

Observation et modélisation spatiale de l'îlot de Chaleur Urbain : exemple de Rennes

Hervé Quénol, Xavier Foissard et Vincent Dubreuil

herve.quenol@uhb.fr

UMR6554 LETG du CNRS

INTRODUCTION

Changement Climatique : convergence des modèles vers des résultats largement partagés et qui semblent significatifs aux larges échelles

↳ 2 types d'incertitudes demeurent, correspondant à la fois à **l'amplitude** et à la **localisation** (dans le temps ou dans l'espace) des effets attendus.

↳ Quels seront les impacts locaux les plus importants et comment s'en protéger ?

Une meilleure analyse et prévision des évolutions climatiques locales constitue donc un enjeu essentiel pour s'adapter.

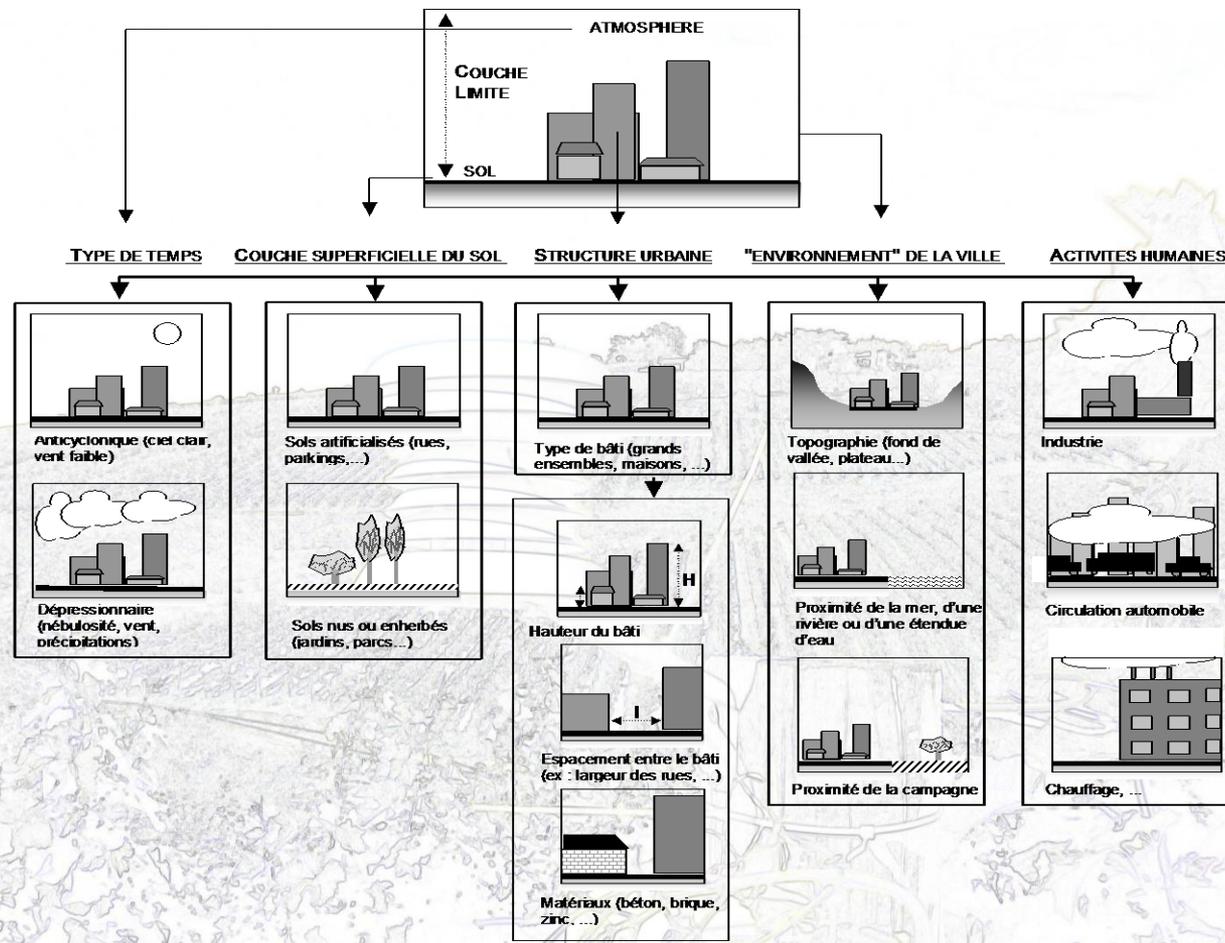
Constat : Changement climatique global et très forte variabilité spatiale du climat sur des petits espaces = Ordre de grandeur comparable entre variabilité climatique locale et changement global

Forte variabilité spatio-temporelle du climat urbain → très forte hétérogénéité de l'espace urbanisé présentant des surfaces horizontales et verticales → modifient les caractéristiques physiques des basses couches de l'atmosphère.

Mise en place de méthode de mesures et de modélisation du climat à échelles fines

Climat à l'échelle d'une ville = déterminé par des facteurs locaux (topographie, occupation du sol, ...)

Approche systémique et multi scalaire

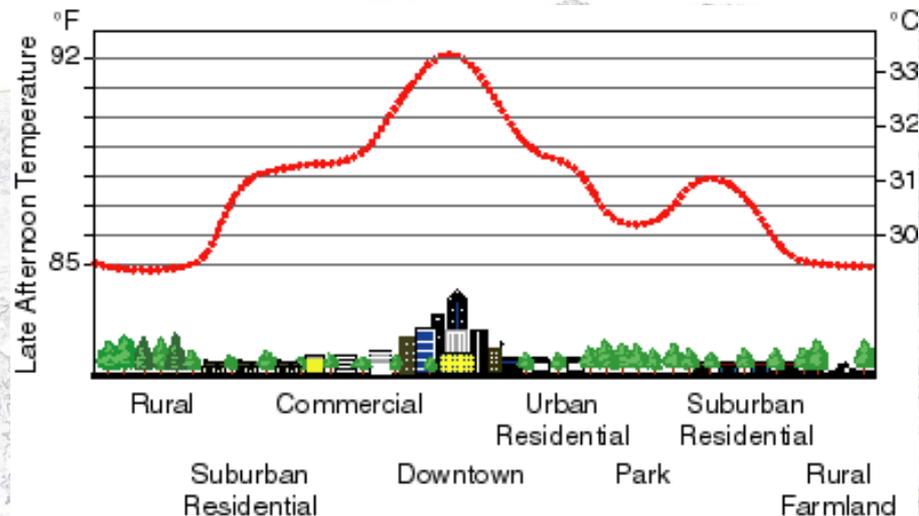


L'îlot de Chaleur Urbain

L'ICU = différence de températures entre les secteurs centraux et les secteurs périphériques.

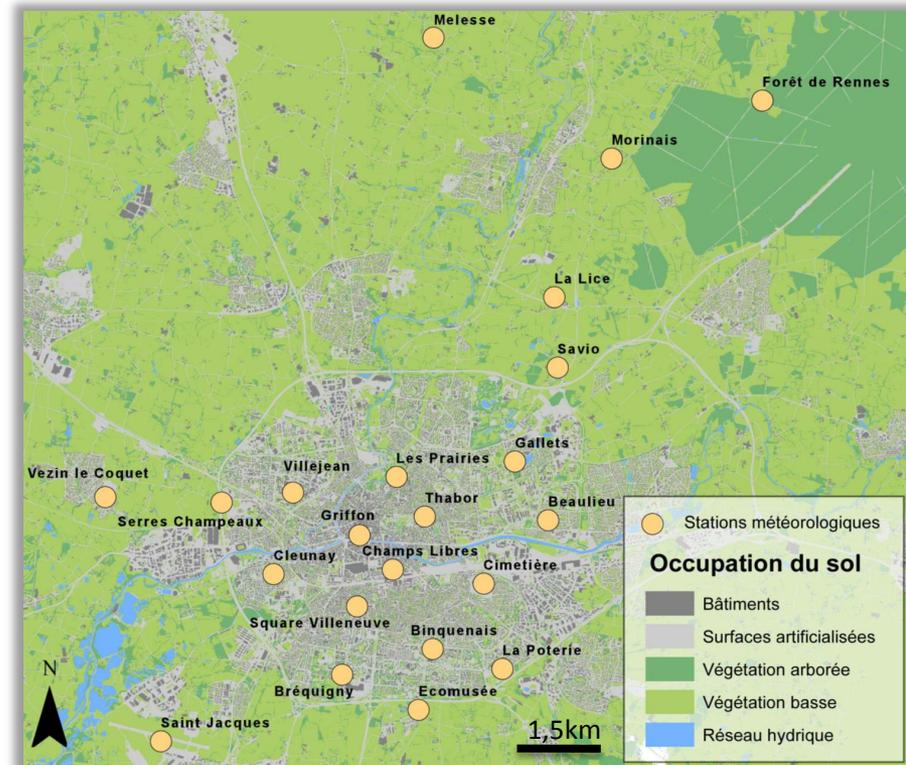
→ différence de surface et d'occupation du sol

→ -le centre = bâti dense, présentant des surfaces verticales ;
-la périphérie = surfaces horizontales végétalisées ou humides.



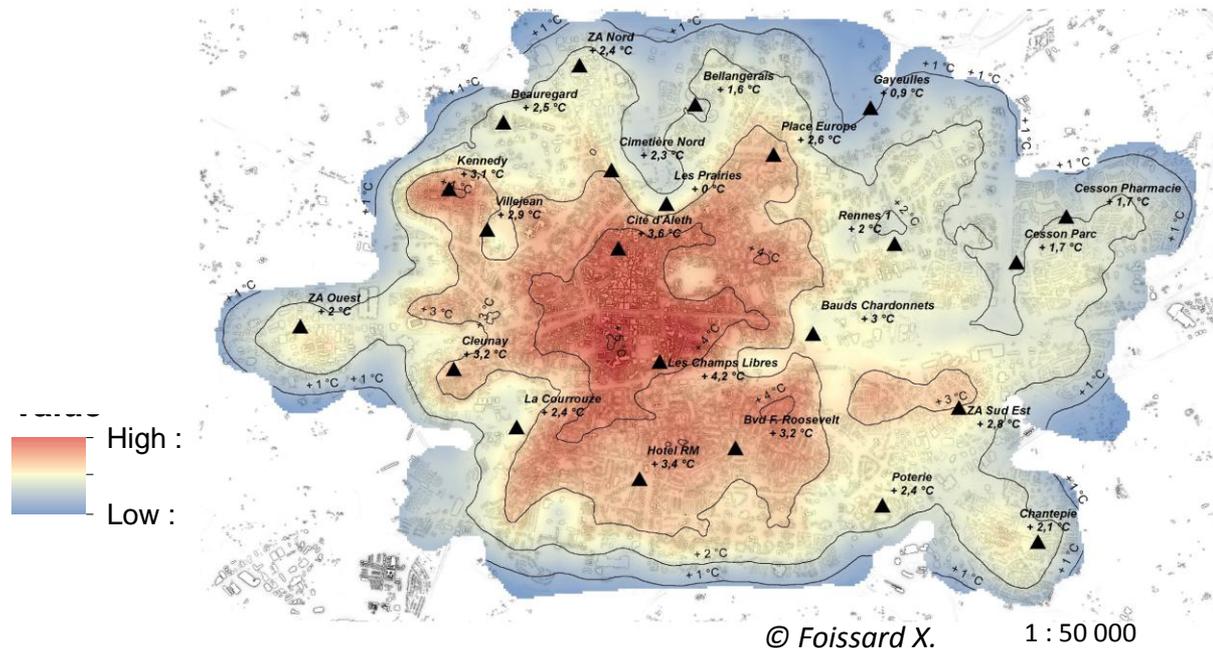
Représentation schématique de l'îlot de chaleur urbain (ICU) en fonction des quartiers (Morris et Simmonds, 2000)

1- Ecorurb (ECologie Rural- Urbain) : programme de recherches
interdisciplinaire avec l'objectif de comprendre les effets de l'urbanisation sur la biodiversité locale (Rennes et Angers) et de prévenir les risques biologiques.
Pluridisciplinaire : géographie, climatologie, écologie, biologie et sociologie (2003-2012).



