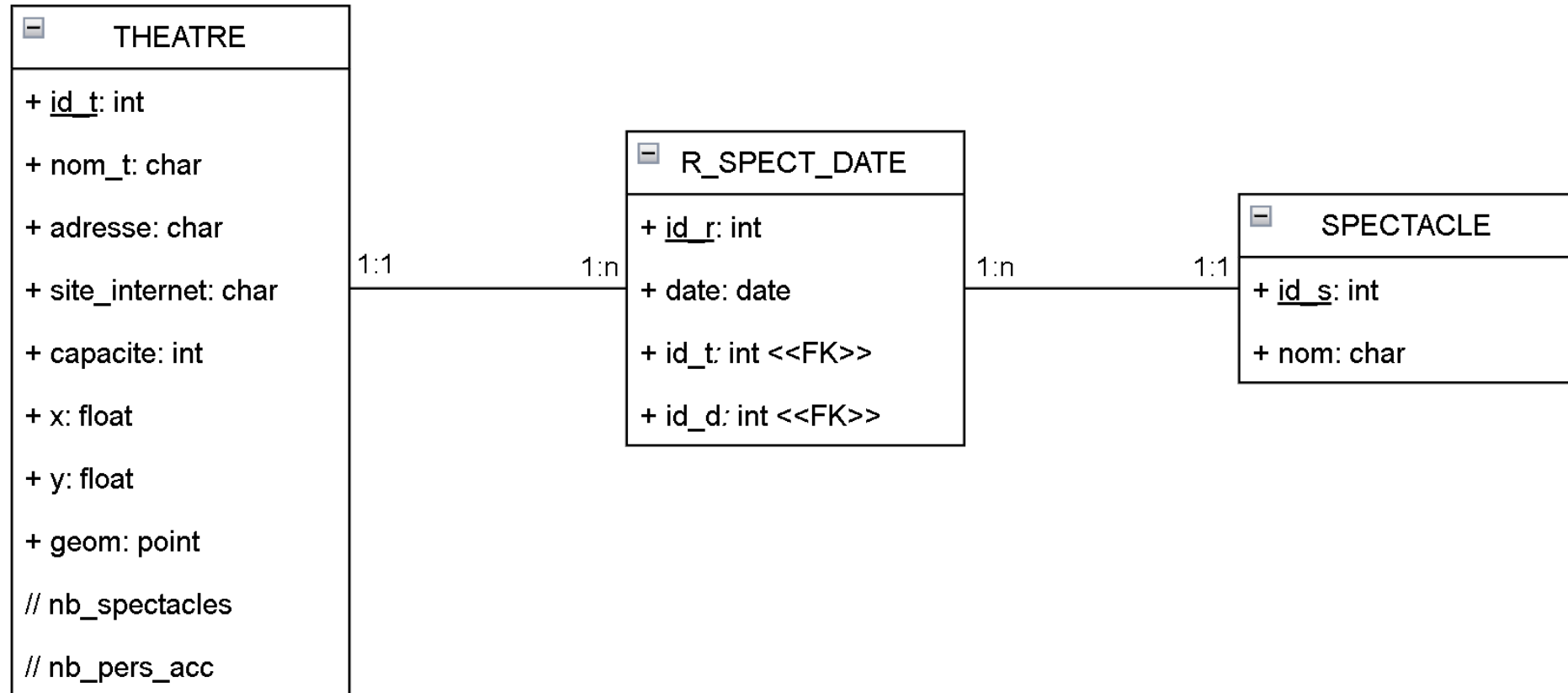
10 juillet 2025

L'objectif : Démontrer comment une meilleure connaissance des dynamiques spatiales peut contribuer à concevoir un Festival plus résilient.

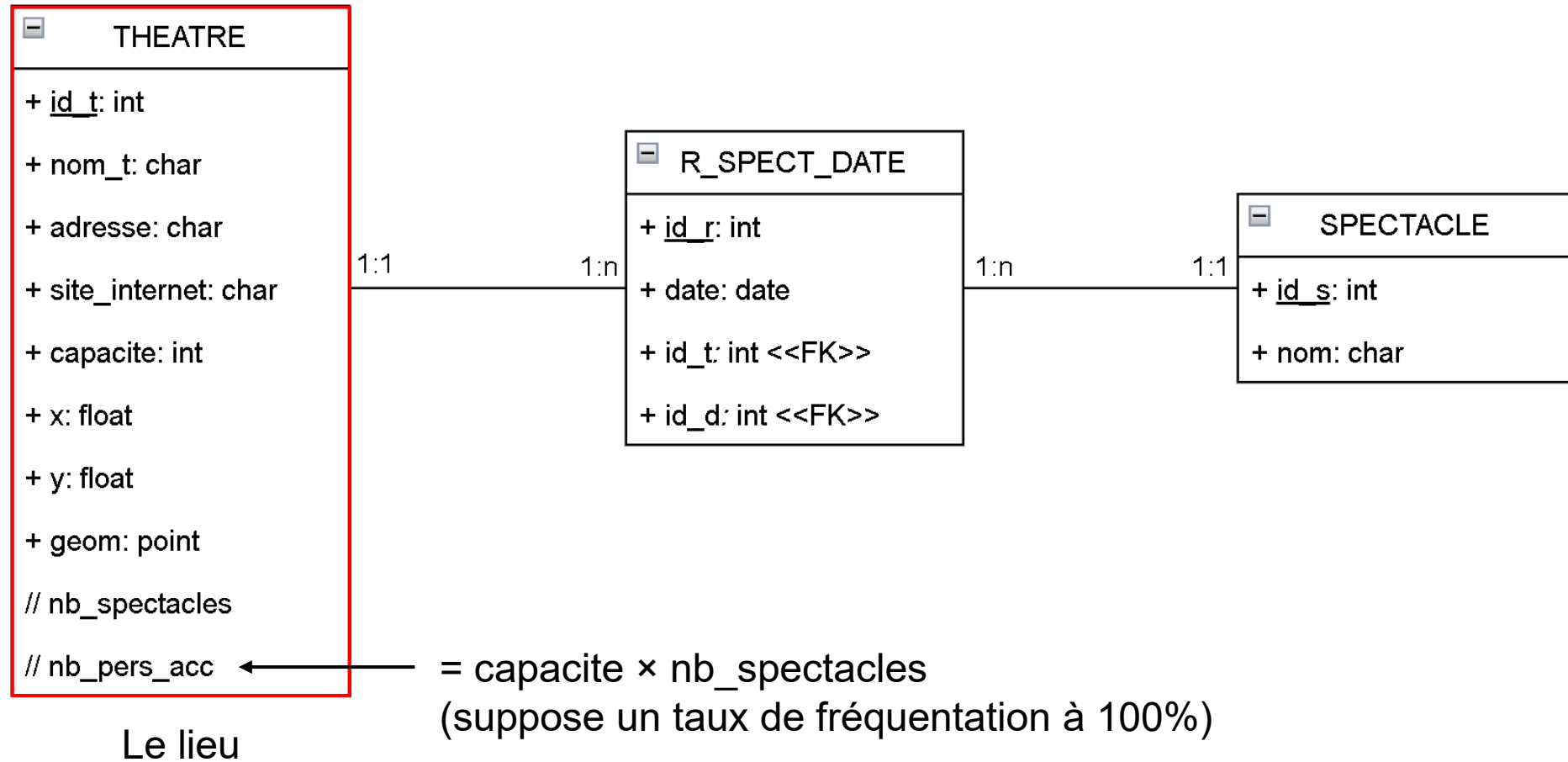
- I. La base de données
- II. L'accessibilité des théâtres, ou savoir où aménager
- III. Analyse multicritère
 - I. L'ombrage
 - II. La végétation
 - III. Température mesurée par télédétection
 - IV. Température modélisée

