

Évaluer les impacts écologiques des lieux du spectacle ?

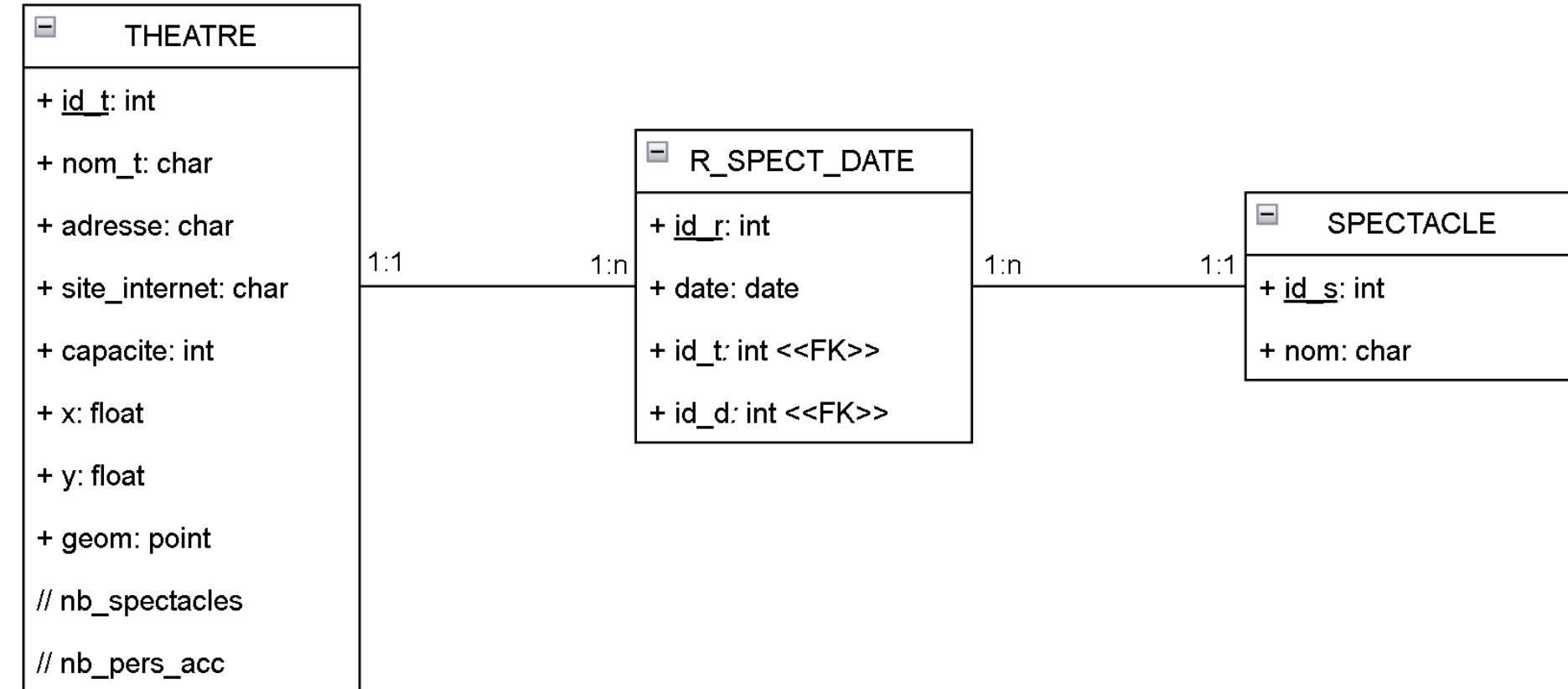
Étude des îlots de chaleur urbains pendant le Festival d'Avignon (juillet 2025) : vers l'identification de futurs lieux d'accueil climato-résilients

Nicolas Massot (n.massot@protonmail.com)
1^{er} octobre 2025

L'objectif : L'objectif principal est de **comprendre la dynamique de la chaleur urbaine** lors du **Festival d'Avignon**, et d'identifier les "lieux de demain"

- 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
- IV. Prospective territoriale : Les lieux de demain basés sur ceux d'hier ?