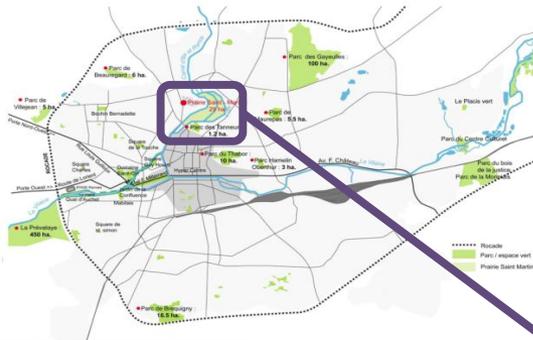
Réseau de stations météorologiques sur Rennes Métropole

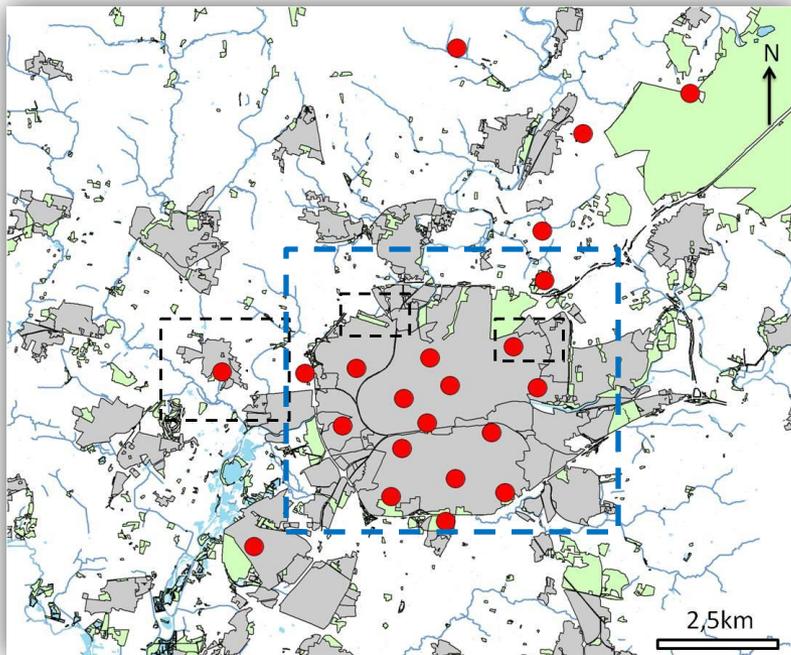
2- Modélisation de l'ICU sur le territoire de Rennes Métropole dans le contexte du changement climatique



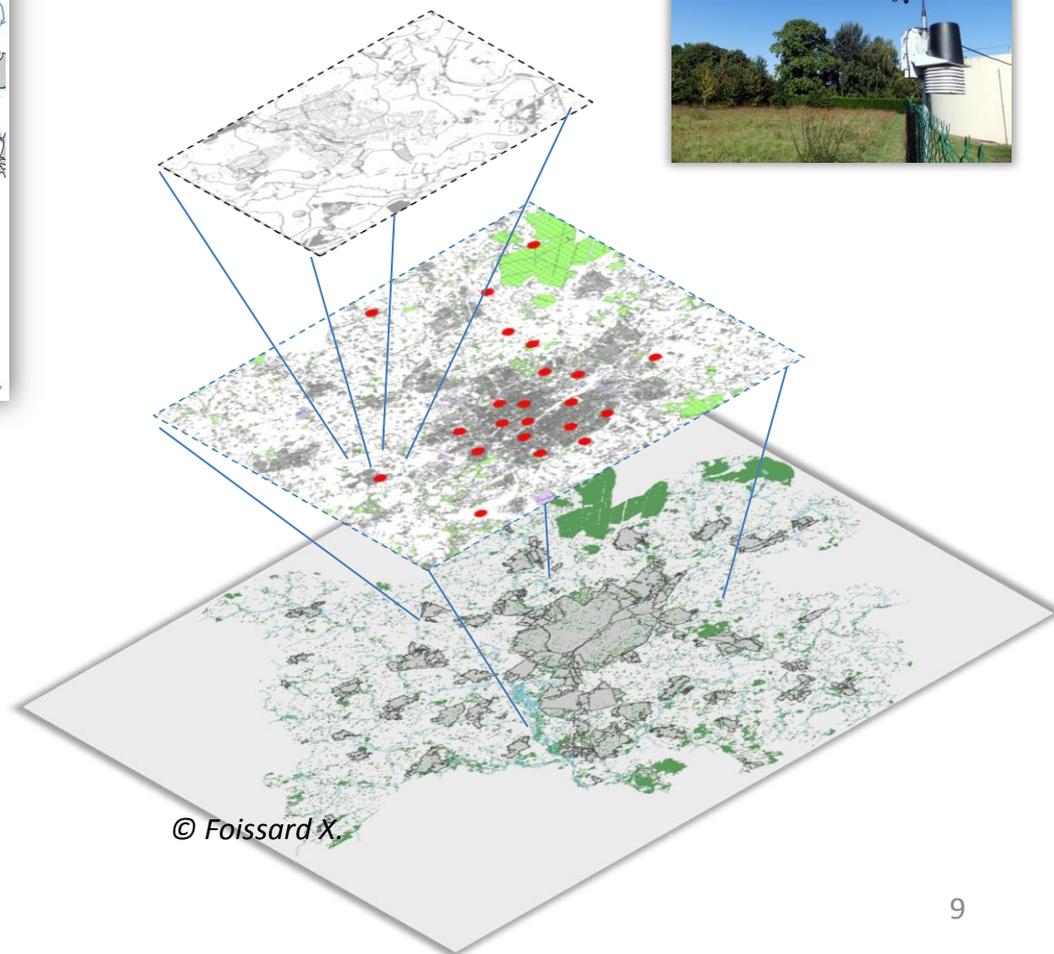
Modélisation de l'îlot de chaleur urbain durant l'été 2013 (juillet-août)

3- Observatoire en environnement urbain : exemple des prairies Saint Martin à Rennes





Analyse et modélisation de l'ICU

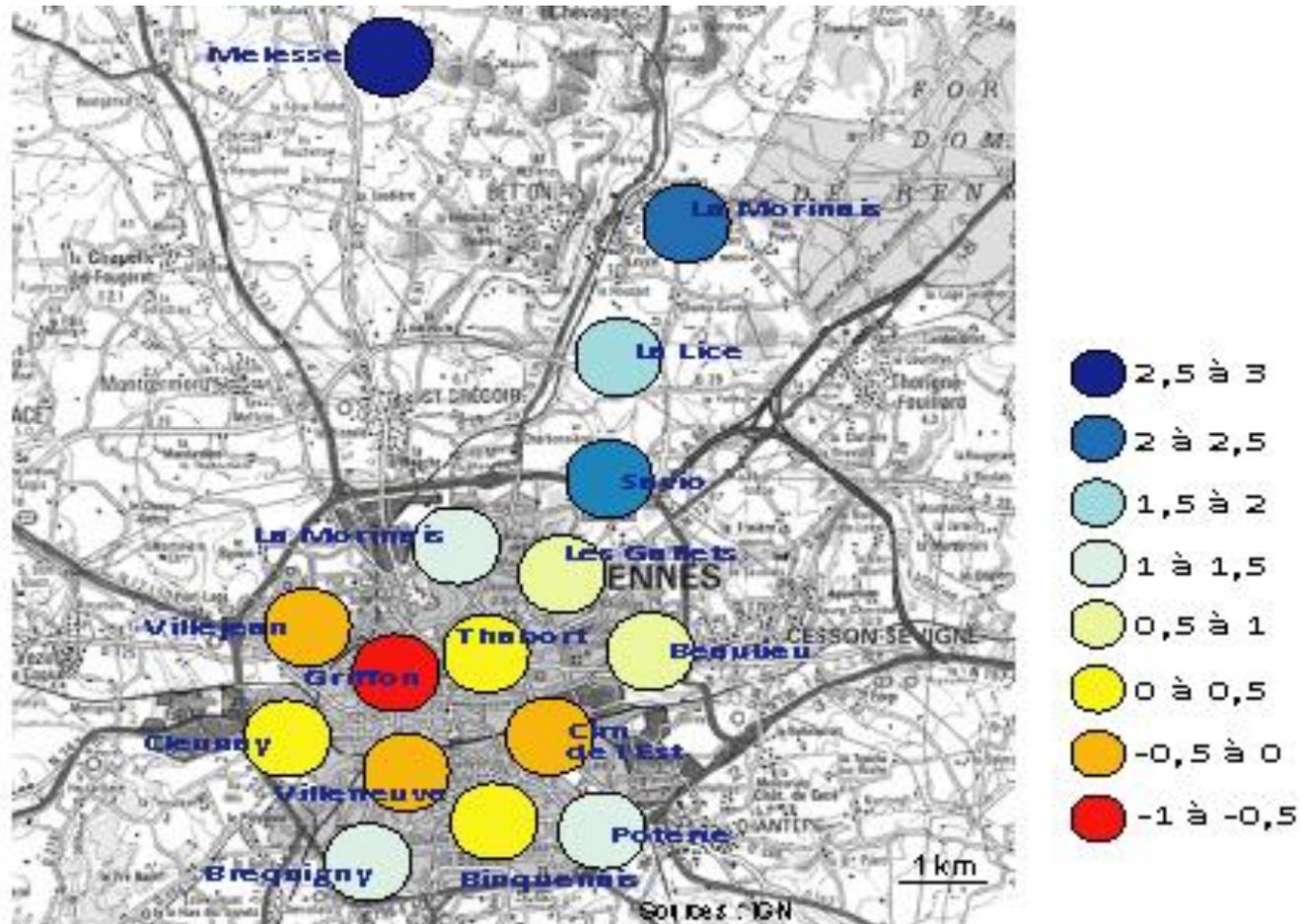


Trois échelles d'observation :

- Rennes Métropole
- Aire urbaine de Rennes
- Quartiers

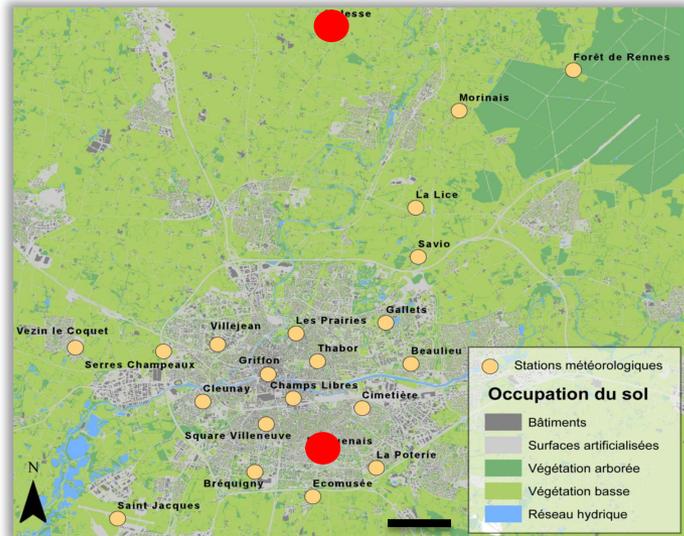
© Foissard X.