I. La base de données

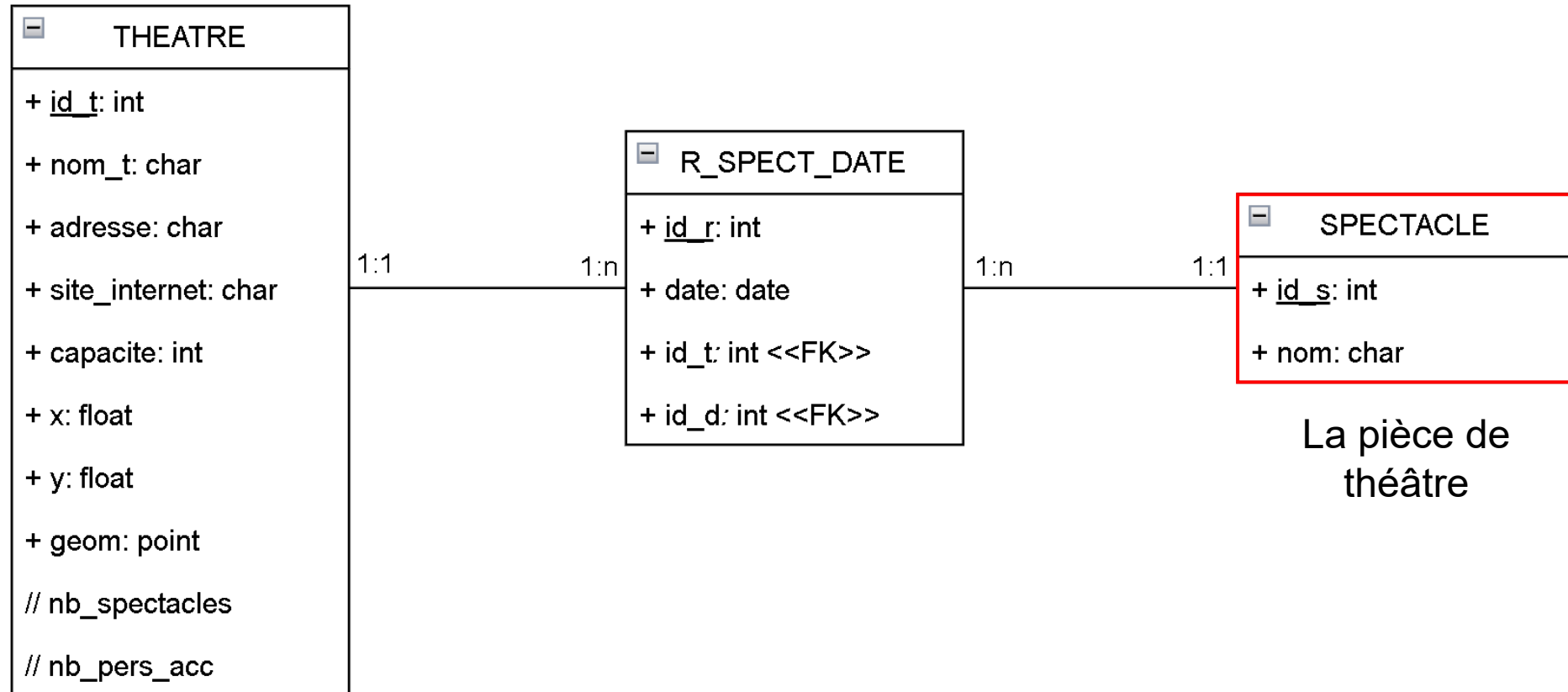
I. La base de données



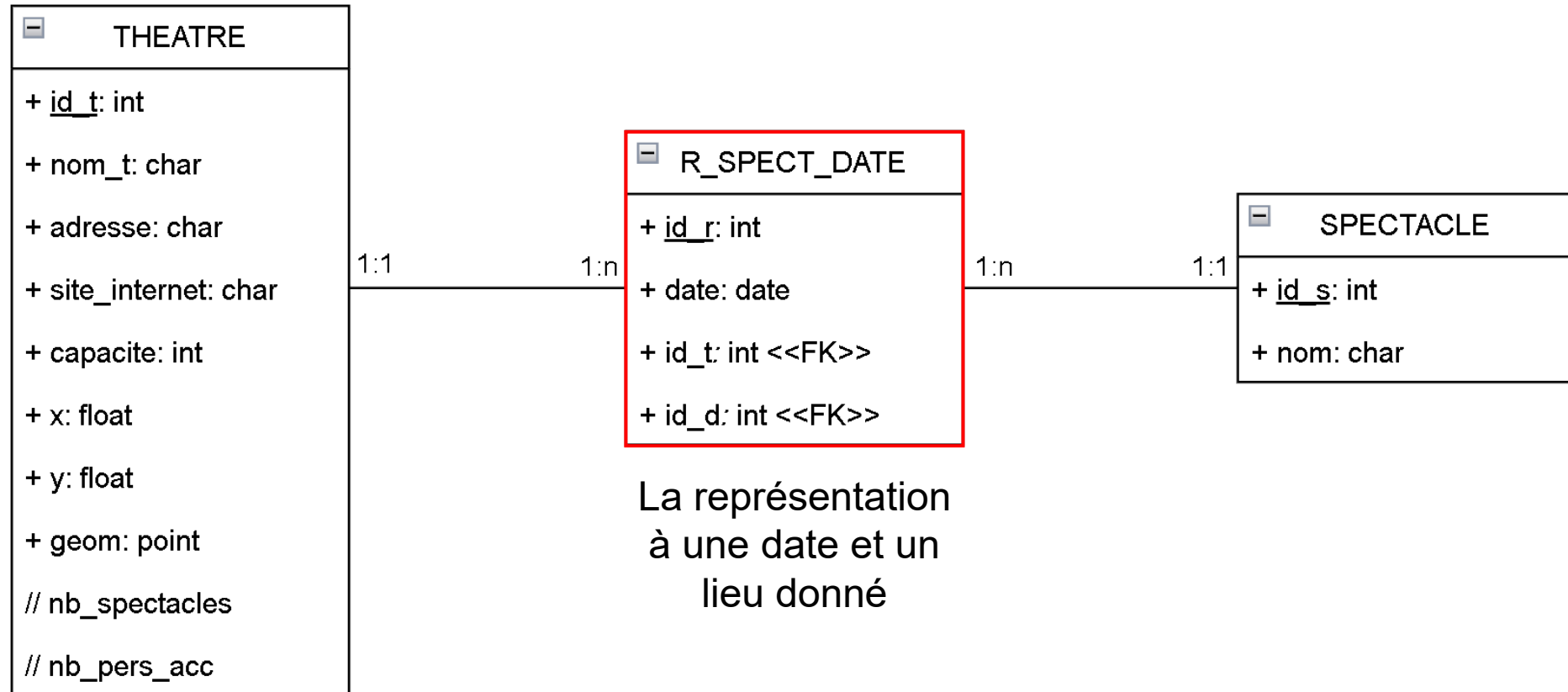
I. La base de données



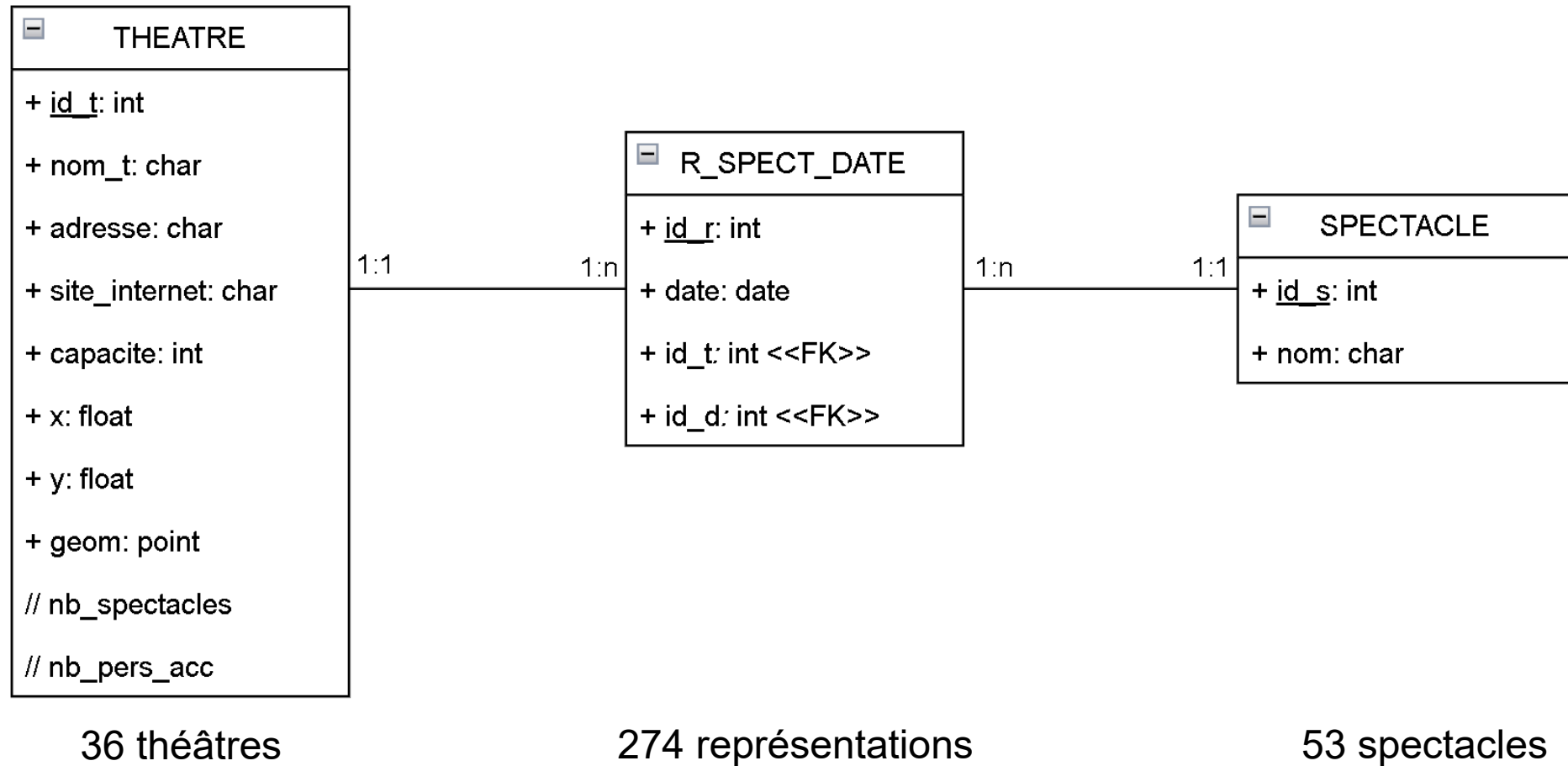
I. La base de données



I. La base de données

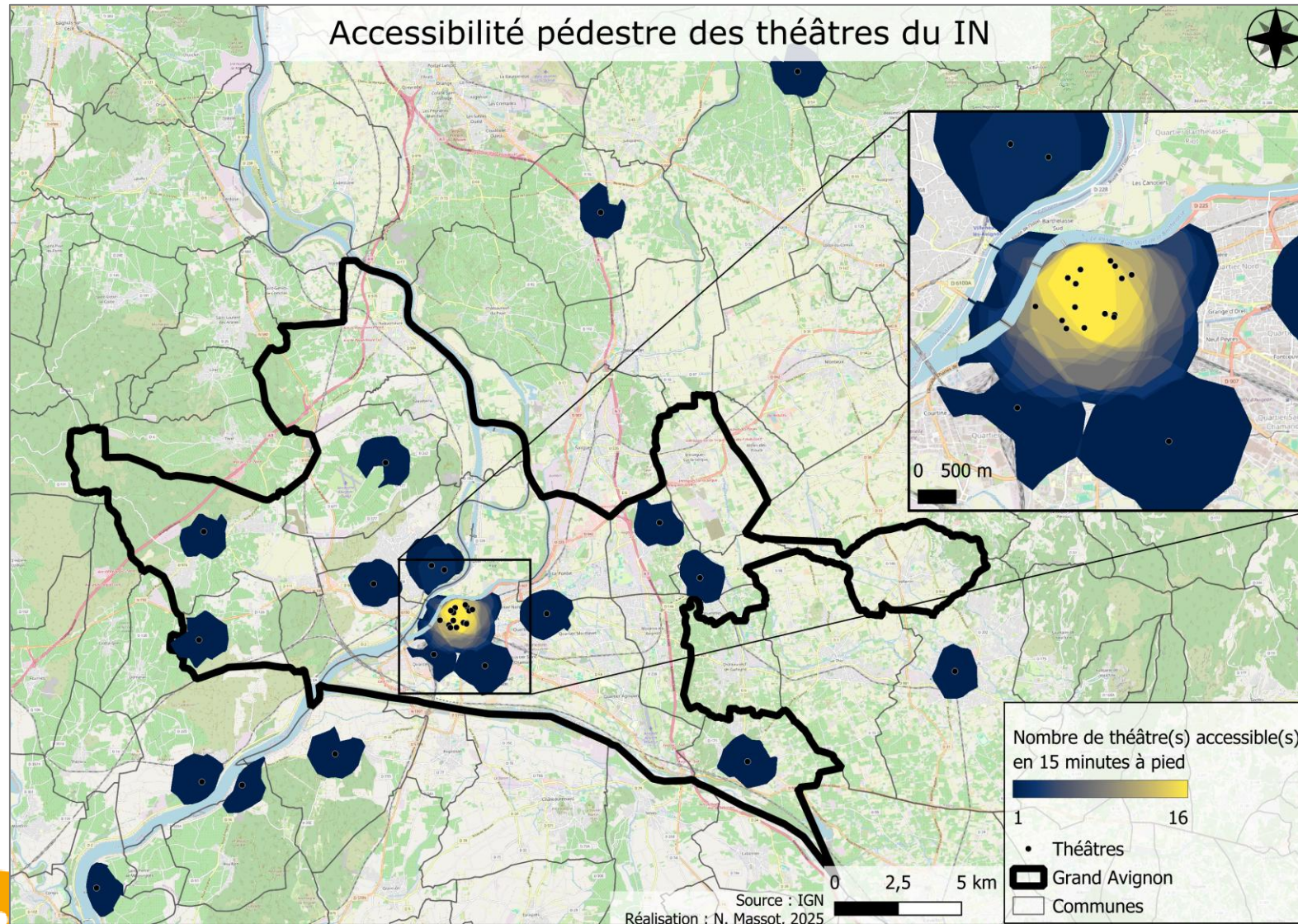


I. La base de données



II. L'accessibilité aux théâtres

II. L'accessibilité, ou savoir où aménager



À moins de 15 minutes à pied de la place Pie :

- **45 % des théâtres**
- **66% des personnes accueillies**