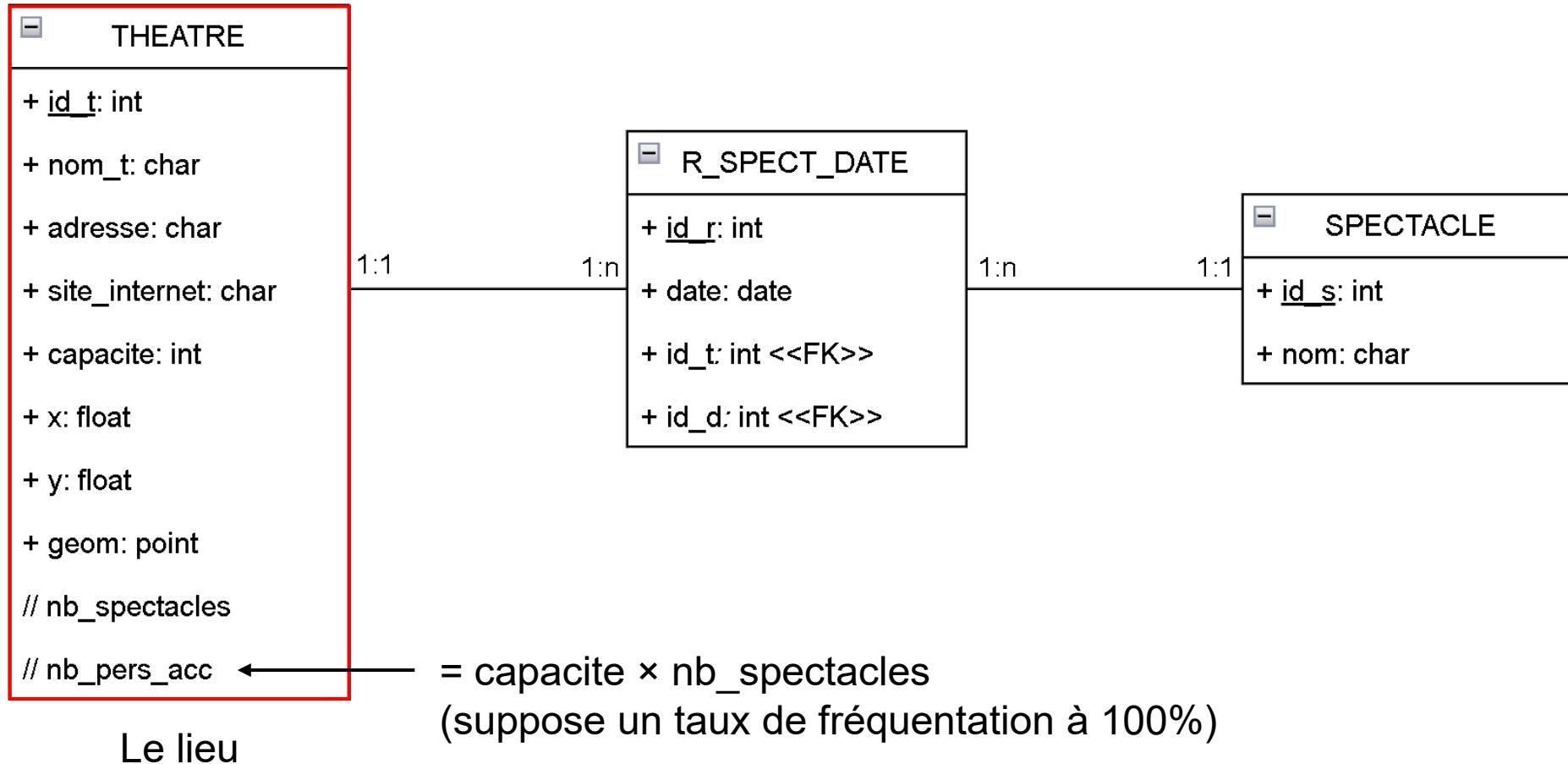
I. La base de données



I. La base de données

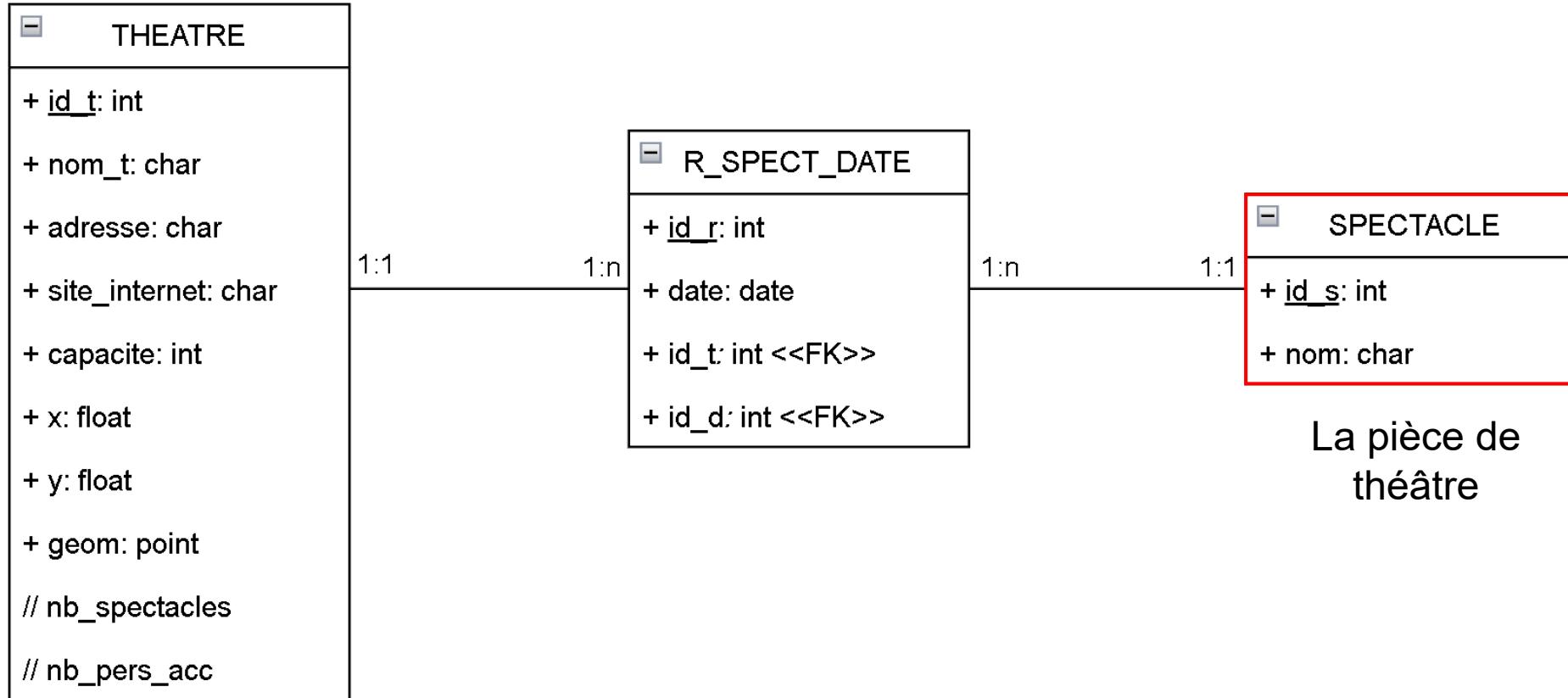


I. La base de données



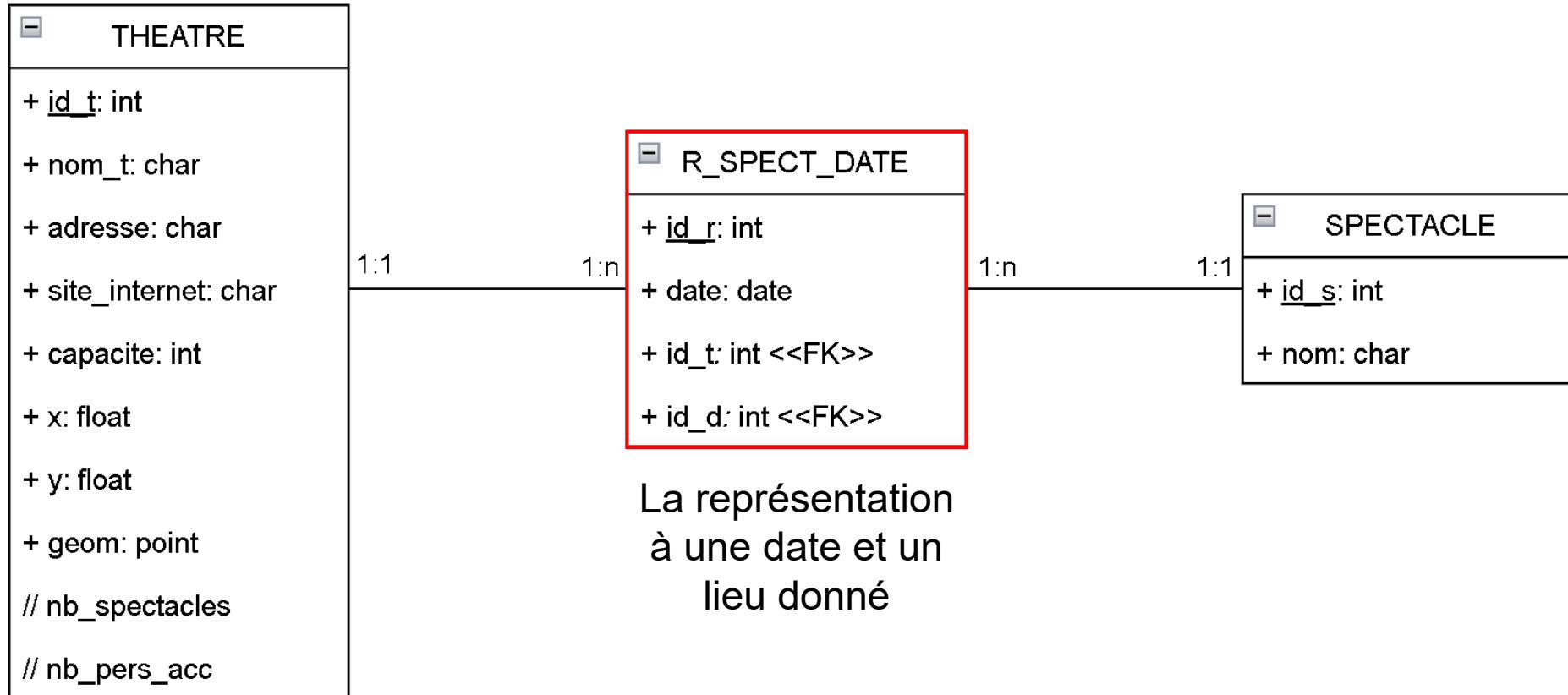


I. La base de données



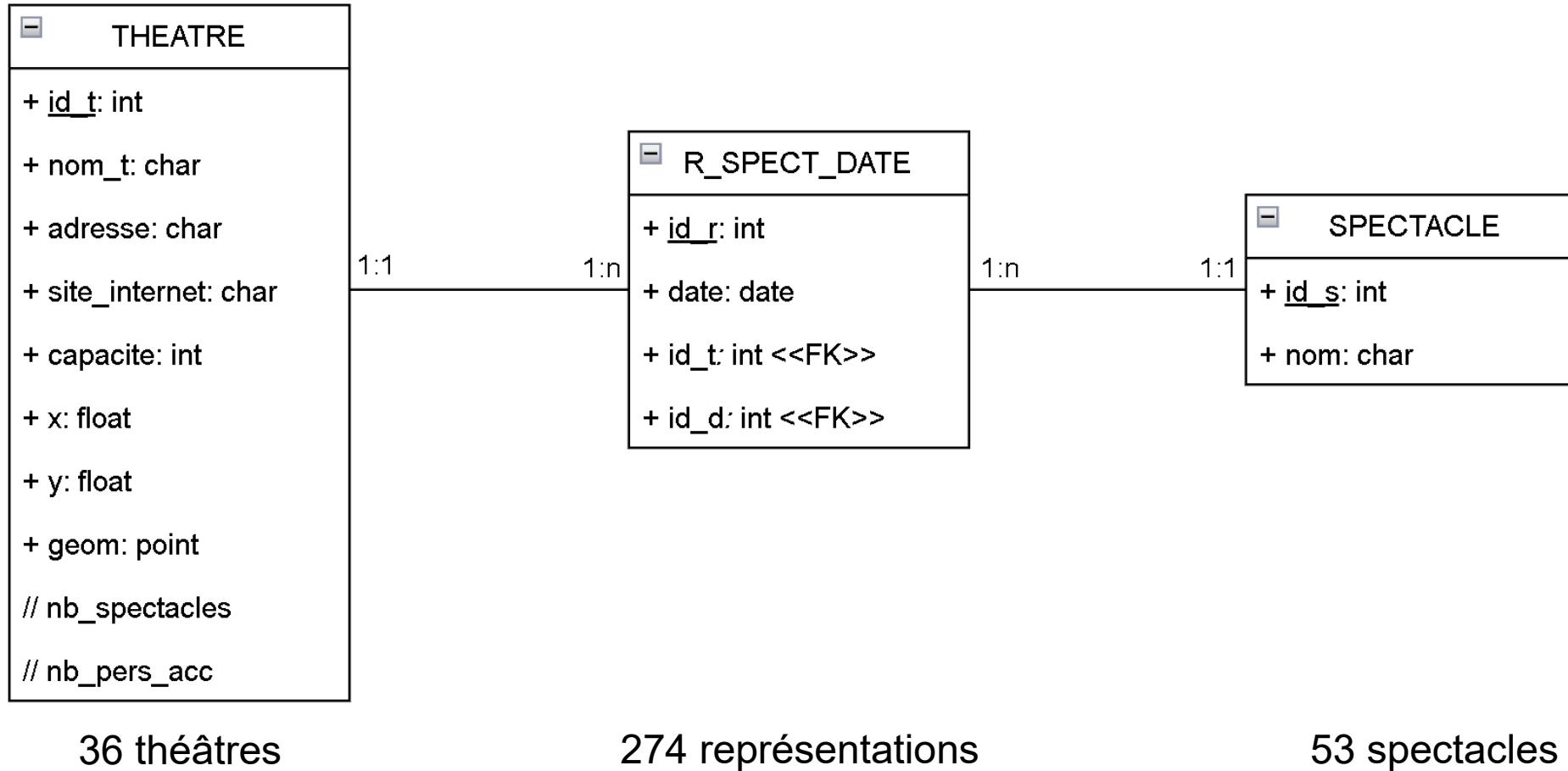


I. La base de données





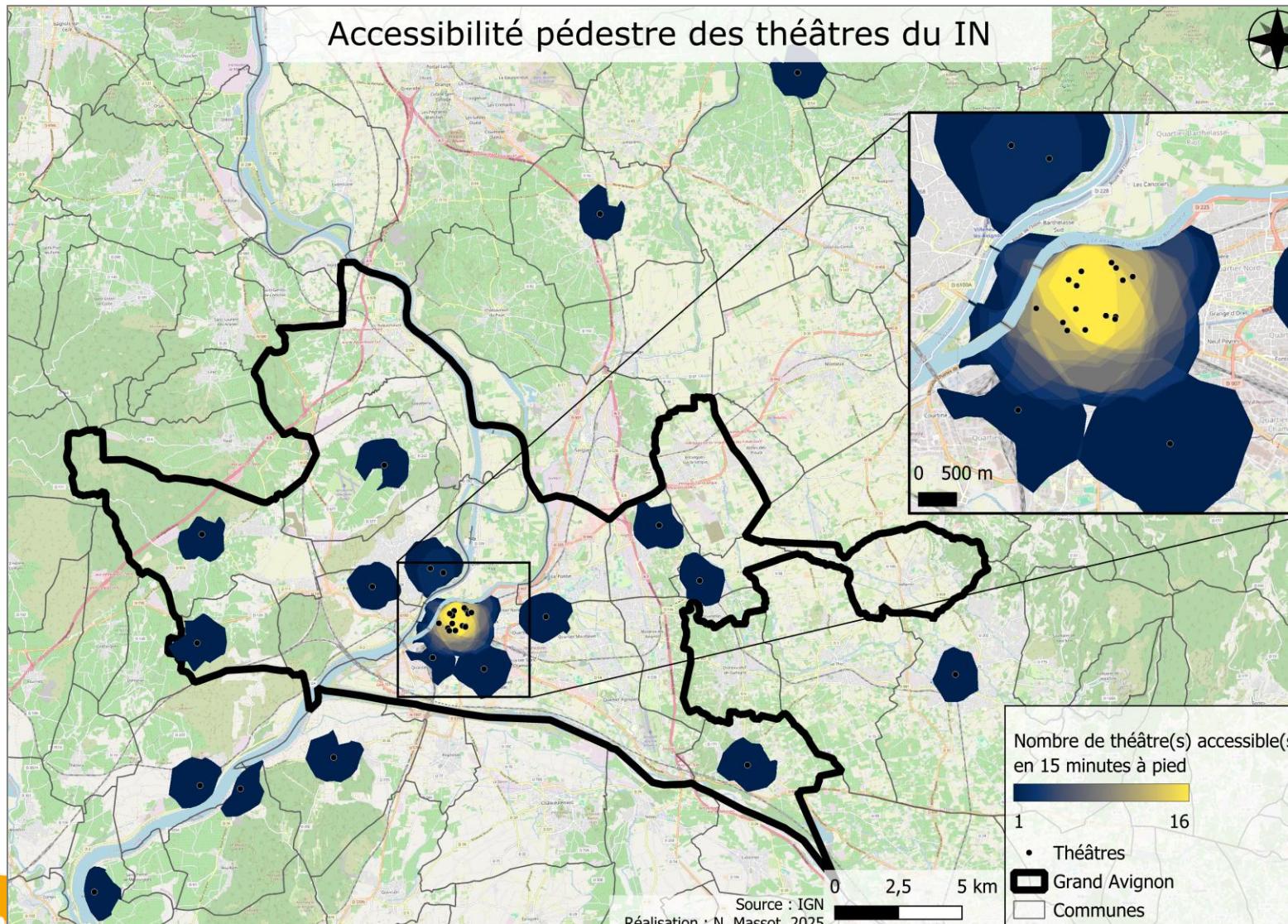
I. La base de données



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

BDD



Accessibilité