Variabilité horaire et saisonnière de l'ICU



Températures minimales en avril 2005

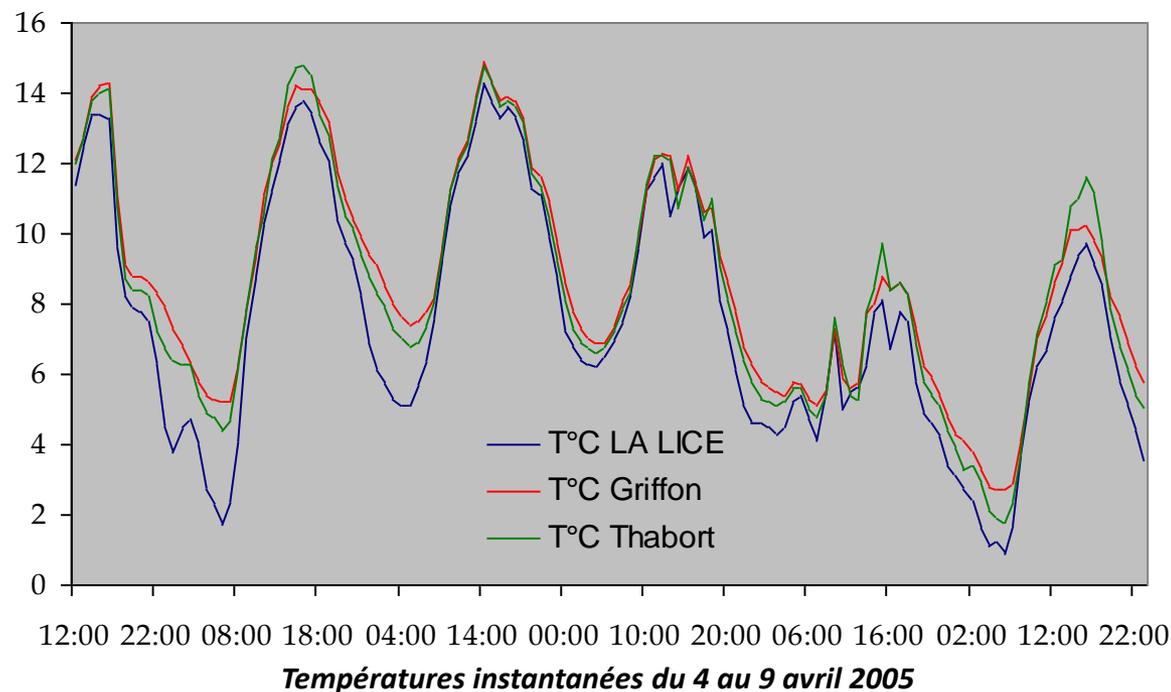
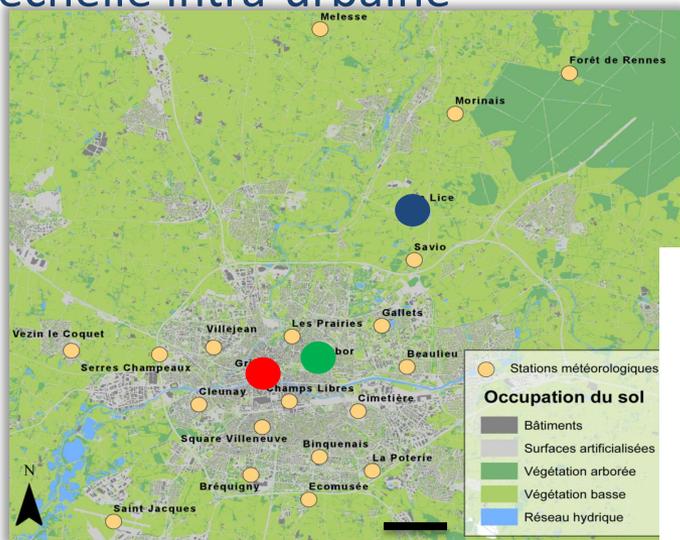
Variabilité horaire et saisonnière de l'ICU



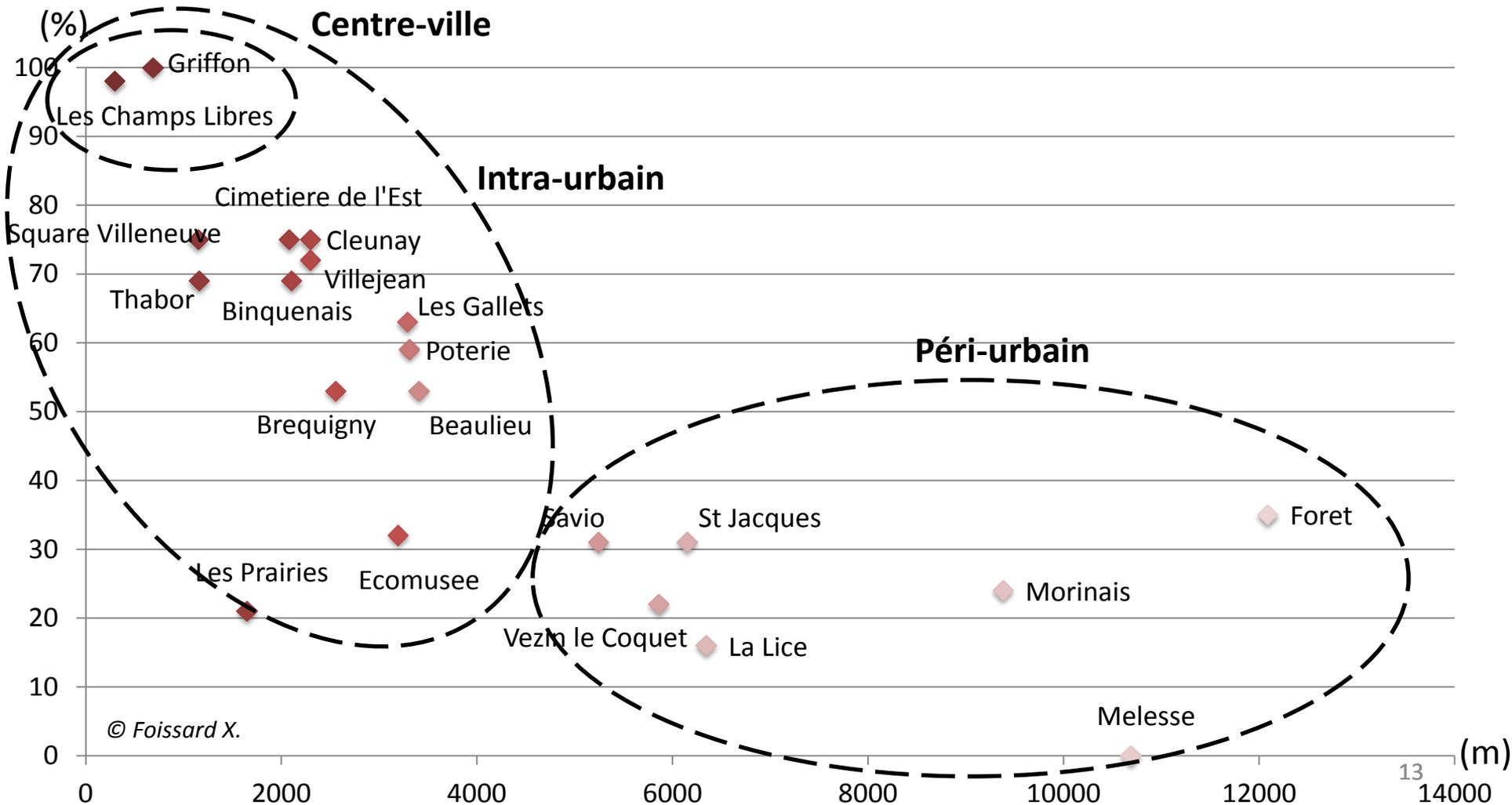
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
J	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.9	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6
F	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.6	0.4	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.8	1.1	1.2	1.1	1.1	0.7
M	1.7	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	1.3	1.1	0.8	0.3	0.0	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.2	0.6	1.0	1.5	1.7	1.6	1.5	0.9
A	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	0.9	0.5	0.1	0.1	0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	0.7
M	1.5	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6	0.8	1.1	1.3	1.4	1.4	0.8
J	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.2	0.7	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8	1.0	1.0	1.2	1.6	1.6	1.6	1.0
J	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.1	1.1	0.8	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.6	1.6	0.9
A	2.1	2.2	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	1.8	1.2	0.7	0.6	0.5	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.8	1.2	1.5	1.9	2.1	2.3	1.4
S	2.2	2.3	2.3	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8	1.2	0.9	0.8	0.6	0.3	0.1	0.4	0.2	0.2	0.7	1.1	1.4	1.8	2.0	2.1	2.1	1.4
O	1.0	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1	1.3	1.3	1.2	1.0	0.8
N	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	0.8	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8
D	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.7	1.0	1.0	1.1	1.2	1.1	0.9	0.8
	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.4	1.4	0.9

Différence de température moyenne horaire entre Binquenais (sub-urbaine) et Melesse (péri-urbaine) en 2005

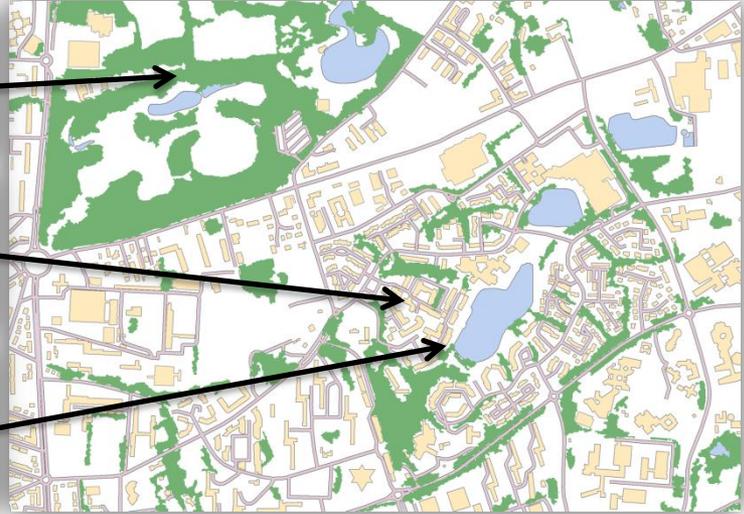
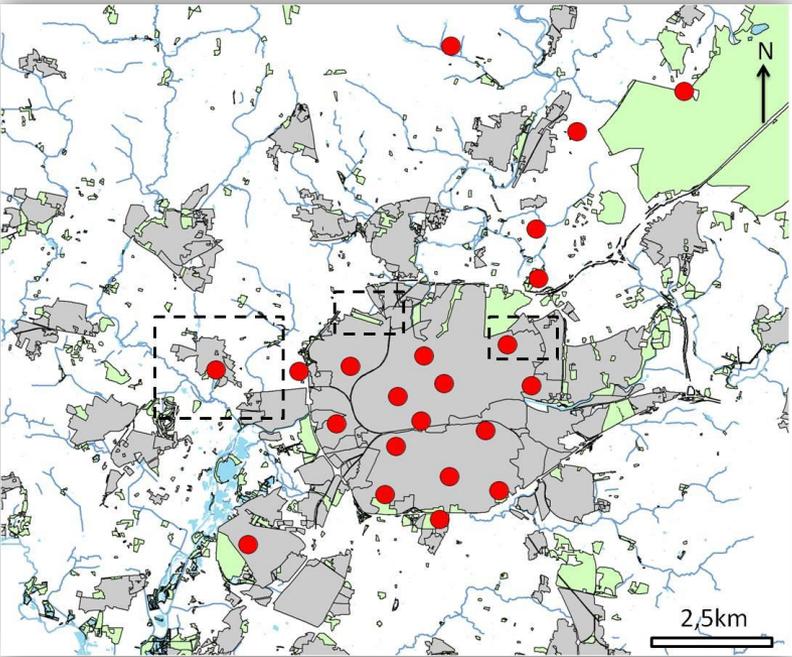
Une forte variabilité spatiale des températures a l'échelle ville/campagne et à l'échelle intra-urbaine