→ **Concentration des théâtres en *Intra-muros***

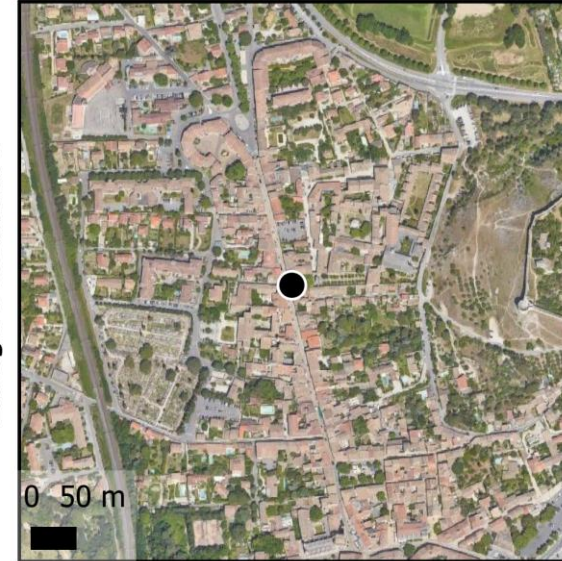
III. Analyse multicritères

III. Choix des sites d'étude

	Chartreuse de Villeneuve	Gymnase du lycée Mistral
Morphologie urbaine	Implantation diffuse de maisons	Ensemble compact d'immeubles
Hauteur des bâtiments	8 m	17 m
Végétation	Moyenne	Faible
Imperméabilisation des sols	Moyenne haute	Élevée

Image satellitaire

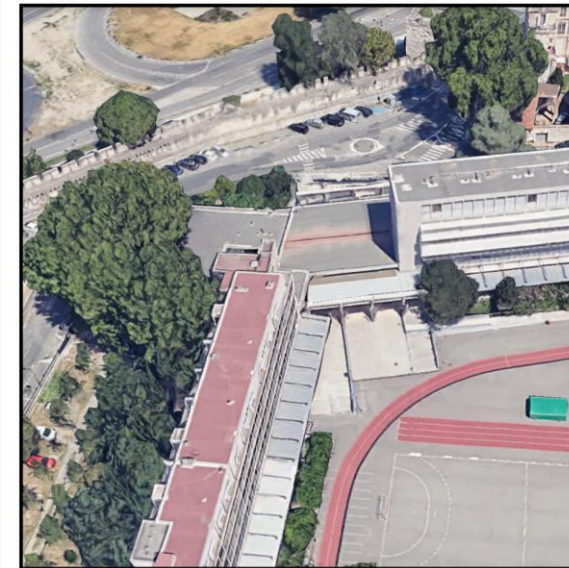
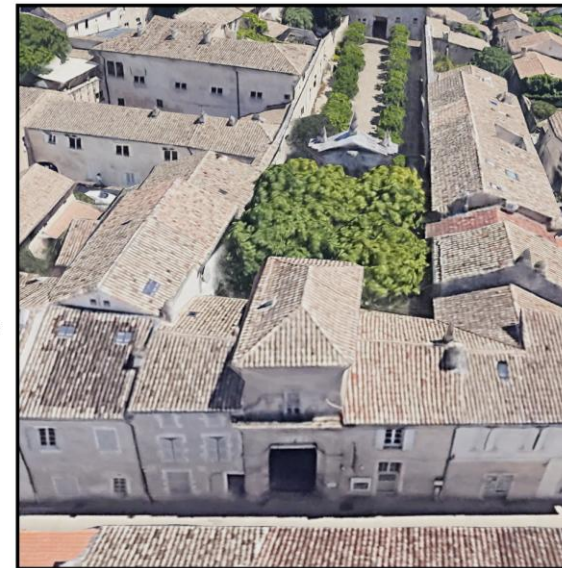
Chartreuse de Villeneuve lez Avignon