Analyse multicritère



Prospective



Conclusion



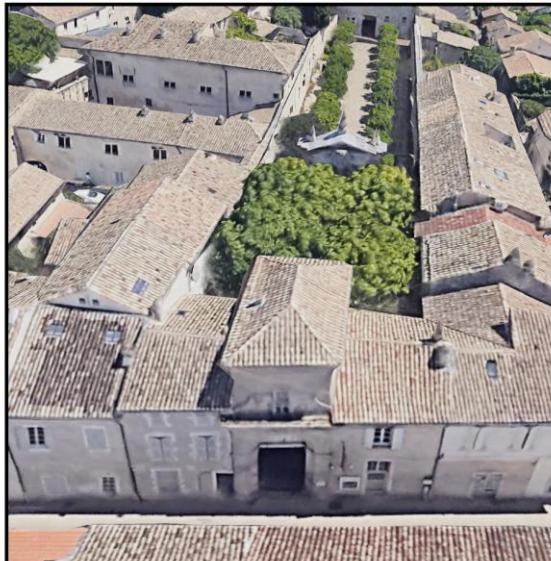
III. Choix des sites d'étude

	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



Photogrammétrie

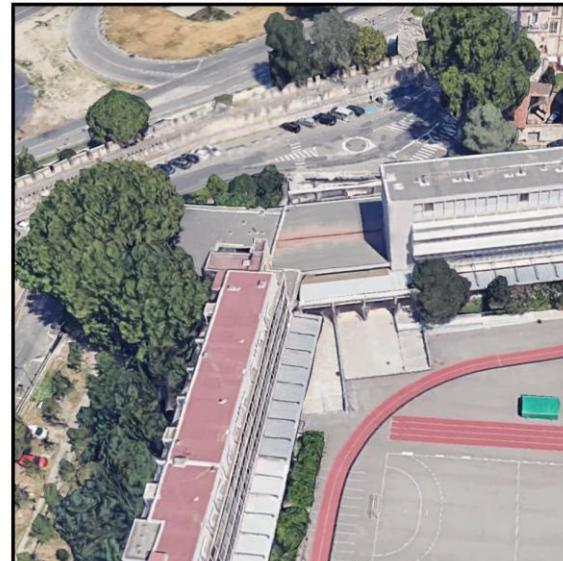


Chartreuse de Villeneuve lez Avignon

Prospective



Gymnase du lycée Mistral



BDD



Accessibilité



Analyse multicritère



Prospective



Conclusion



III. L'ombrage

Simulation des ombres portées

