

Îlot de chaleur urbain et qualité de l'air, Dijon, hiver 2014-2015

ZITO S.¹, RICHARD Y.¹, POHL B.¹, PERGAUD J.¹, DODET M.-F.², CODET-HACHE O.², DUMAITRE F.³,
JEANNERET M.³, TISSOT A.-C.⁴, THÉVENIN D.⁵, MONTEIRO S.⁶, THÉVENIN T.⁷, JOLY D.⁷

¹ sebastien.zito@u-bourgogne.fr et yves.richard@u-bourgogne.fr, Centre de Recherches de Climatologie, UMR 6282 Biogéosciences, CNRS/Univ Bourgogne Franche-Comté

² Service écologie urbaine, Communauté Urbaine du Grand Dijon

³ ADEME Bourgogne Franche-Comté

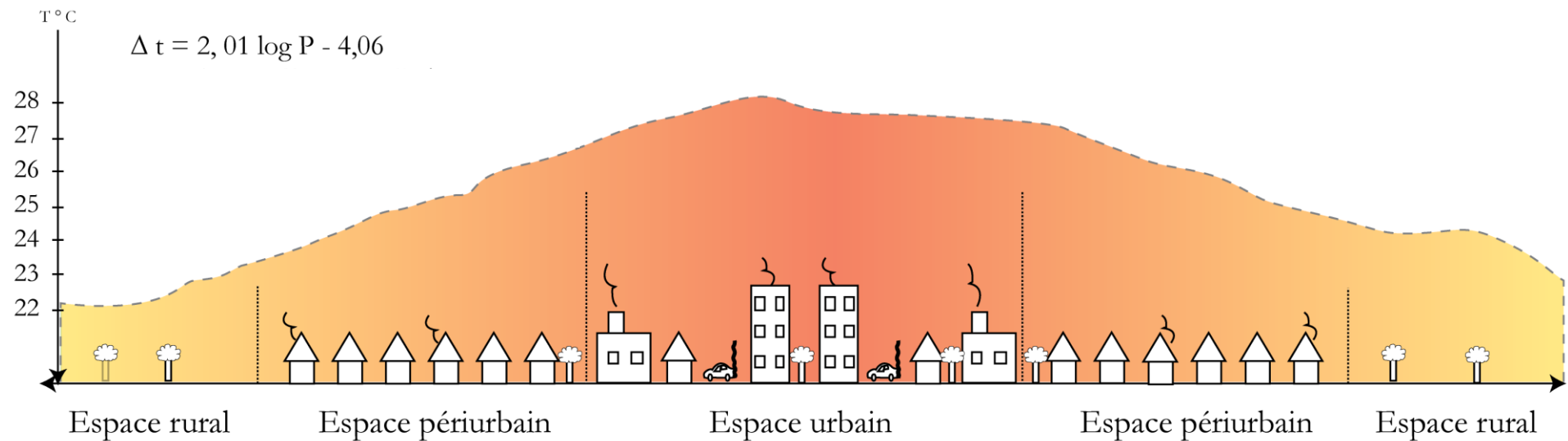
⁴ Alterre Bourgogne

⁵ CDM 21, Météo France

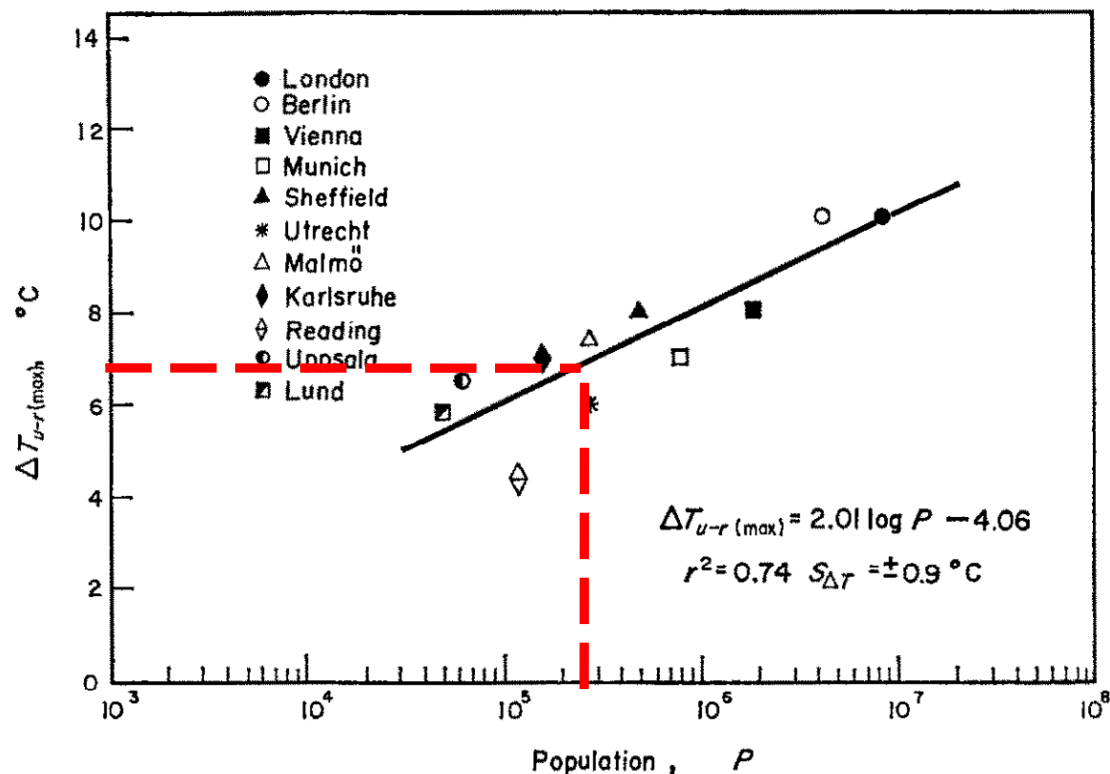
⁶ ATMOSF'air Bourgogne