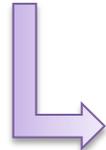
Intensité de l'ICU en fonction de la distance au centre-ville pour chaque station



OBSERVATION – A l'échelle du quartier



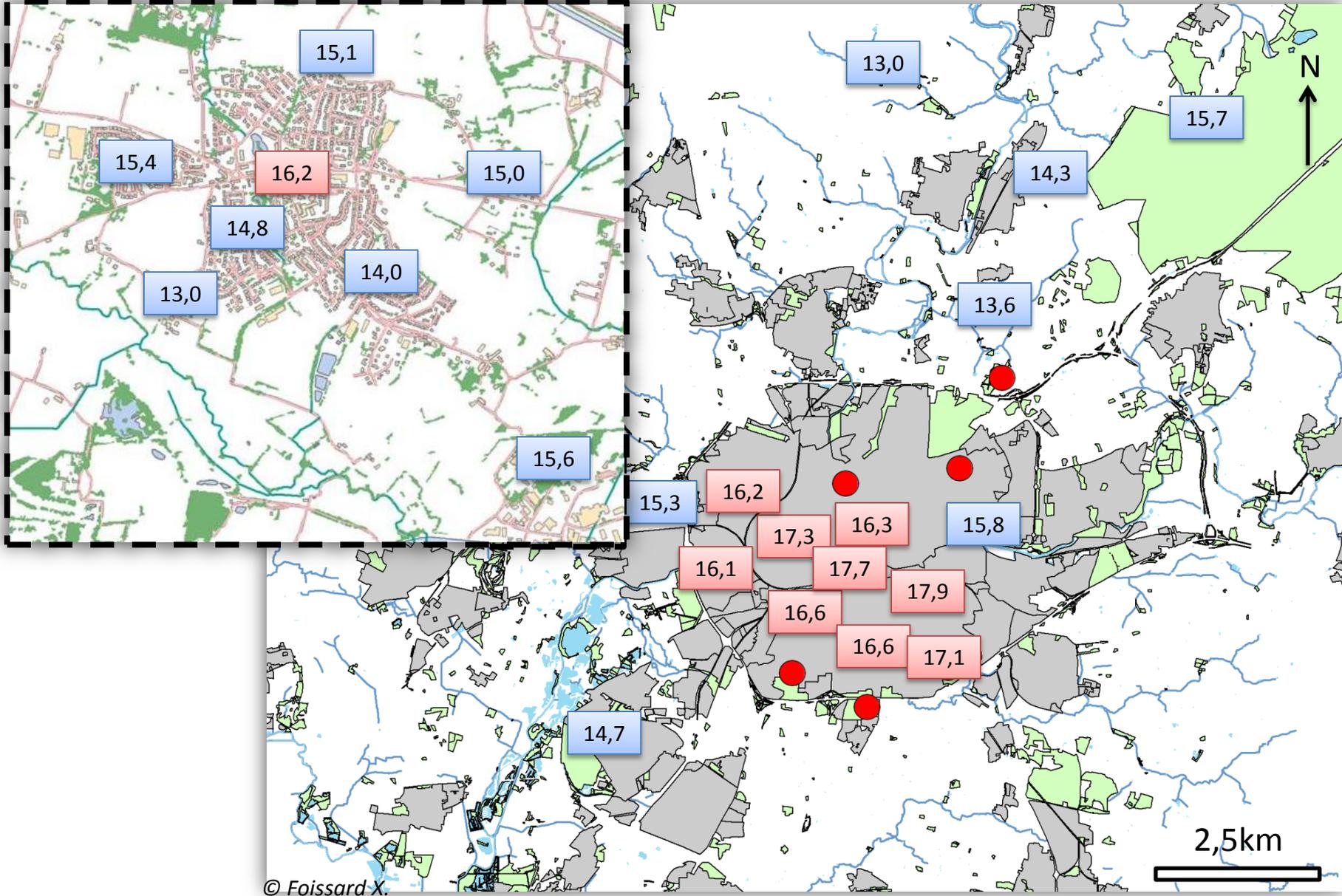
- Trois échelles d'observation :**
- Rennes Métropole
 - Aire urbaine de Rennes
 - Quartiers



Variabilité de l'ICU selon différentes topologie de sites : parc, espace résidentiel, ZI, cour fermée, étang...

© Foissard X.

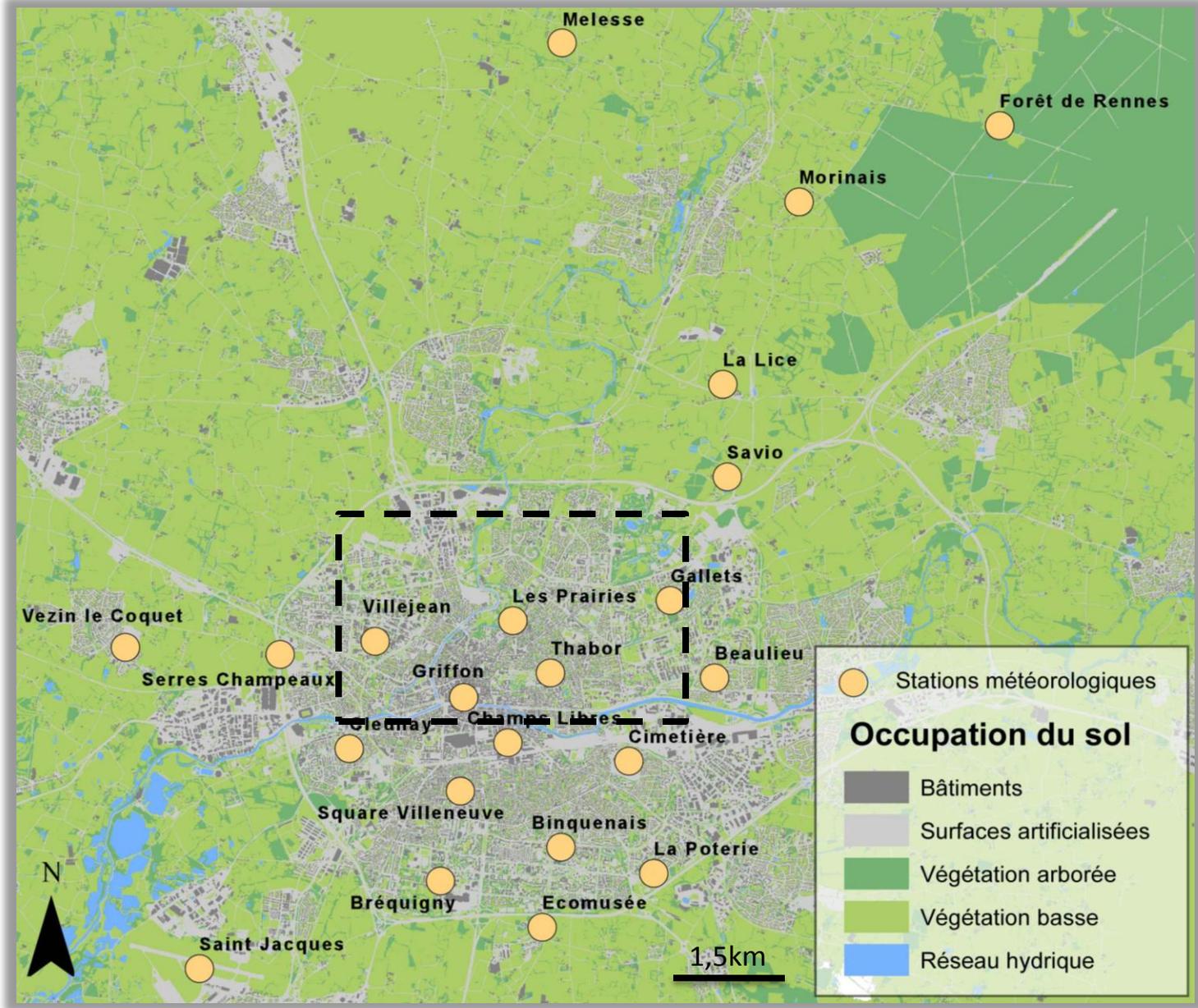
OBSERVATION – A l'échelle du quartier

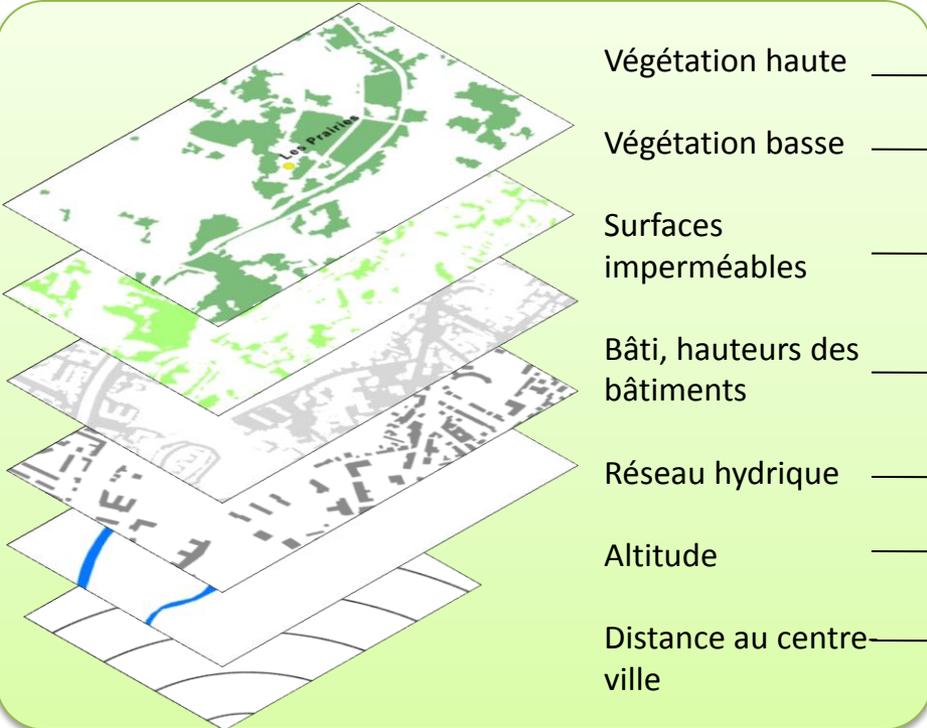


MODELISATION – facteurs d’occupation du sol engendrant l’ICU

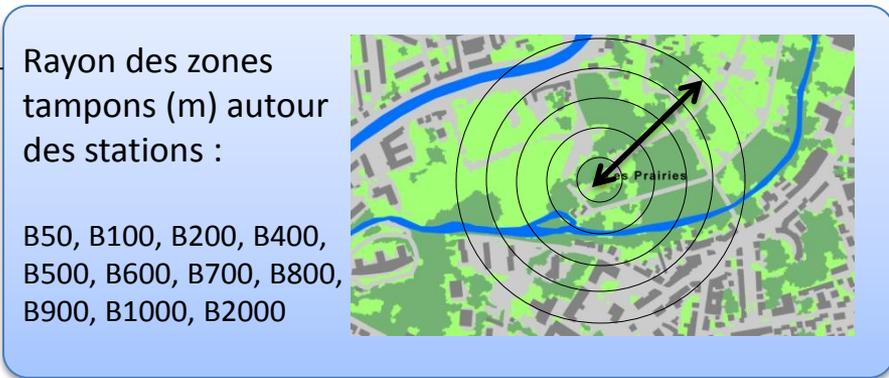
Sources :