Chartreuse de Villeneuve lez Avignon



Simulation des ombres portées

Gymnase du lycée Mistral



BDD



Accessibilité



Analyse multicritère



Prospective



Conclusion



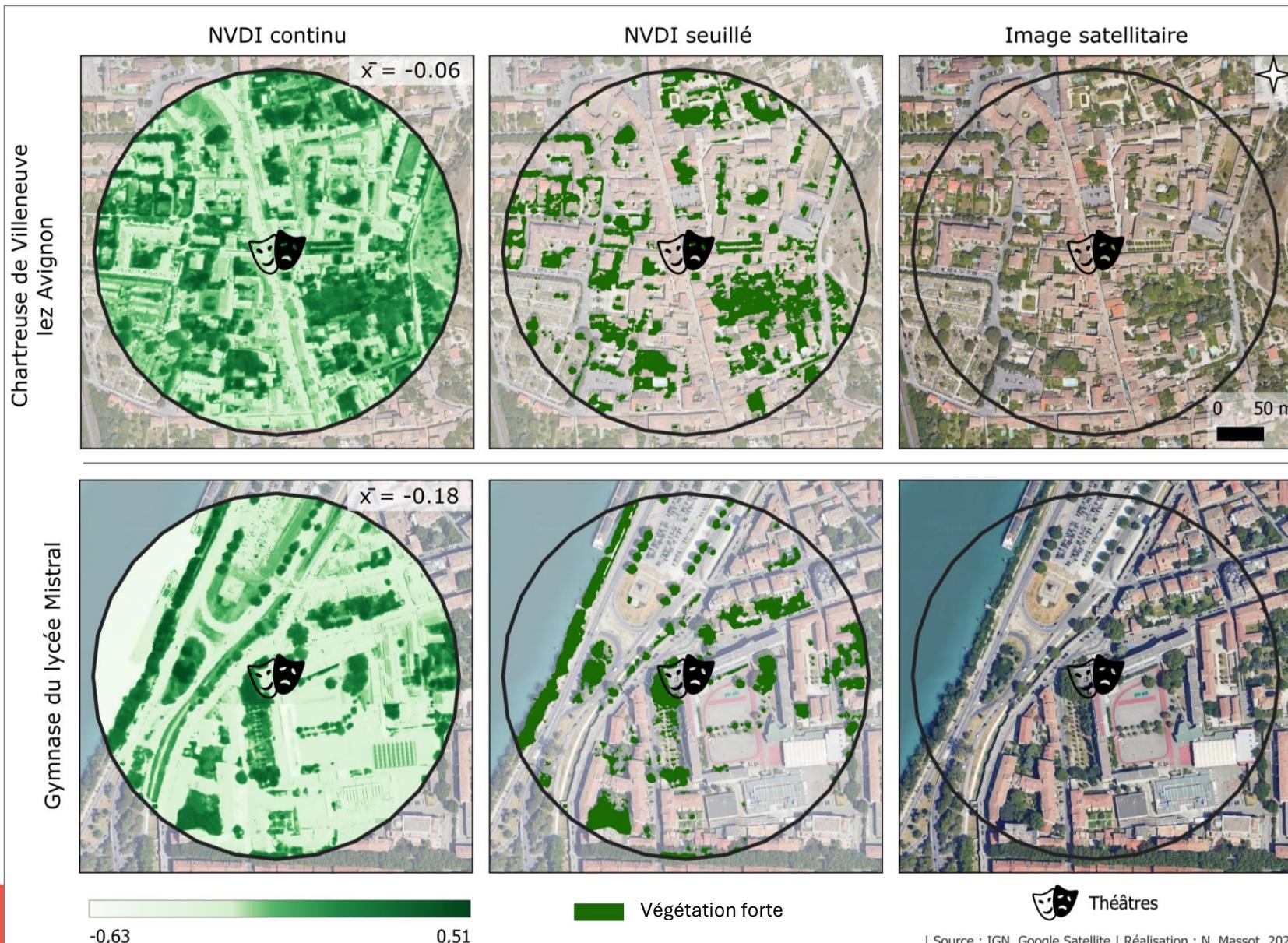
III. L'indice de végétation

NDVI :

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

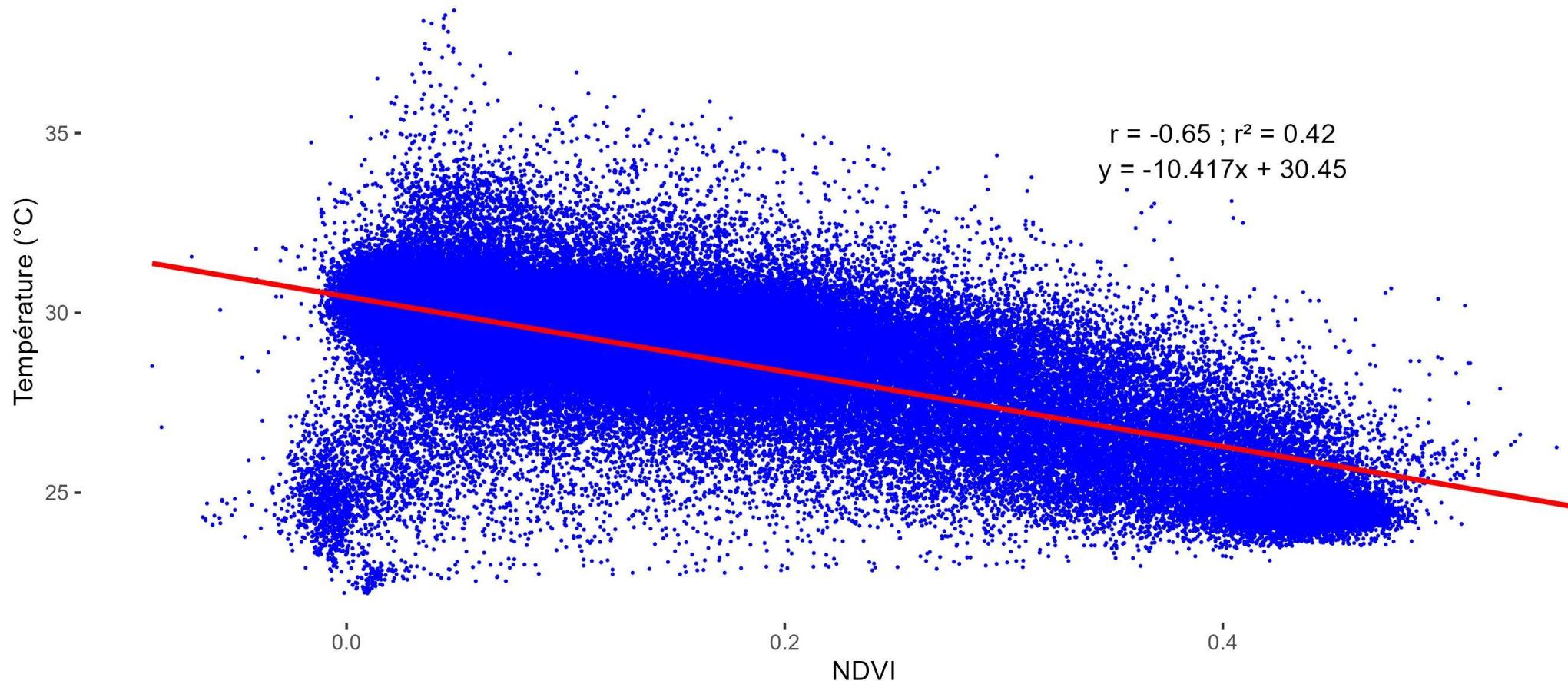
$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} + \text{Rouge}}{\text{NIR} - \text{Rouge}}$$