Gymnase du lycée Mistral



Photogrammétrie



BDD



Accessibilité



Analyse multicritère



Conclusion



III. L'ombrage

Simulation des ombres portées

Chartreuse de Villeneuve lez Avignon



6 h

■ Ombrage
■ Bâtiments

0 10 20 m

Source : IGN
Projection : Lambert-93
Réalisation : N. Massot, 2025

Simulation des ombres portées

Gymnase du lycée Mistral



6 h

■ Ombrage
■ Bâtiments

0 10 20 m

Source : IGN
Projection : Lambert-93
Réalisation : N. Massot, 2025

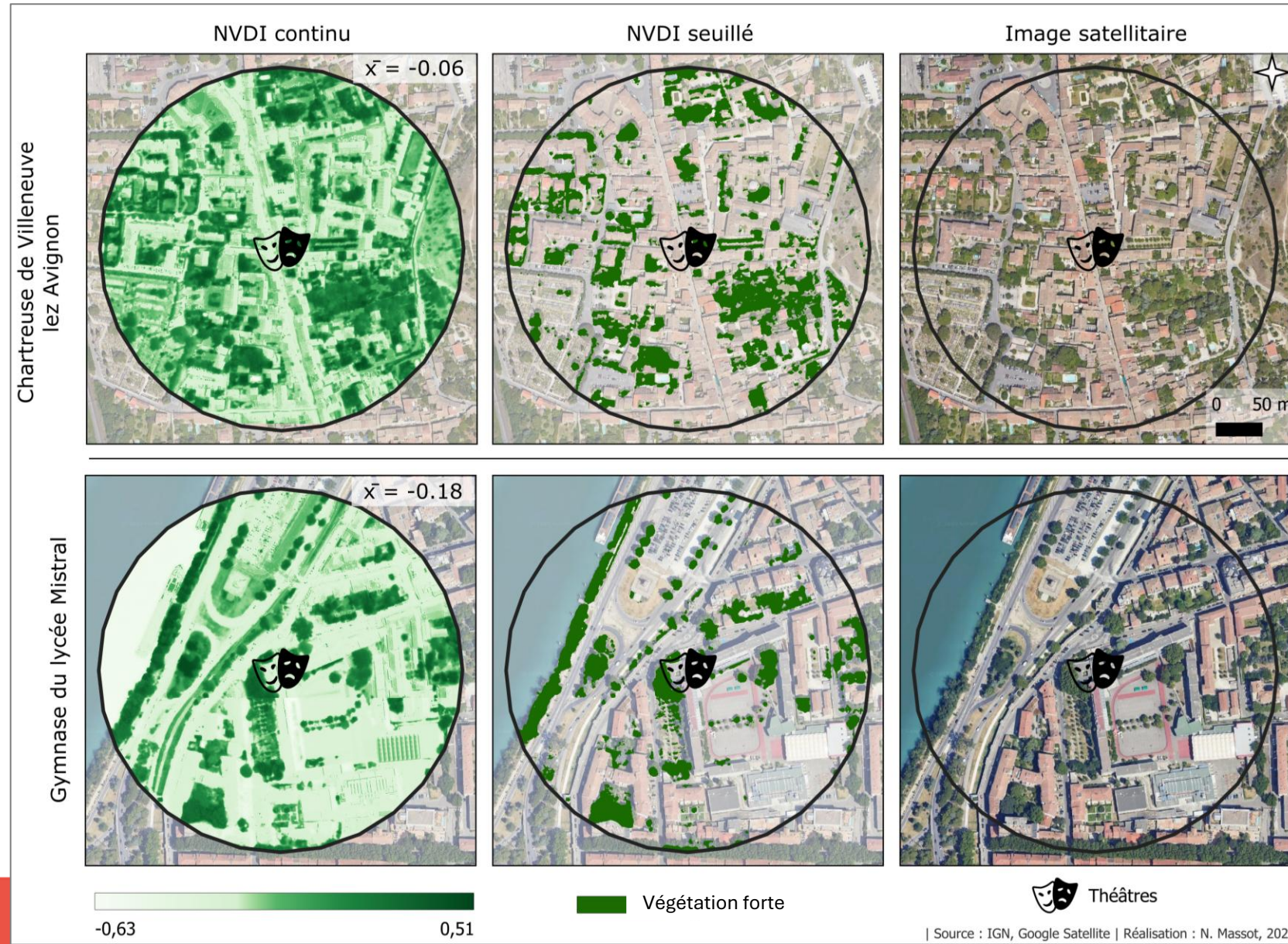
III. L'indice de végétation

NDVI :

- Mesure la densité de la végétation.
- Obtenu par image satellite ou aérienne multispectrale

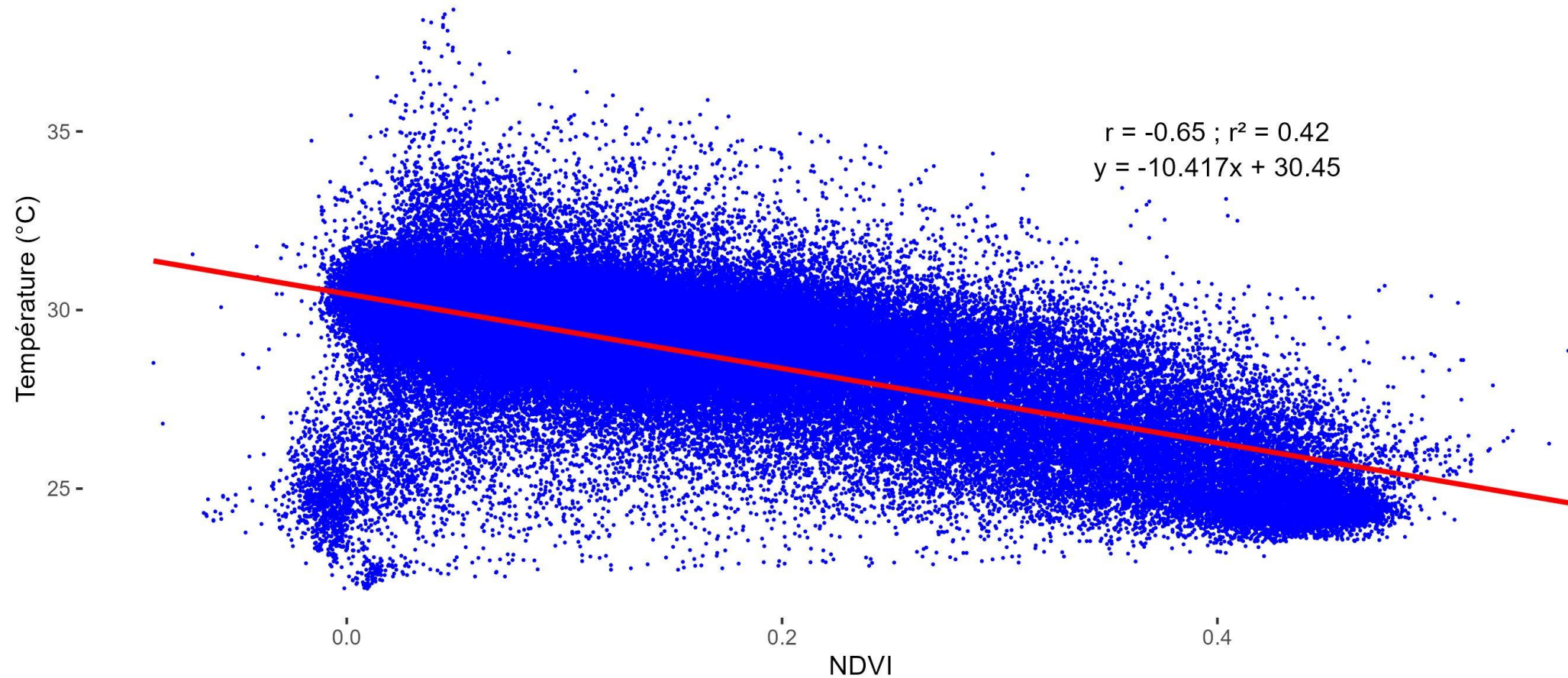
$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} + \text{Rouge}}{\text{NIR} - \text{Rouge}}$$

Ici, calcul du NDVI dans un rayon de 200 mètres autour des théâtres.
Résolution de 20 cm



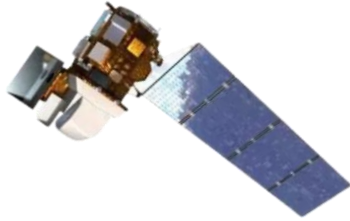
III. L'indice de végétation

Corrélation NDVI-Thermographie de surface



42 % de la variance de la température est expliquée par le degré de végétalisation.