- Services SIG Rennes Métropole
- Classification et vectorisation d’une scène QuickBird (résolution = 2m)





Caractéristiques de l'occupation du sol



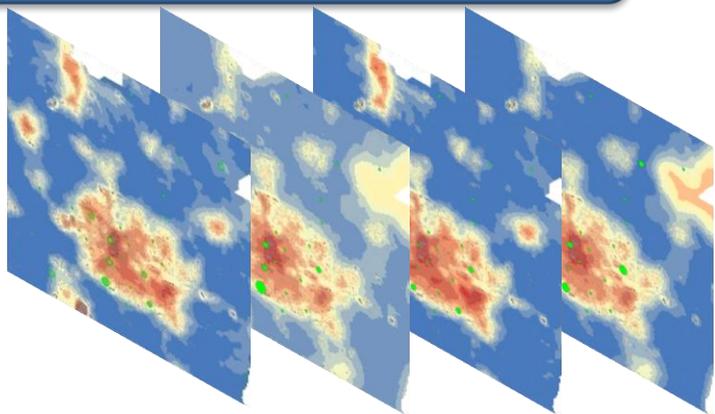
Rayon des zones tampons (m) autour des stations :

B50, B100, B200, B400, B500, B600, B700, B800, B900, B1000, B2000

Aires de représentativité des stations météorologiques

Construction de modèles selon différents critères d'occupation du sol

Intérêt pour l'aménagement urbain pour la prise en compte de la densité d'espace vert, de bâti, la hauteur moyenne des bâtiments...

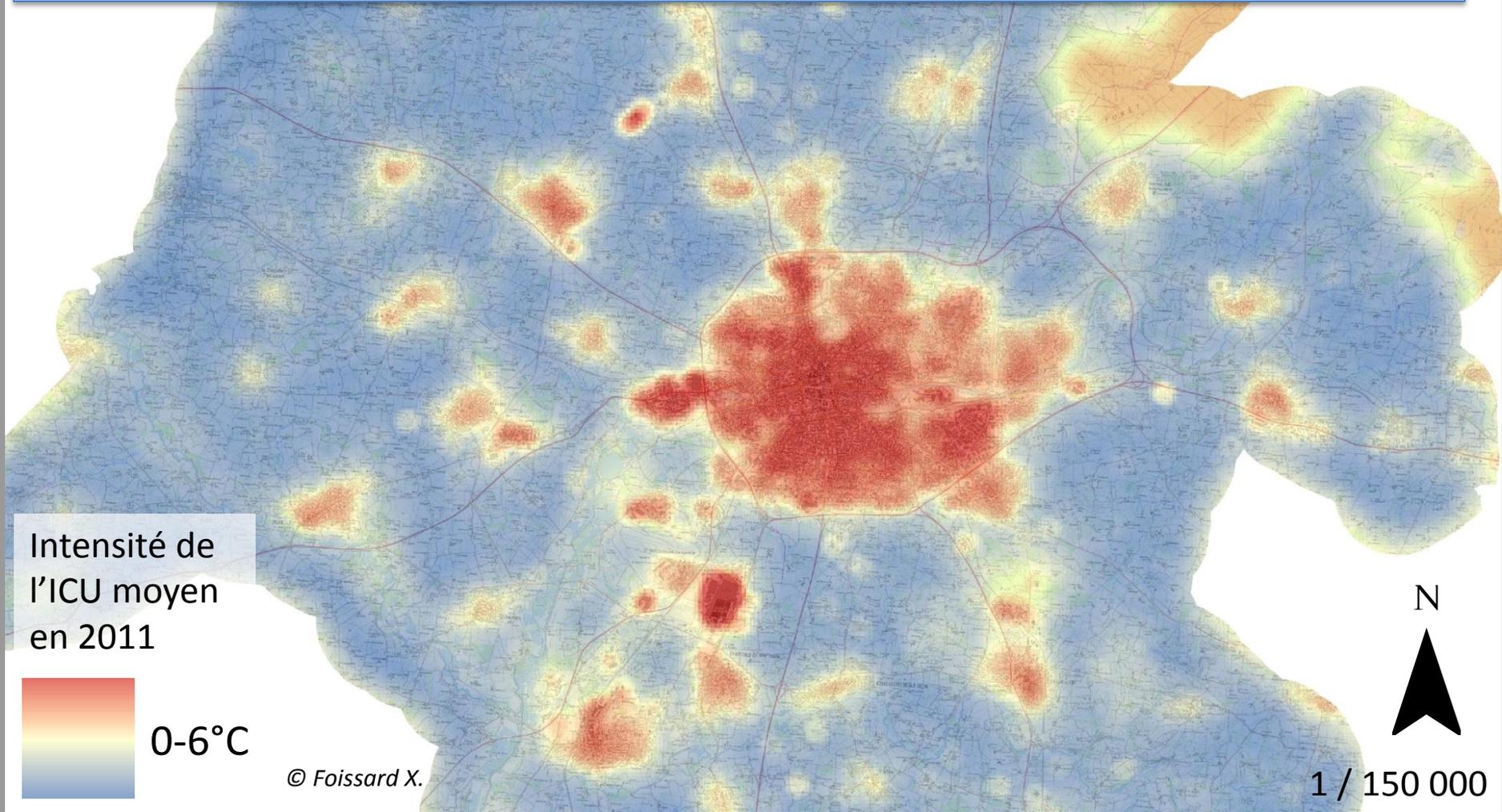


...

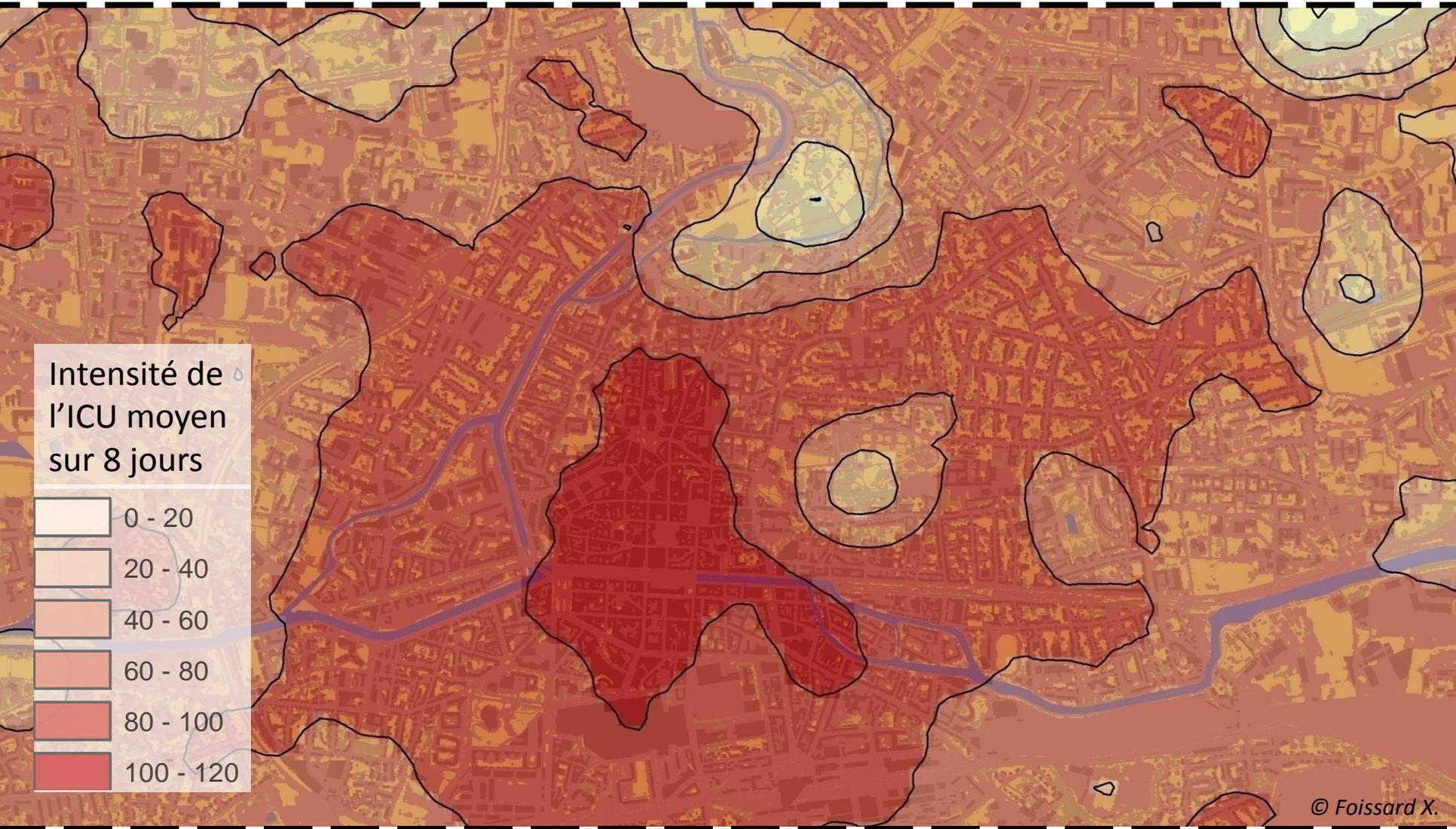


MODELISATION – facteurs d’occupation du sol engendrant l’ICU

Spatialisation de l’îlot de chaleur urbain moyen à Rennes Métropole en 2011
Facteurs utilisés : Bati (r=300m) et Végétation Basse (r=900m)



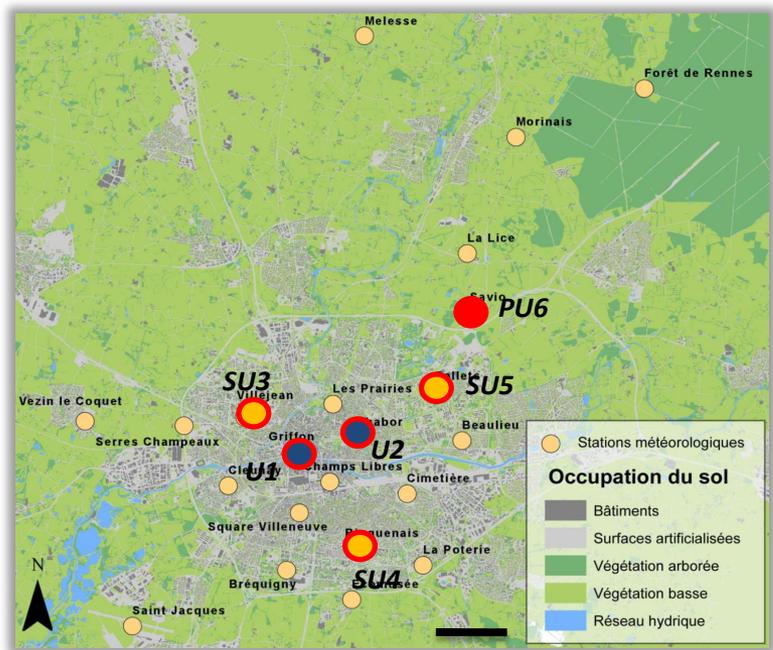
MODELISATION – facteurs d'occupation du sol engendrant l'ICU



© Foissard X.