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



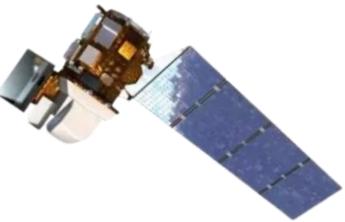
III. L'indice de végétation

Corrélation NDVI-Thermographie de surface



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

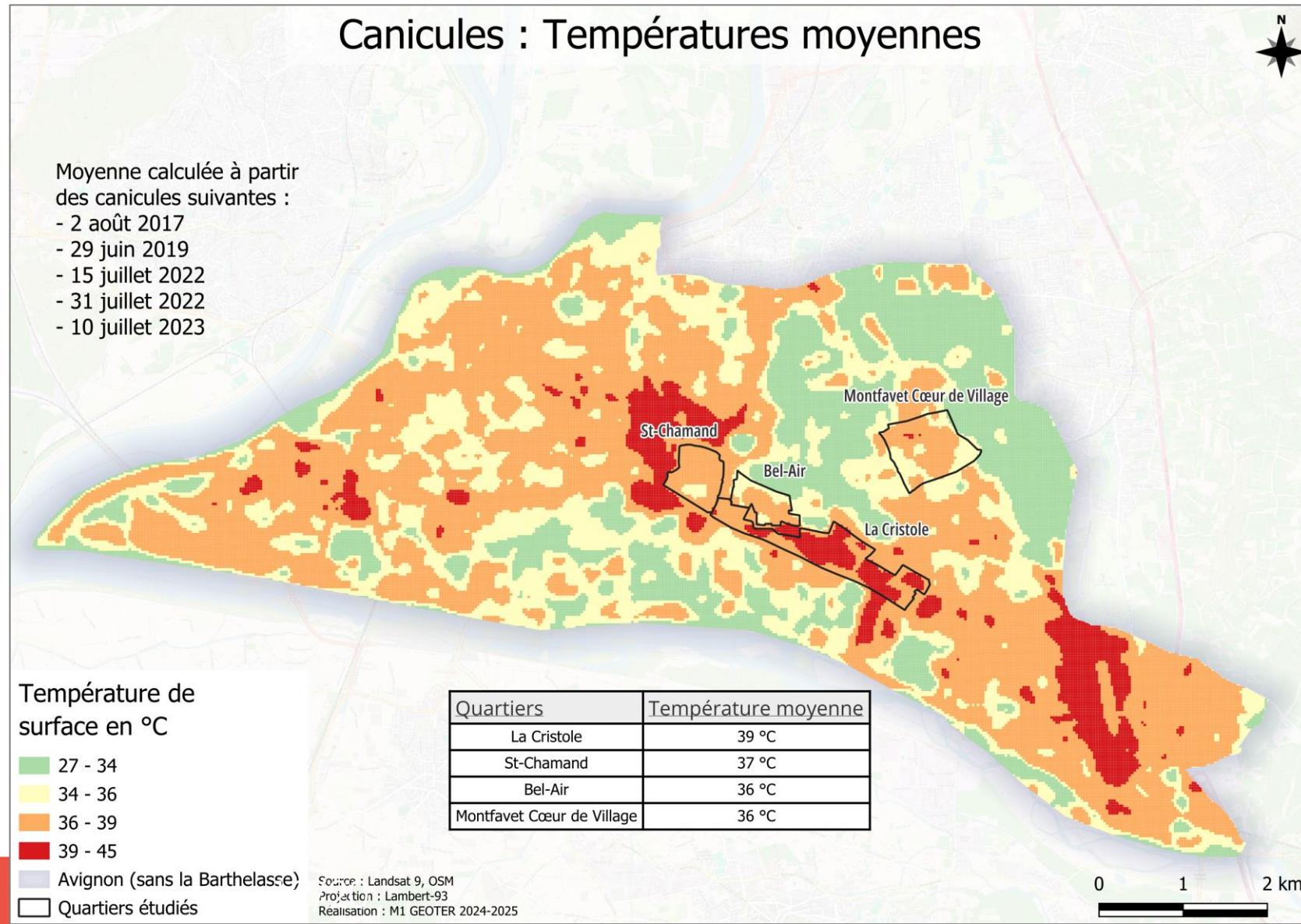
III. Température mesurée par télédétection



- 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

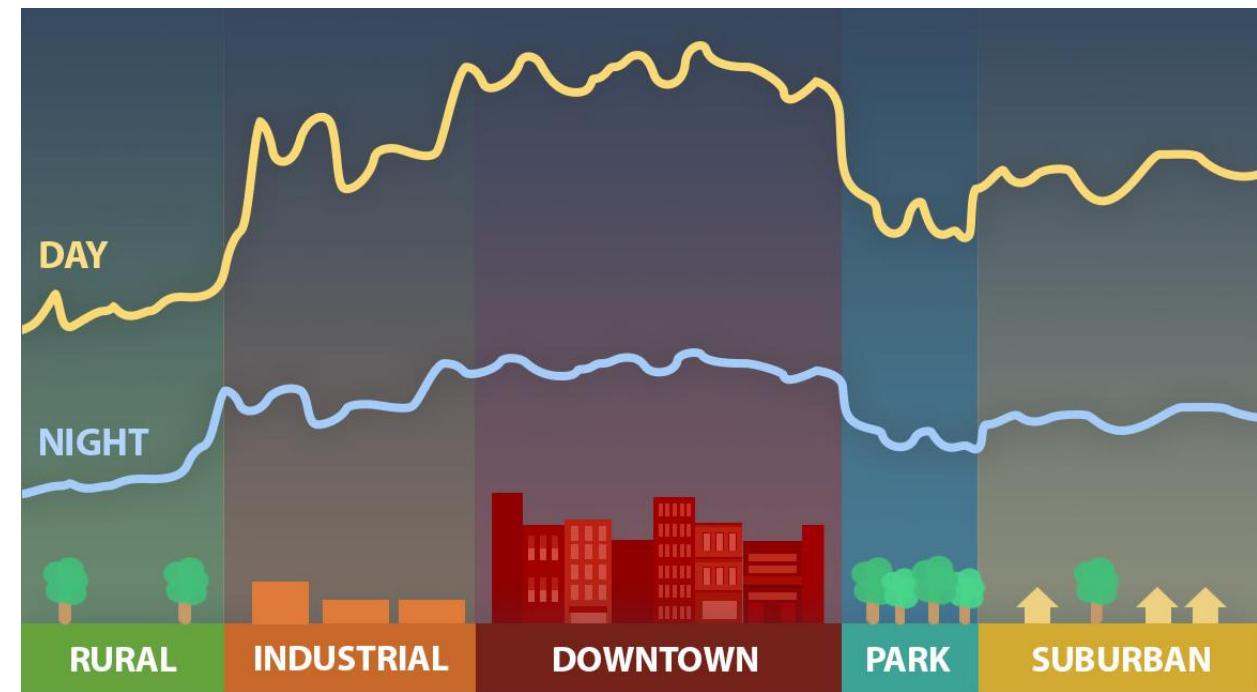




III. Les facteurs explicatifs des ICU

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.