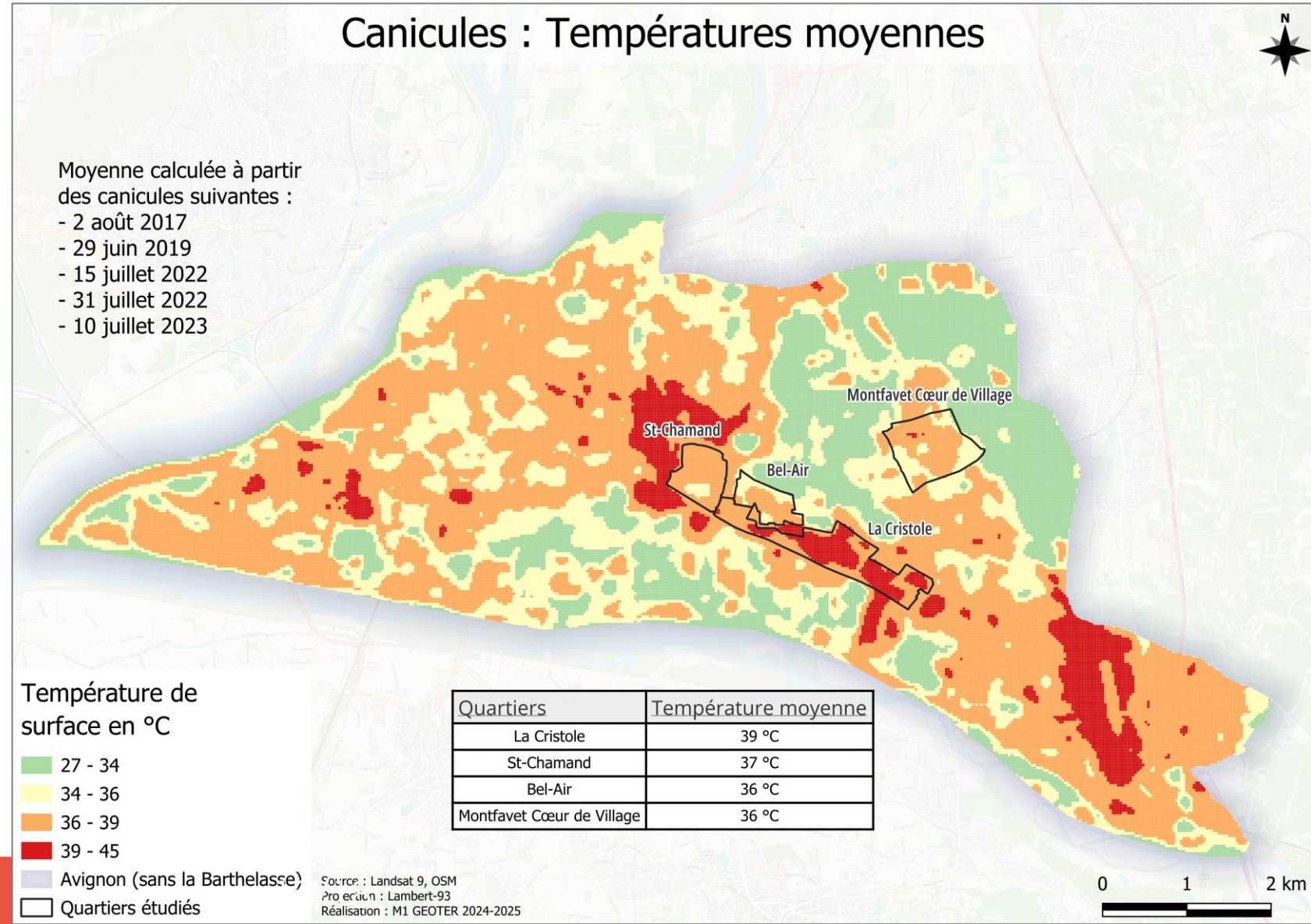
III. Température mesurée par télédétection



- Landsat 5, 7, 8, 9
- 30 mètres de résolution
- Résolution temporelle : 16 jours

En pratique, avec les 4 satellites :
→ Données tous les 8 jours

Température de
surface
≠
Température de l'air



III. Les facteurs explicatifs des ICU

ICU = îlot de chaleur urbain

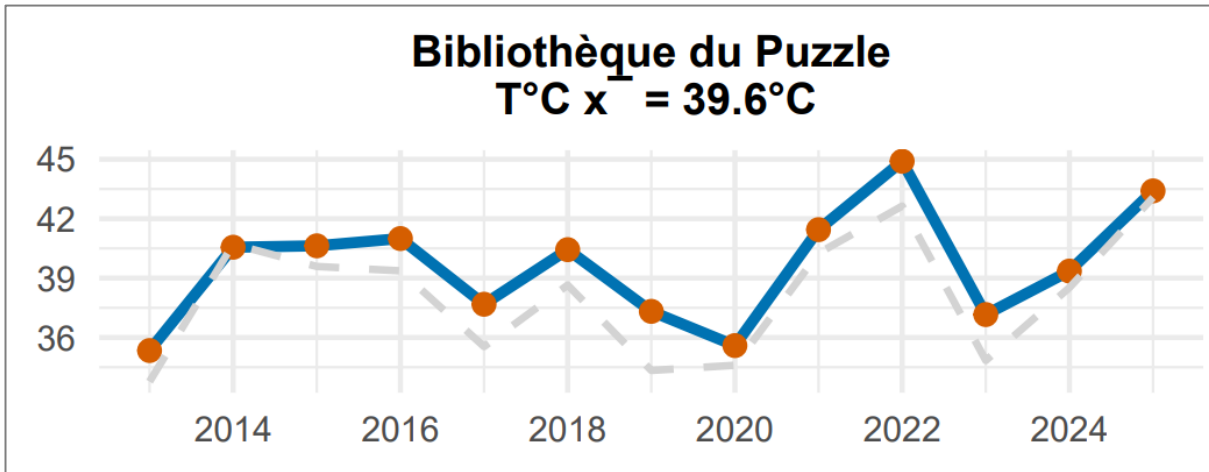
Catégorie	Facteurs principaux
Structure urbaine	<ul style="list-style-type: none">- Matériaux minéraux (bitume, béton)- Faible albédo- Morphologie des rues (canyon urbain)
Absence de végétation	<ul style="list-style-type: none">- Sols imperméables- Peu d'espaces verts- Évapotranspiration réduite
Activités humaines	<ul style="list-style-type: none">- Trafic routier et industries- Chauffage et climatisation- Pollution atmosphérique
Facteurs climatiques	<ul style="list-style-type: none">- Vents faibles- Faible humidité- Ciel dégagé la nuit
Facteurs temporels	<ul style="list-style-type: none">- Cycle jour/nuit- Croissance urbaine rapide