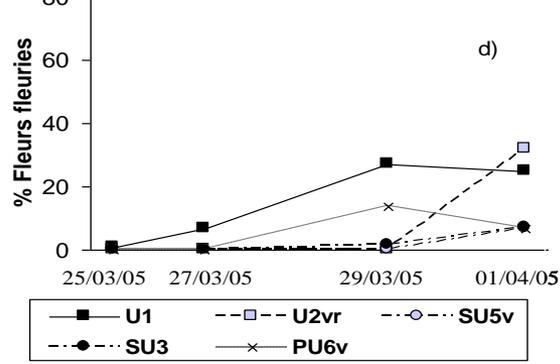
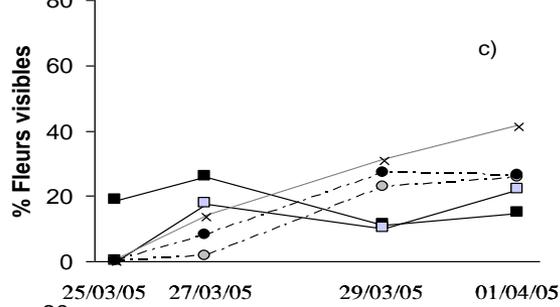
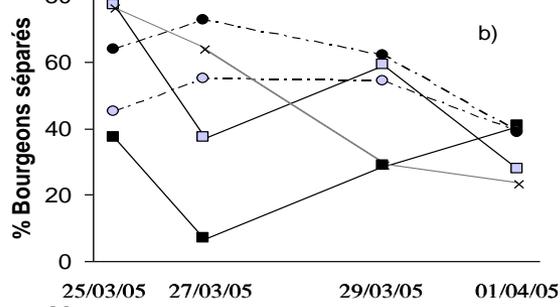
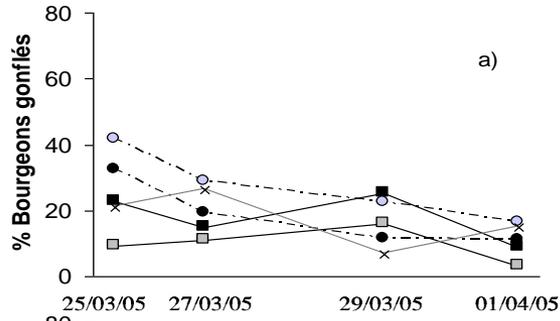
APPLICATIONS : Impact sur la biodiversité

Impact sur la phénologie...



● urbain
 ● suburbain
 ● periurbain

Points d'observation de la phénologie du cerisier



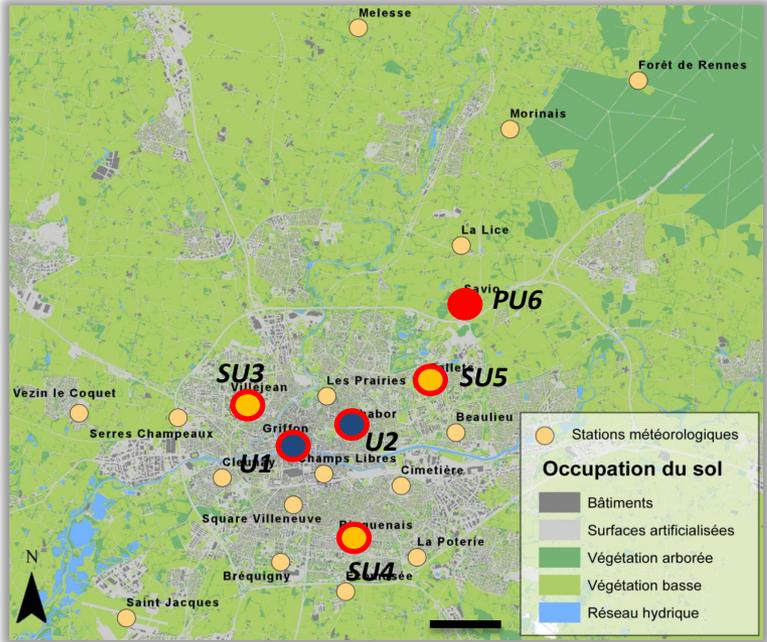
U1
 U2vr
 SU5v
 SU3
 PU6v

Représentation des pourcentages de bourgeon ayant atteints chaque stade phénologique pour chaque station et chaque date

Mimet A., Pellissier V., Quénot H., Rozé F., Dubreuil V. and Aguejdad R., 2009: Urbanisation induces early flowering: evidences from *Platanus acerifolia* and *Prunus cerasus*. *International Journal of Biometeorology*. Vol. 53, 3, 187-198.

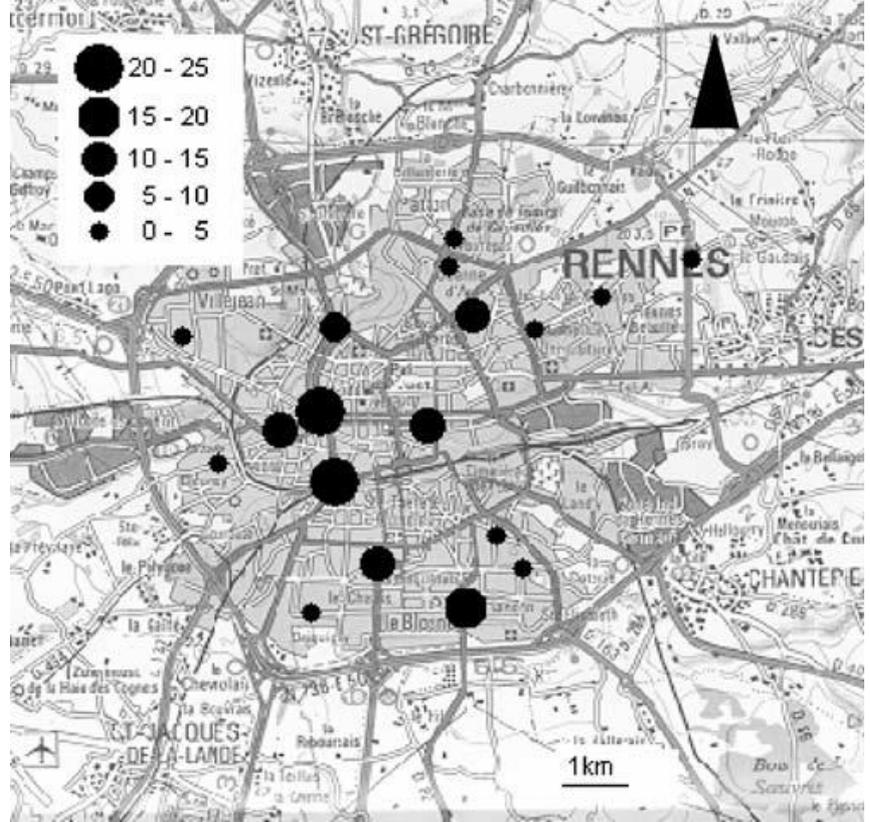
APPLICATIONS : Impact sur la biodiversité

Impact sur la phénologie...



● **urbain**
 ● **suburbain**
 ● **periurbain**

Points d'observation de la phénologie du cerisier

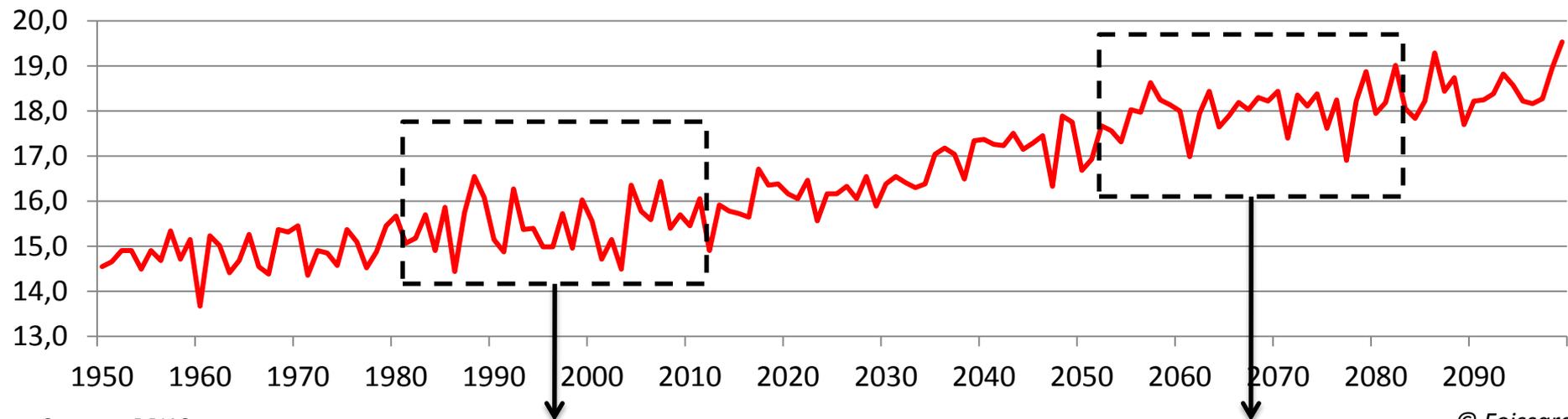


Pourcentage de bourgeons fleuris de *Platanus acerifolia* (8 avril 2005)

Mimet A., Pellissier V., **Quénol H.**, Rozé F., Dubreuil V. and Ageudjad R., 2009: Urbanisation induces early flowering: evidences from *Platanus acerifolia* and *Prunus cerasus*. *International Journal of Biometeorology*. Vol. 53, 3, 187-198.