BDD
○ ○ ○

Accessibilité
○

Analyse multicritère
○ ○ ○ ○ ○ ○ ● ○ ○ ○

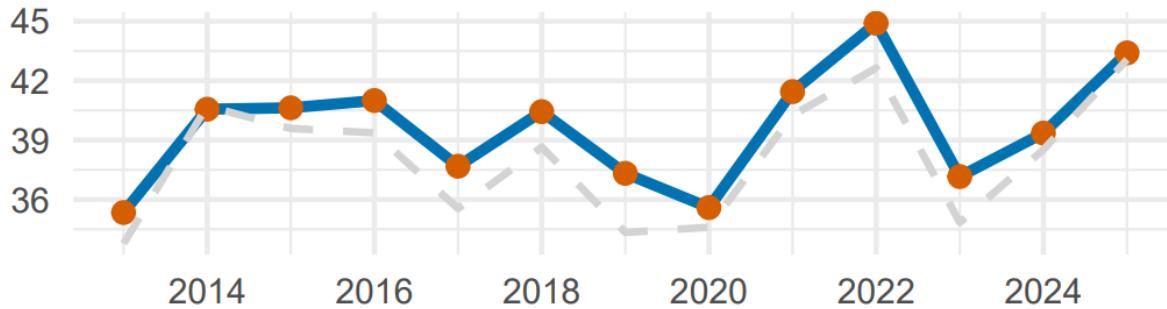
Prospective
○ ○

Conclusion
○

III. Température mesurée par télédétection

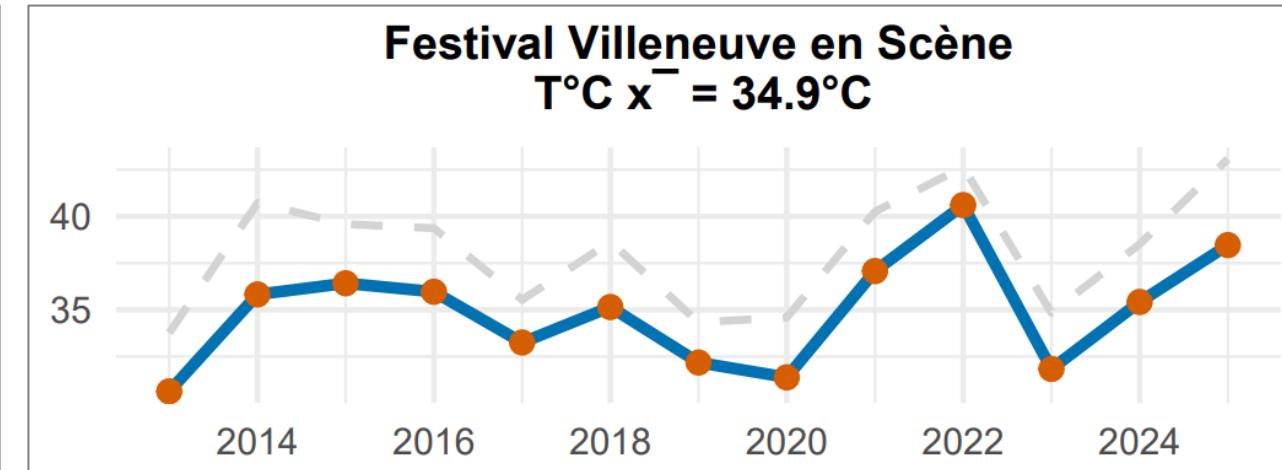
Le plus chaud :

Bibliothèque du Puzzle
 $T^{\circ}\text{C} \bar{x} = 39.6^{\circ}\text{C}$



Le plus frais :

Festival Villeneuve en Scène
 $T^{\circ}\text{C} \bar{x} = 34.9^{\circ}\text{C}$



Mesure faite sur les **36 théâtres** du 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