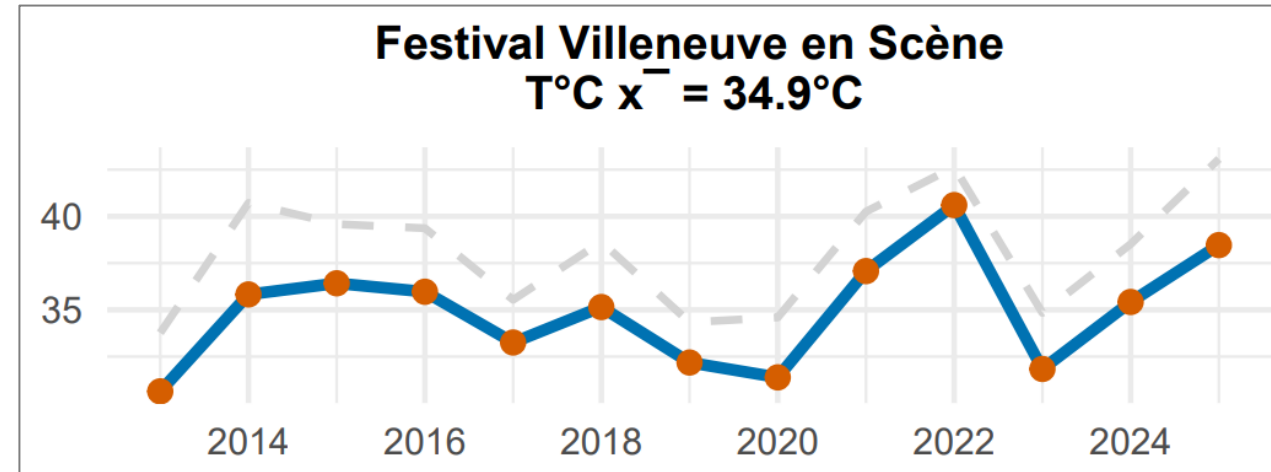
Caractérisé par le différentiel de T°C diurne.

III. Température mesurée par télédétection

Le plus chaud :



Le plus frais :



Mesure faite sur les **36 théâtres** du IN de **2013 à 2025**

Aide à la décision :

→ **Aménager les théâtres les plus chauds.**

III. Température modélisée à grande échelle

- **Modélisation** de la température de surface à un mètre de résolution → **Ice Tool**

Données d'entrée :

1. Occupation du sol
 2. Fichier météo
 3. Arbres (+hauteur)
 4. Bâtiments (+hauteur)
- } Ombres portées

Avantages :

- Faible résolution spatiale
- Modélisation heure par heure
- Tester différentes configurations spatiales (notamment avant/après aménagement)

Inconvénient:

- D'autres facteurs peuvent être pris en compte

BDD



Accessibilité



Analyse multicritère



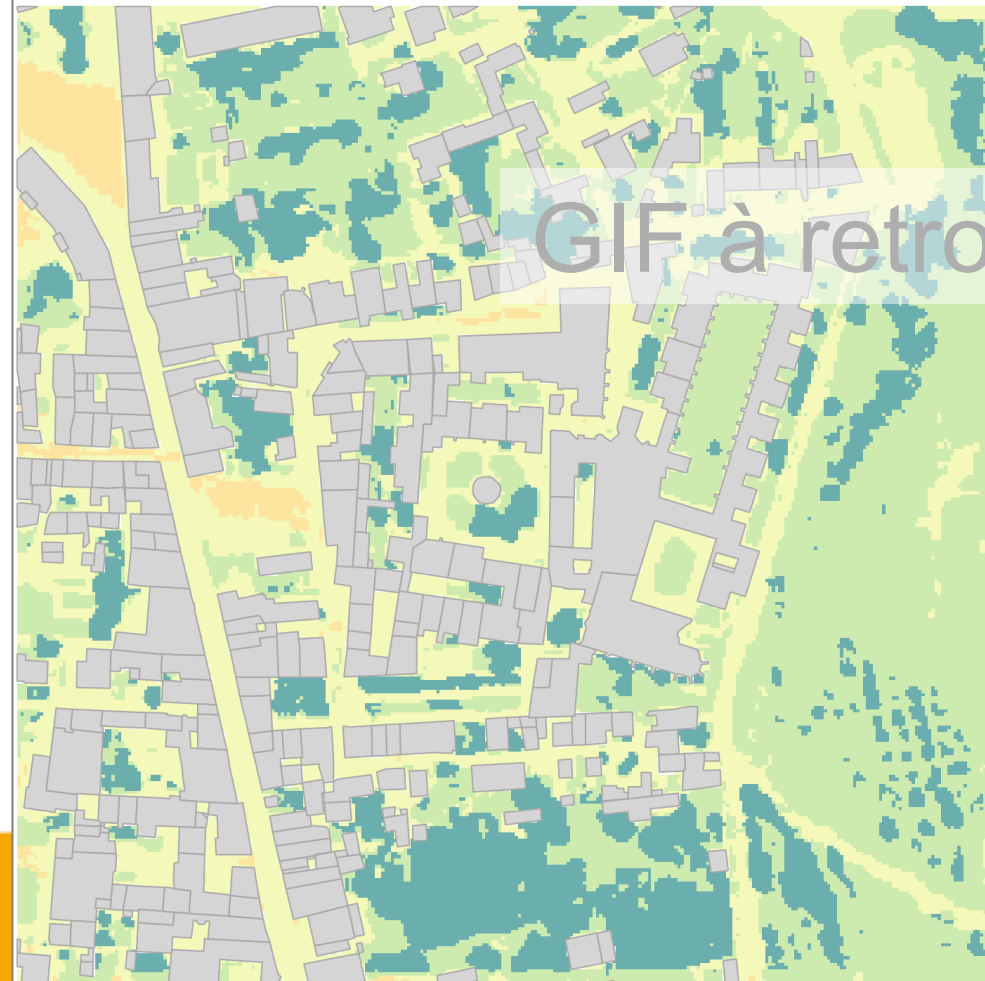
Conclusion



III. Température modélisée à grande échelle

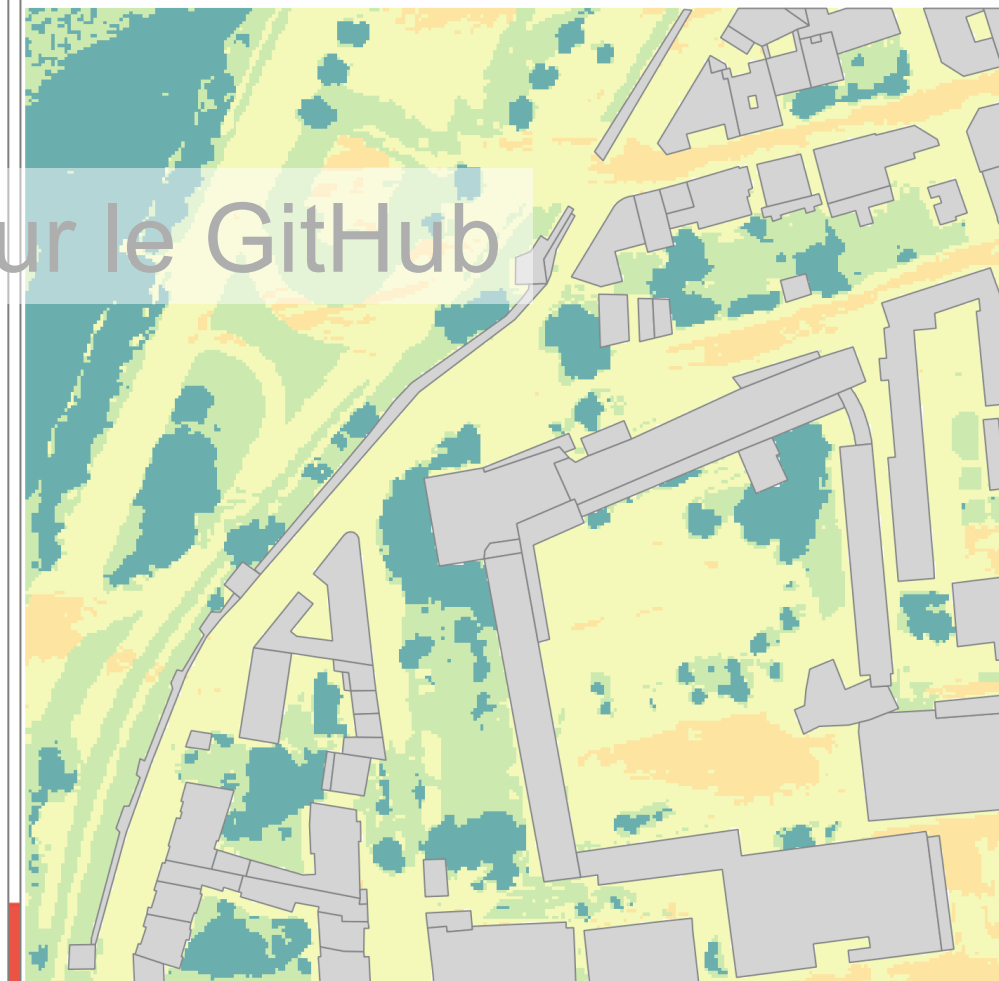
Simulation de la température radiante

Chartreuse de Villeneuve lez Avignon



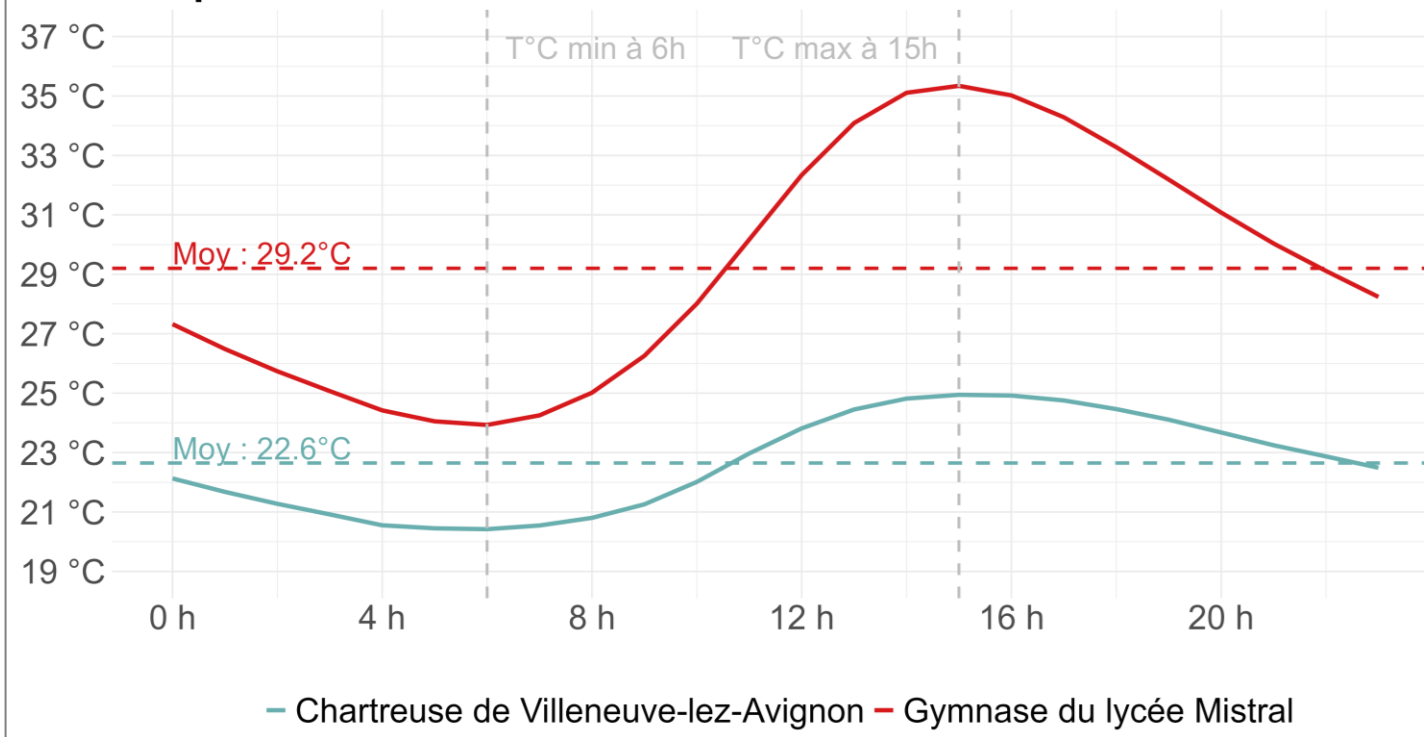
Simulation de la température radiante

Gymnase du lycée Mistral



III. Température modélisée à grande échelle

Température modélisée des théâtres selon l'heure



Que retenir ?

1. Les températures changent plus ce que l'on pense selon :
 - **L'heure**
 - La **typologie/morphologie urbaine**
2. **Écarts** de température importants selon les lieux
 - 10 °C à 15h entre les deux théâtres (!)

Donc :

1. Impact sur les **festivaliers** et ceux qui y **travaillent**