APPLICATIONS : Analyse de l'ICU dans le contexte du changement climatique

Projection de la température maximale à Rennes de 1950-2100 [A1B]



- **Pour une agglomération identique** sur l'ensemble des périodes, le changement climatique n'augmenterait pas de façon significative l'occurrence de l'ICU

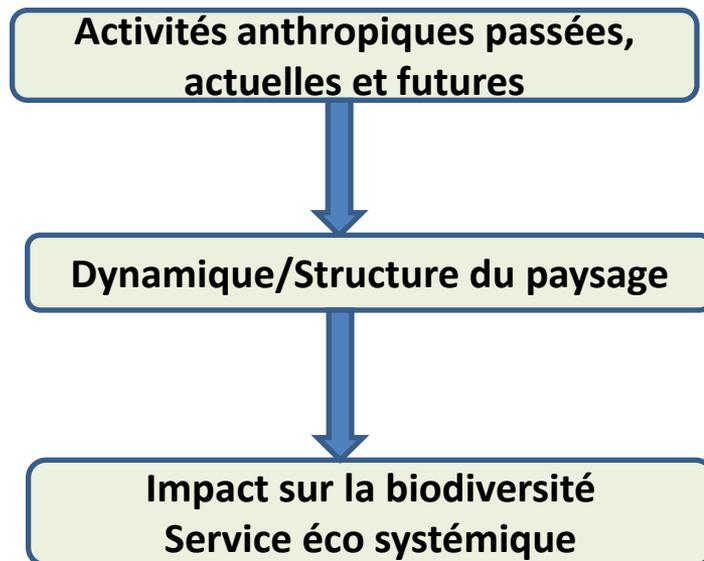
- Augmentation des vagues de chaleurs pour lesquelles **l'ICU associé devient sensible**

CONCLUSION

- Forte variabilité spatiale de l'ICU à l'échelle Ville/Campagne et à l'échelle intra-urbaine = ICU moyen de 1,5°C pouvant atteindre 9-10°C.
- **Spatialisation de l'ICU** plutôt satisfaisante (80-90% de la variabilité expliquée)
- Phénomène à **différentes échelles emboîtées** : de l'agglomération au quartier
- **Quantification** de l'impact des facteurs d'occupation du sol sur l'ICU

Observatoire d'environnement urbain : Les Prairies Saint Martin

Contexte et Problématique : projet d'aménagement d'un parc urbain sur les Prairies St Martin. Site qui subira profonds changements dont le suivi sur le long terme (avant, pendant et après travaux) permettra d'étudier comment les changements de connectivité des paysages, d'occupation des sols et du climat liés à l'urbanisation et les pollutions liées aux activités anthropiques interagissent et affectent la biodiversité dans le site et aux alentours.



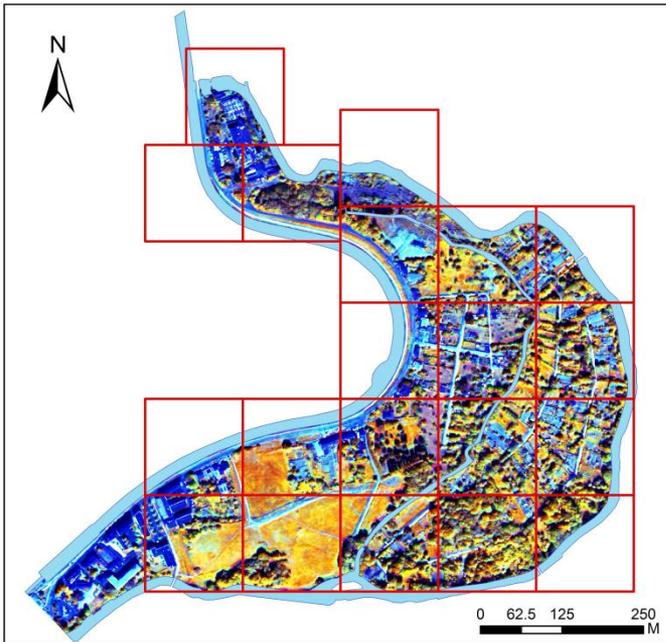
Approche systémique et multiscalaire = pluridisciplinaire

- Dispositifs expérimentaux (ex : sol, occupation du sol, climat, biodiversité, ...)
- Analyse et modélisation
- Impact sociétal ...

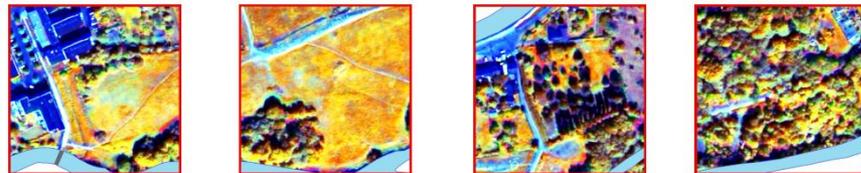
- ➔ Observation sur le long terme
- ➔ En relation avec les acteurs (politique et population)

PREMIÈRES EXPÉRIMENTATIONS... ÉTAT DES LIEUX (T0)

- Cartographie de l'occupation du sol à haute résolution (images *Pléiades* <1m)

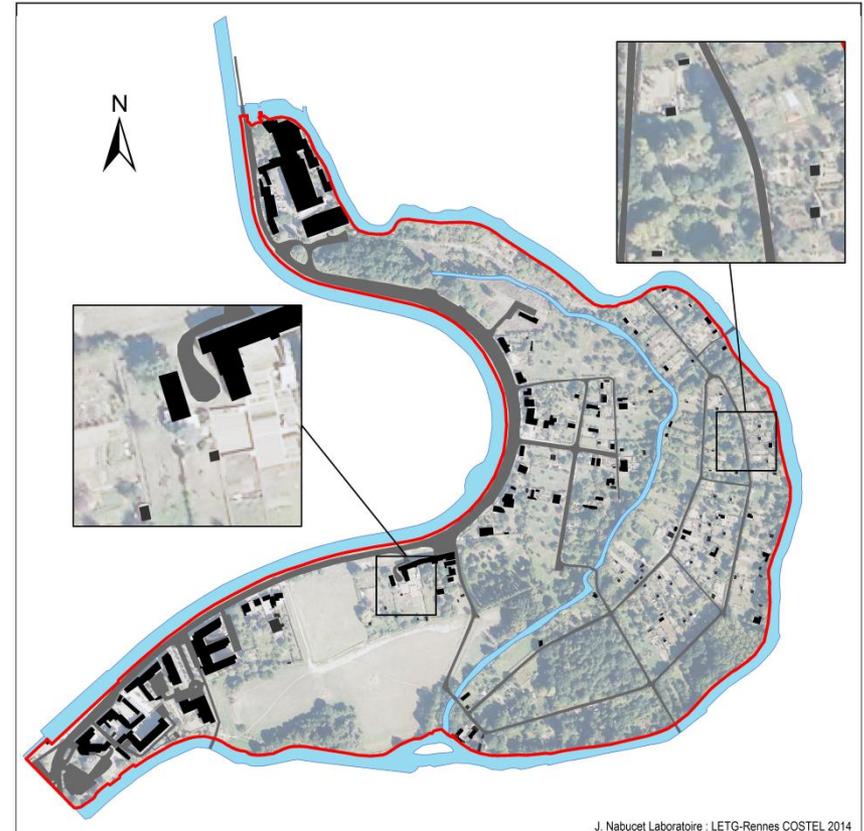


J. Nabucet Laboratoire : LETG-Rennes COSTEL 2014



Légende

-  Maille de 150m * 150m
-  Surfaces en eau



J. Nabucet Laboratoire : LETG-Rennes COSTEL 2014

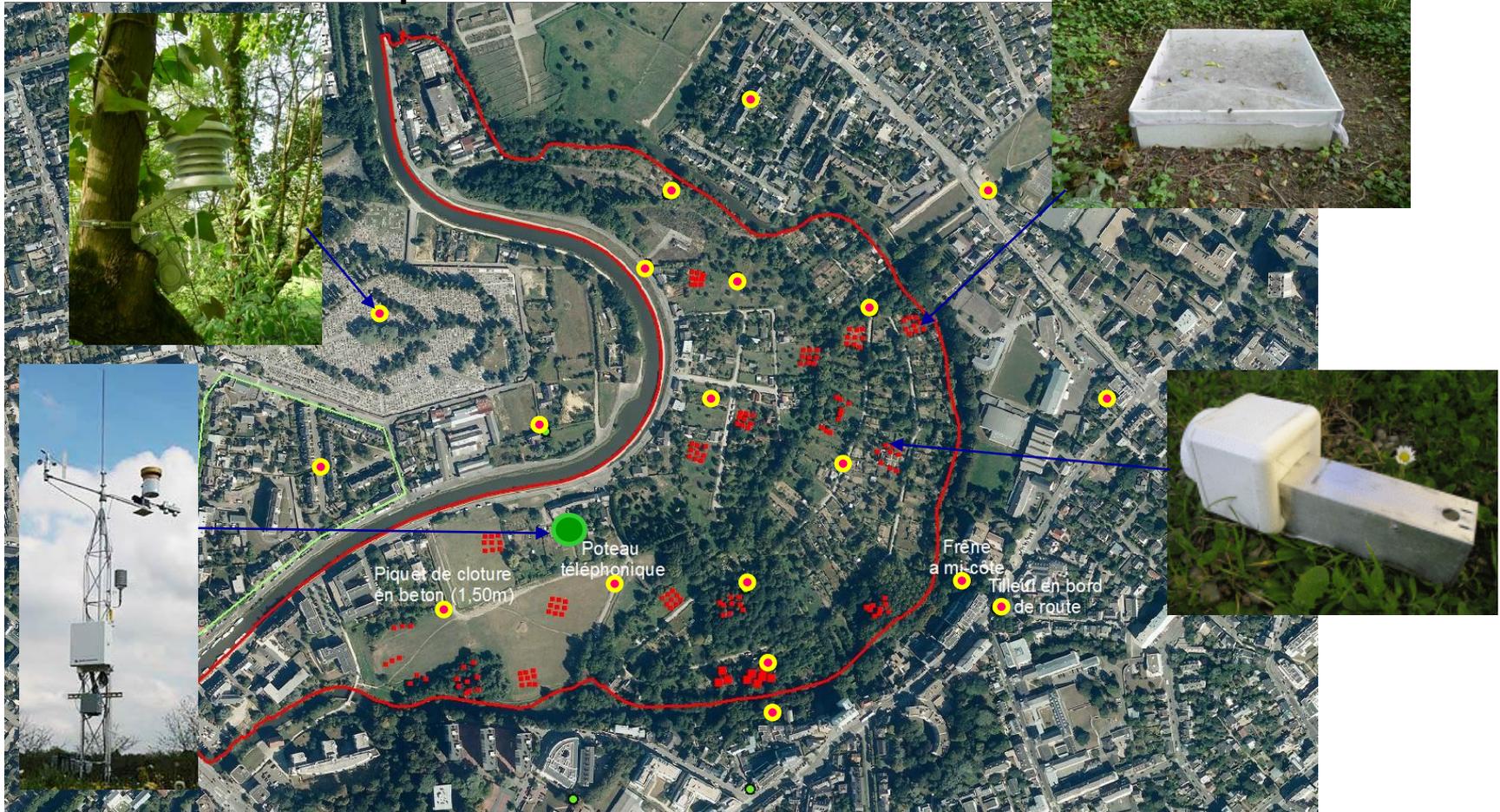
Légende

-  Limite de site
-  Surfaces en eau
-  Pont
-  Voierie
-  Constructions légères
- Batiments