Prospective



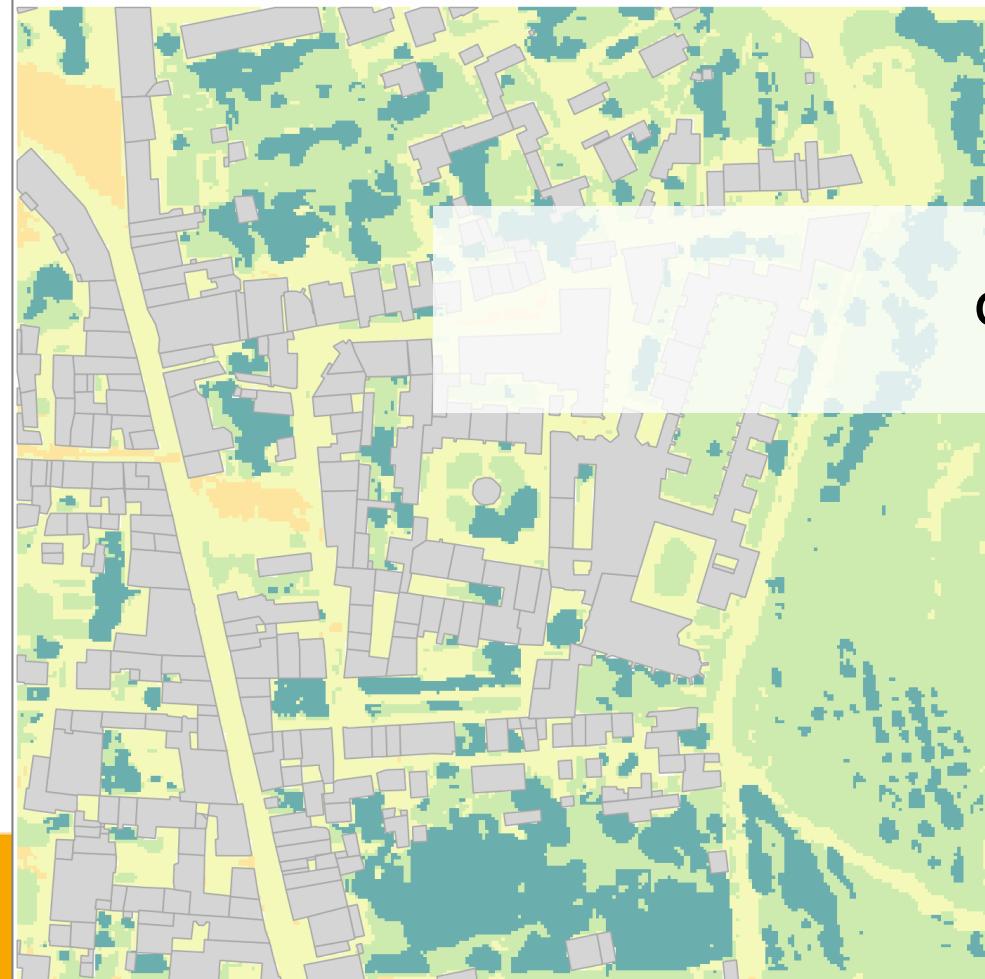
Conclusion



III. Température modélisée à grande échelle

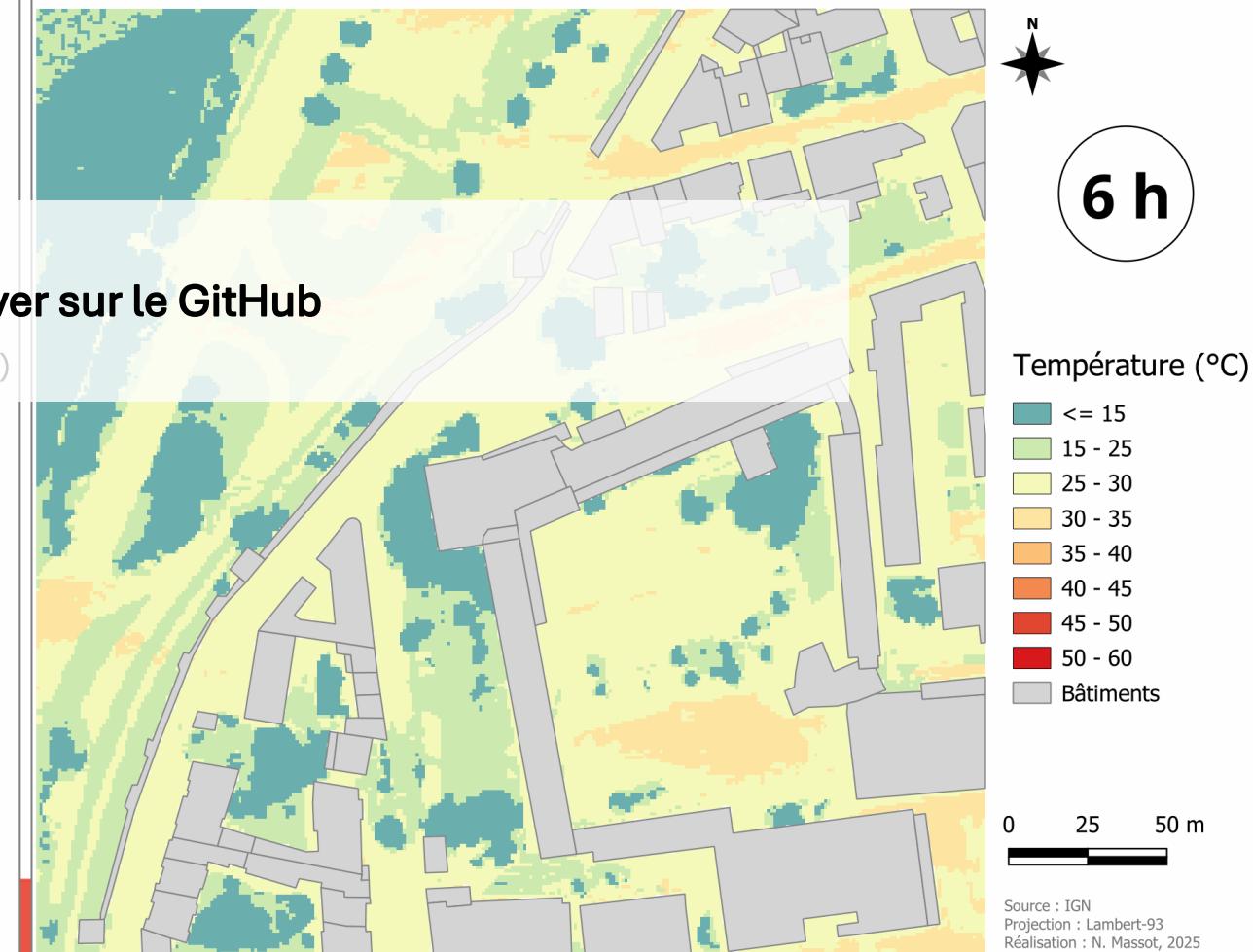
Simulation de la température radiente

Chartreuse de Villeneuve lez Avignon



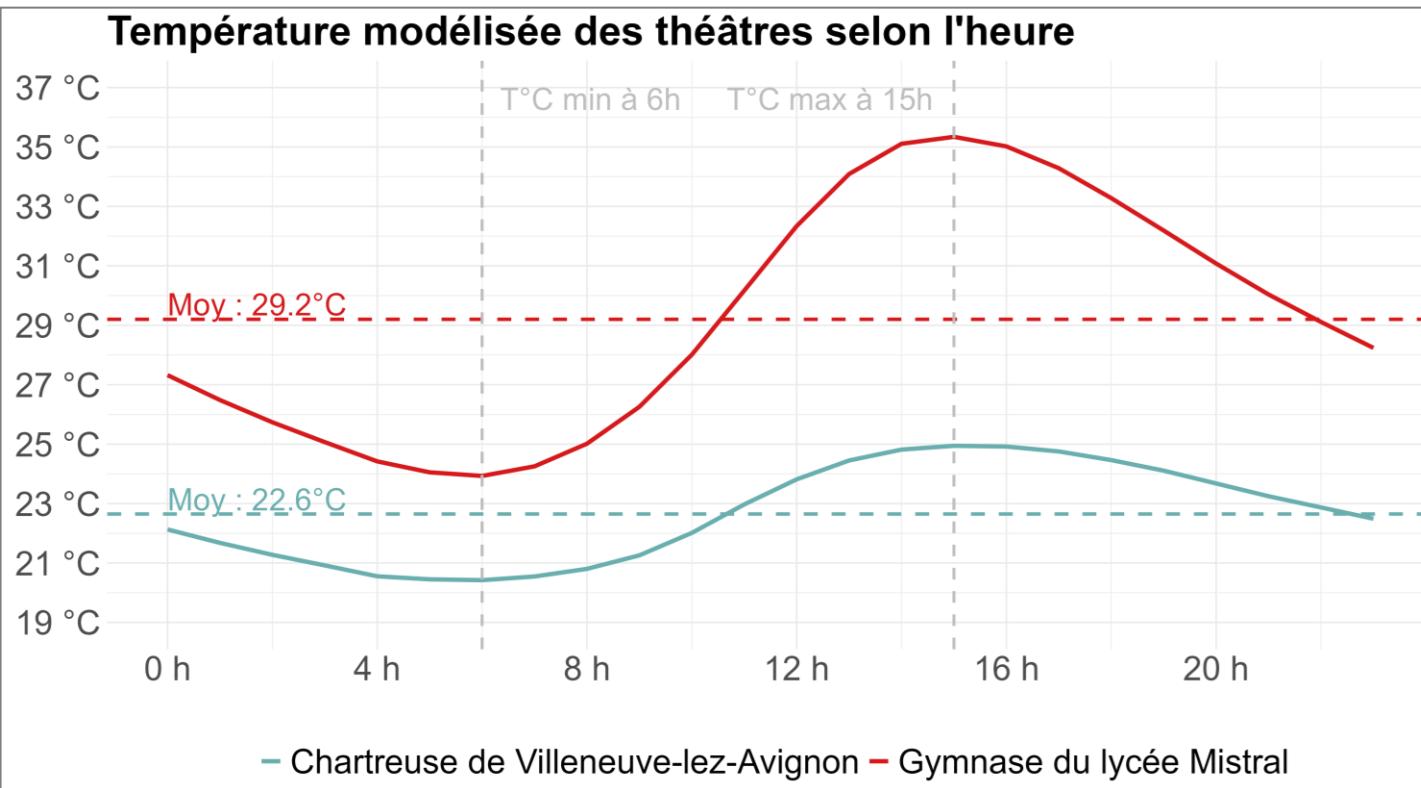
Simulation de la température radiente

Gymnase du lycée Mistral





III. Température modélisée à grande échelle



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**



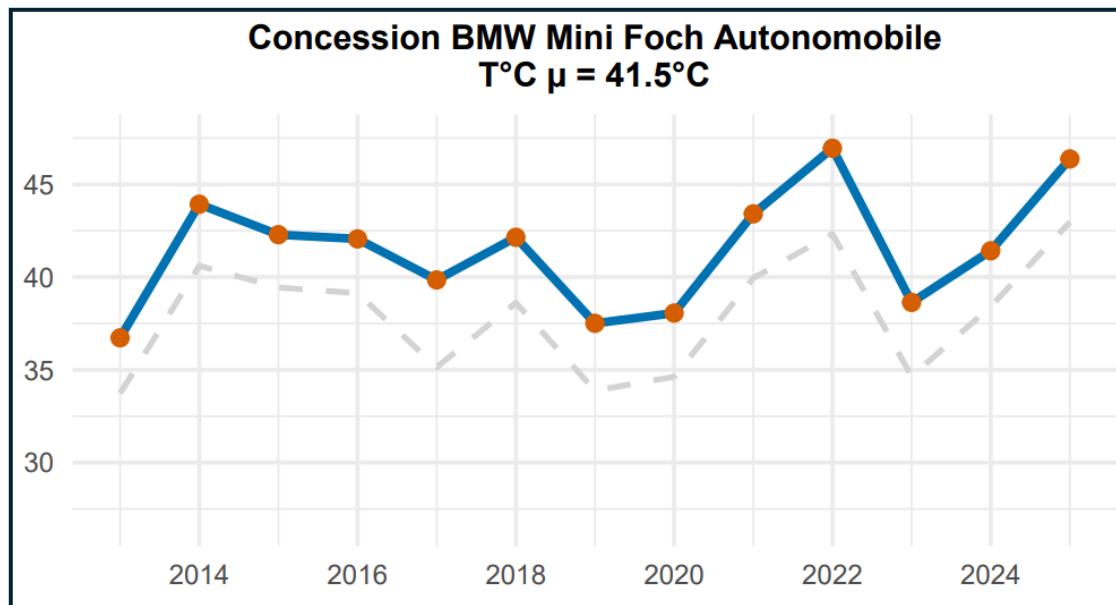
IV. Prospective territoriale : Les lieux de demain basés sur ceux d'hier ?

IV. La température des lieux d'hier

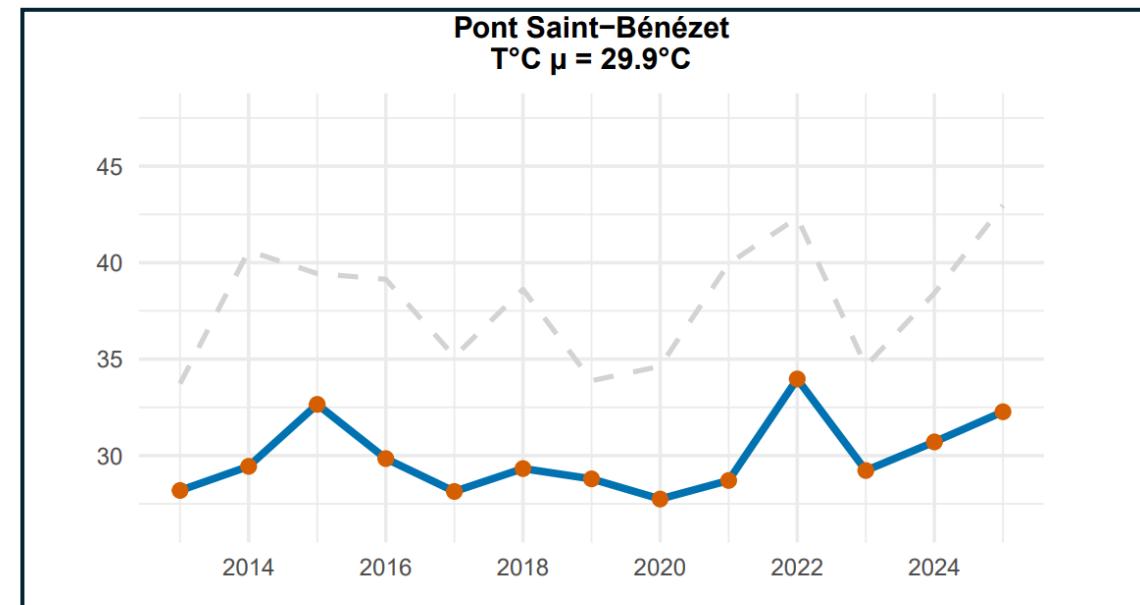
Recensement des théâtres du depuis 1974 (Kévin Bernard)