2. Importance **d'aménager le territoire**

Conclusion

—

Ce qu'il faut retenir

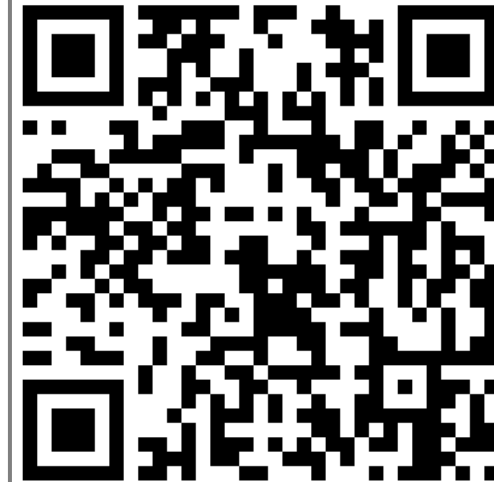
Ce qu'il faut retenir

- Travail **exploratoire**
- **Généralisation** à tous les théâtres
- **Facteurs explicatifs** plus nombreux et complémentaires
- Faire des **propositions d'aménagements**
 - Mesurer l'**impact** de ces dernières

Mais surtout :

1. Montre l'intérêt de la **géomatique** et de l'**analyse spatiale** pour la prospective territoriale, et surtout dans le cas d'usage du Festival d'Avignon
2. L'importance de l'identification des **besoins métiers** du Festival d'Avignon

Carte interactive
des résultats



Apport de la géomatique à l'analyse du confort thermique des théâtres

Premiers résultats d'une analyse multicritère pour l'aide à la décision

Nicolas Massot (n.massot@protonmail.com)

10 janvier 2025