0 25 50 100 M

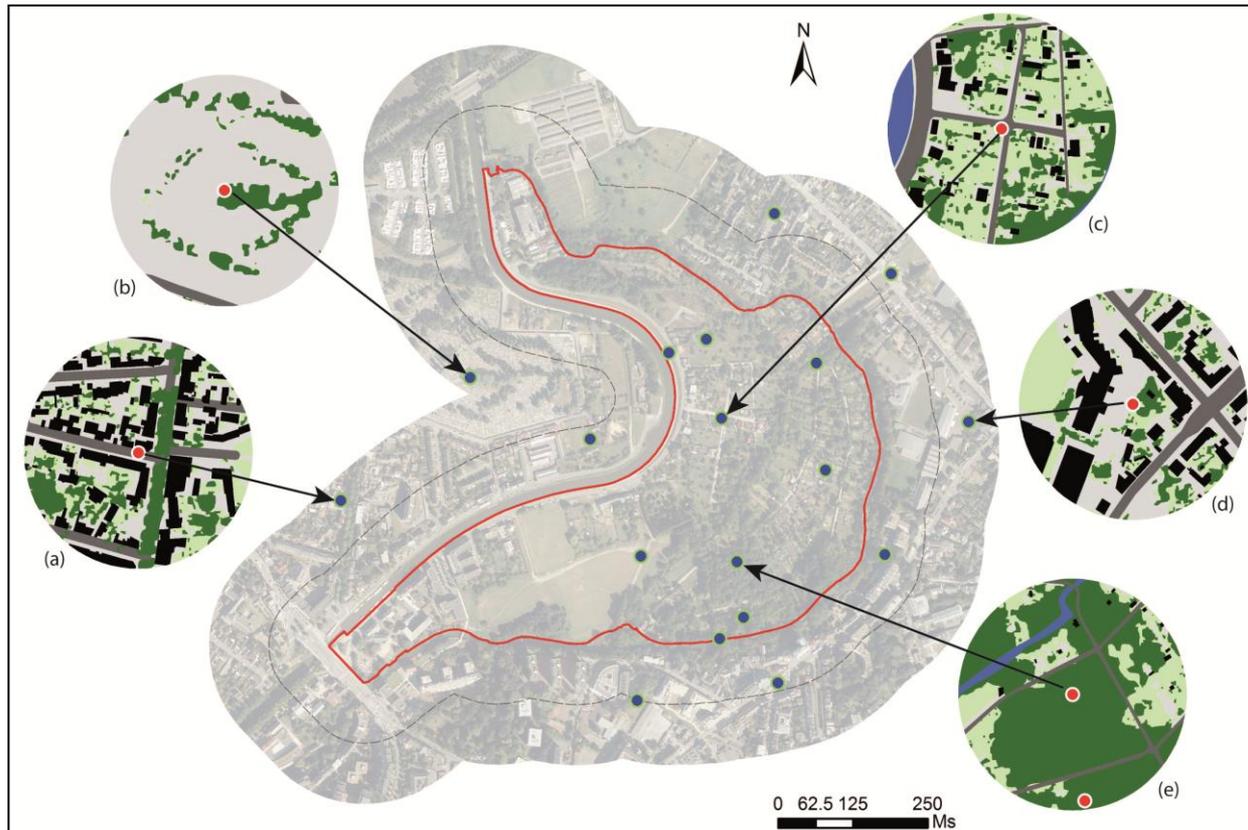
PREMIÈRES EXPÉRIMENTATIONS... ÉTAT DES LIEUX, INVENTAIRES (T0)

- Installation des réseaux expérimentaux



PREMIÈRES EXPÉRIMENTATIONS... ÉTAT DES LIEUX, INVENTAIRES (T0)

En fonction des unités du paysage



Localisation des capteurs de température en fonction du contexte paysager habitats pavillonnaires/petits collectifs, (b) cimetière, (c) habitats peu dense/jardins ouvriers, (d) habitats collectifs, (e) boisements) (© J. Nabucet)

PREMIÈRES EXPÉRIMENTATIONS En fonction des unités du



Coléoptères carabidés
Ex. *Pterostichus madidus*



Petits mammifères
Ex. Mulots sylvestre



Oiseaux
Ex. Rougegorge familier



Recensement Oiseaux



Pièges Coléoptères



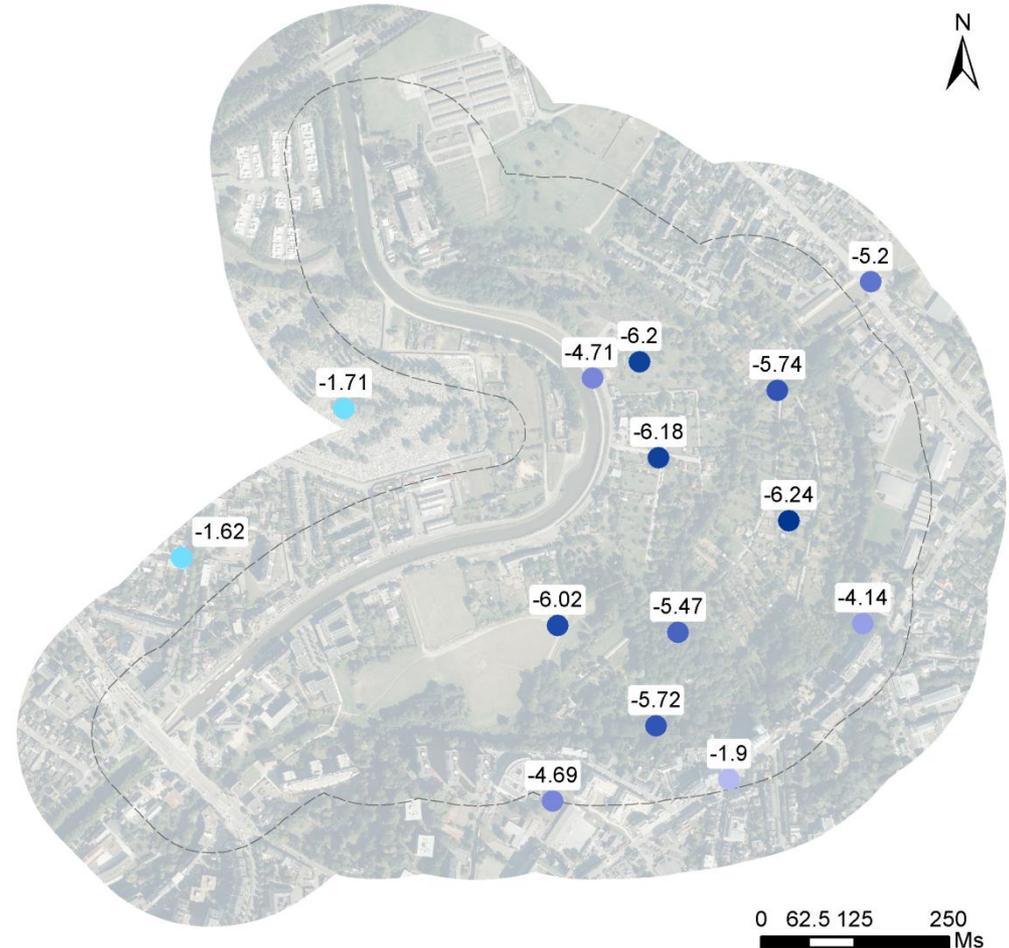
Lignes de pièges Petits mammifères



EXEMPLE DE PREMIERS RÉSULTATS : CLIMATOLOGIE URBAINE

A l'échelle de l'observatoire...

Une forte variabilité spatiale et temporelle des températures sur de petits espaces = aspérités et nature de la surface!!

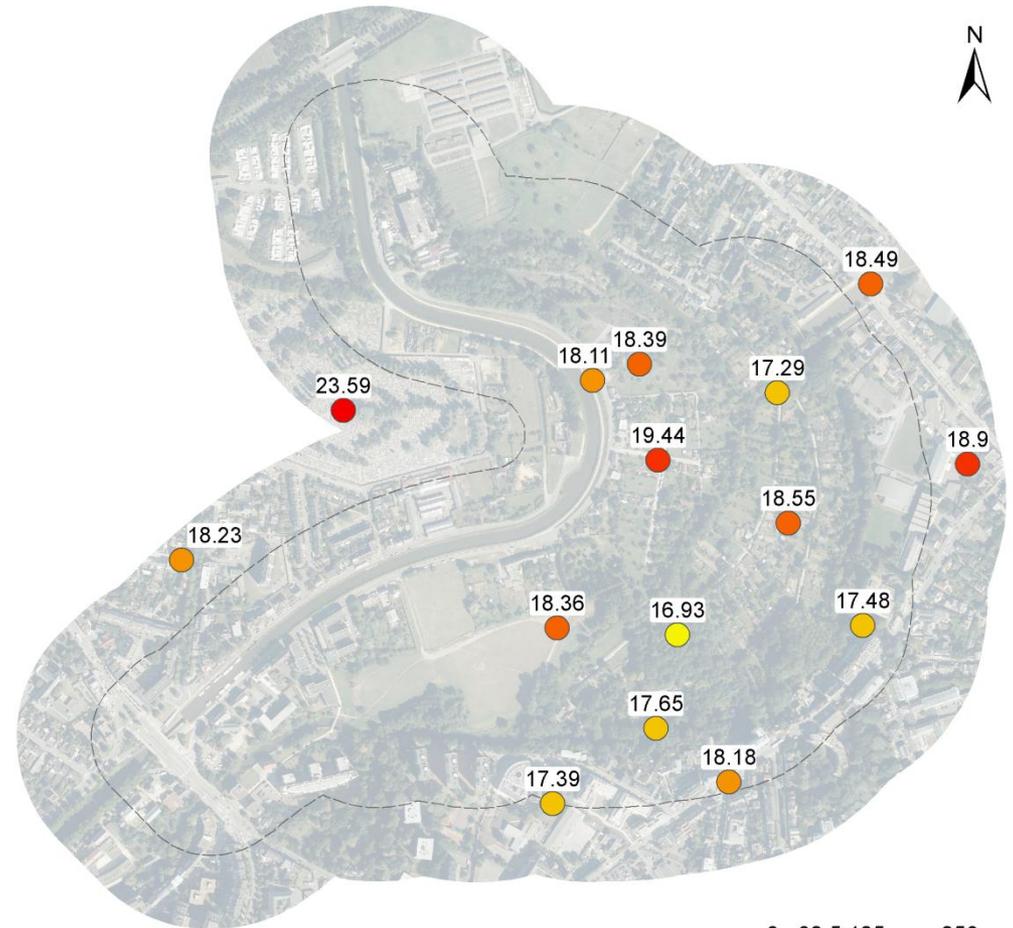


Températures minimales dans la nuit radiative
(ciel clair et vent faible) du 12 février 2015

EXEMPLE DE PREMIERS RÉSULTATS : CLIMATOLOGIE URBAINE

A l'échelle de l'observatoire...

Une forte variabilité spatiale et
temporelle des températures sur
de petits espaces = aspérités et
nature de la surface!!



Températures maximales le 20 mai 2014

CONCLUSION

Constat : Changement climatique global et très forte variabilité spatiale du climat sur des petits espaces = Ordre de grandeur comparable entre variabilité climatique locale et changement global

- ➔ **Quels impacts aux échelles locales ?**
- ➔ **Quels impact sur l'environnement urbain ?**
- ➔ **Adaptation et aménagements futurs ?**

Observatoire en environnement urbain

- **Approche systémique et multi-échelles (spatiale et temporelle) ;**
- **Démarche pluridisciplinaire ;**
- **Mesures et modélisations ;**
- **Forte implication des acteurs = collaboration entre scientifiques et Ville de Rennes.**