↳ 162 théâtres géolocalisés

Le plus chaud :



Le plus frais :





IV. La température des lieux d'hier

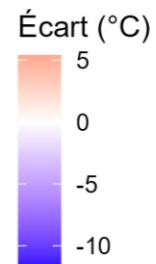
Écart à la température moyenne annuelle pour les 10 % des anciens théâtres les plus frais et les plus chauds

Théâtres les plus frais

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Salle des Fêtes de Saze	-1.5	-1.9	-1.1	-0.9	-0.2	-1.4	2.2	-1.1	-1.8	-1.2	0.2	-1.7	-2.7		
Grande Chapelle du Palais	-1.1	-1	-0.8	-1.3	-1.1	-0.8	-0.6	-0.6	-0.9	-1.7	-1.5	-0.9	-1		
Métropole Notre-Dame-des-	-1.1	-1.3	-1	-1.5	-1.4	-1.1	-0.7	-0.7	-1.2	-2	-1.7	-1.2	-1.5		
Grenier à Sel	-0.6	-1.9	-1.1	-1.9	-1.3	-1.4	-0.1	-1.4	-2.5	-1.2	-1	-1.2	-1.1		
École des Arts	-0.8	-1.6	-1.1	-1.3	-4.1	-1	-2.1	-2.2	-0.9	-0.9	-1.1	-0.5	-0.9		
Malaucène - Église Paroiss	-1.1	-1.9	-1.5	-1.6	-0.7	-1.7	-1.5	-2.6	-1.5	-0.5	-0.9	-1.8	-2.1		
Île Piot	-3.4	-0.7	0.5	-3.2	0.1	-1	-1.2	-4.6	-0.2	-0.2	-0.8	-2.4	-3.1		
Tiers Lieu du Carmel Avig	-0.9	-2	-0.8	-1.1	-2.4	-1.3	-2	-3.9	-1.2	-1	-0.9	-1	-2.2		
Châteauneuf-de-Gadagne Sa	-2.9	-2.6	-1.1	-0.8	-0.9	-3	-4.1	-1.5	-1.6	-0.2	-1.1	-1.5	-2.5		
La Desprelle	-1.9	-4.1	-2.8	-1.6	-1	-3	0.3	-1.8	-0.9	-1.9	-2.3	-1.9	-2.7		
Musée du Petit Palais	-1.8	-2.6	-1.9	-2.4	-2	-2.3	-1.1	-1.4	-2.5	-2.3	-2	-2	-2.5		
Salle Jacques Buvarand	-1.2	-2.5	-1.5	-1.3	-1.4	-12.1	2.1	-2	-1.2	-1.4	-1.1	-1.8	-3.1		
Chapiteau	-1.8	-4.3	-1.8	-1.5	-1.3	-1.1	1.1	-3.7	-3.1	-0.8	-2.9	-3.9	-5.9		
Campagne Bouchony	-2.3	-4.9	-2.9	-2.3	-0.7	-3.9	0	-2.1	-3.4	-1.9	-2	-2.1	-4.8		
Rocher des Doms	-2.2	-3.3	-2.1	-3	-2.5	-3.7	-1.9	-2.1	-3.4	-3.2	-2.8	-3.2	-2.8		
La Péniche Théâtre	-2.2	-4.8	-2.7	-3.8	-3.2	-4.5	-1.7	-3.4	-6.1	-4.2	-3.1	-3.8	-5		
Centre Aéré de la Barthélé	-2.5	-5.1	-3.4	-3.2	-4.7	-4.5	-2.1	-3.1	-4.3	-3.3	-3.3	-4	-6		
Auberge de Jeunesse - Île	-3.4	-6.3	-4.2	-4.6	-4.4	-5.7	-3	-4.5	-6.1	-4.8	-3.9	-4.7	-6.5		
Devant le Pont d'Avignon	-3.9	-6.9	-4.4	-6	-4.9	-6.1	-3.3	-4.3	-6.9	-5.6	-3.8	-5.1	-6.6		
Pont Saint-Bénézet	-5.5	-11.2	-6.8	-9.3	-7	-9.3	-5.1	-6.9	-11.2	-8.4	-5.4	-7.7	-10.7		

Théâtres les plus chauds

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Cour de l'Hôpital Sainte-	1.1	1.6	1.1	0.8	1.1	1.1	0.9	1.4	0.8	0.3	0.7	0.9	1.3		
Salle de l'Agriculture	0.7	0.1	0.6	1.1	1.2	0.3	2.1	0.3	0.6	2.7	2.7	0.7	0.5		
Pôle Culturel Camille Cla	0.7	1.5	0.8	0.9	1.5	1	0.4	2.3	1	1.2	0.8	0.8	1.3		
Foyer des Jeunes Travail	1.7	1.2	0.9	1.3	1	1.7	0.6	0.3	1.3	1.6	1.4	1	1.3		
Caumont-sur-Durance	0.6	1.9	1.3	1.4	0.8	1.3	0.1	1.3	0.8	1.8	1.6	1.2	1.5		
Caserne des Pompiers	1.2	1.9	1	0.7	1.6	1.6	1.2	1.5	1.2	0.7	0.8	1.1	1.9		
Salle de Montfavet	0.8	1.6	1.8	2.2	0.8	1.2	3.1	0.9	1.1	1.9	1.2	0.2	0.1		
Salle Polyvalente de Cour	-0.2	0.5	1	1	2.3	1	3.5	2	1.5	1.7	1.6	0.8	1		
MJC Champfleury	1.9	1.9	1.5	2	1.3	1.7	0.7	0.1	1.2	1.2	1.9	1.1	1.3		
Résidence Les Baux	1.7	2.8	1.3	1.1	-0.8	2.6	2.1	-0.1	1.9	1	1.2	1.3	2		
Église du Pontet	1.8	0.7	0.9	1.6	1.4	1.3	2.2	1.7	1.5	1.4	1.7	1	1.3		
Gare SNCF Avignon	2.3	2.7	1.6	1.8	-1.2	2.5	0.6	0.9	1.9	1.9	0.9	1.4	1.7		
Salle de Courtine	2.3	1.6	0.8	1.4	1.4	2.3	2.8	-0.3	1.8	1.2	2.1	1.4	0.8		
Chapiteau Montfavet	-0.4	-1.8	-1.3	0.3	0.5	-0.6	1.7	2.2	3.4	5.4	5.4	2.7	3.7		
Atelier Limbert	2.5	2.8	2.1	2.3	1.8	2.3	1.3	2.3	2.2	1.6	1.6	1.4	2.2		
Centre Aéré de la Souvine	1.5	0.5	1.6	3.6	2.6	1.3	3.1	2	1.5	3.4	1.7	2.2	1.8		
Gymnase Gérard Philipe	2.3	2.8	1.5	2	2.6	2.4	3.5	2.1	1.8	2.4	2.3	1.8	2.4		
Rotondes	2.5	2.9	1.9	1.9	2.5	2.1	1.6	2.1	2.4	2.7	2.5	2	3.1		
Gymnase du Lycée René Cha	2.6	2.6	1.8	2.5	2.6	2.7	3.1	2.5	2.3	2.3	3	1.7	1.9		
Concession BMW Mini Foch	3	3.3	2.9	2.9	4.7	3.5	3.6	3.4	3.5	4.6	4	3	3.4		



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

GitHub avec tous
les résultats



Évaluer les impacts écologiques des lieux du spectacle ?

Étude des îlots de chaleur urbains pendant le Festival d'Avignon (juillet 2025) : vers l'identification de futurs lieux d'accueil climato-résilients

Nicolas Massot (n.massot@protonmail.com)
1^{er} octobre 2025