⁷ THEMA, UMR 6049, CNRS/univ Bourgogne Franche-Comté

Un ICU ... ? Mais c'est quoi ?



ThéMA & CRC
D'après Oke, 1973



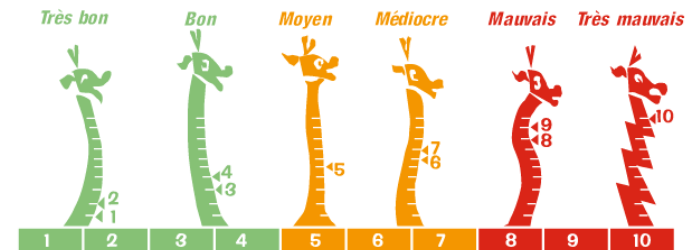
Différence de température entre ville et campagne environnante

- En ville, l'énergie solaire est transformée en chaleur la journée. Cette chaleur est restituée la nuit.
- dépend de la morphologie de la ville, du type de bâti et de la taille de l'agglomération
- **Pour le Grand Dijon :**
ICU max théorique de **6.5°C** environ

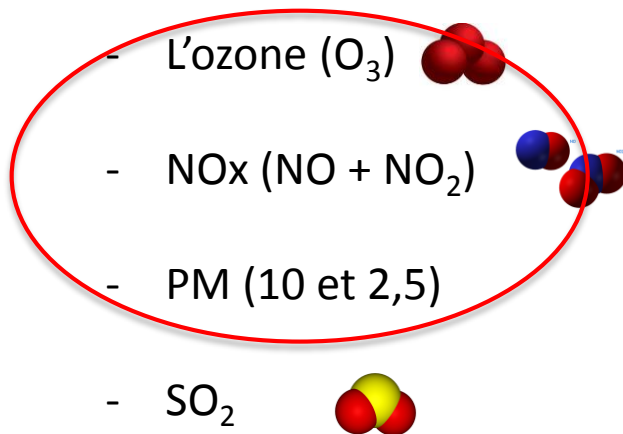
La qualité de l'air ?

- Des indices de QA en France :
 - ATMO (> 100 000 habitants)
 - IQA (< 100 000 habitants)

→ Prévention de la population

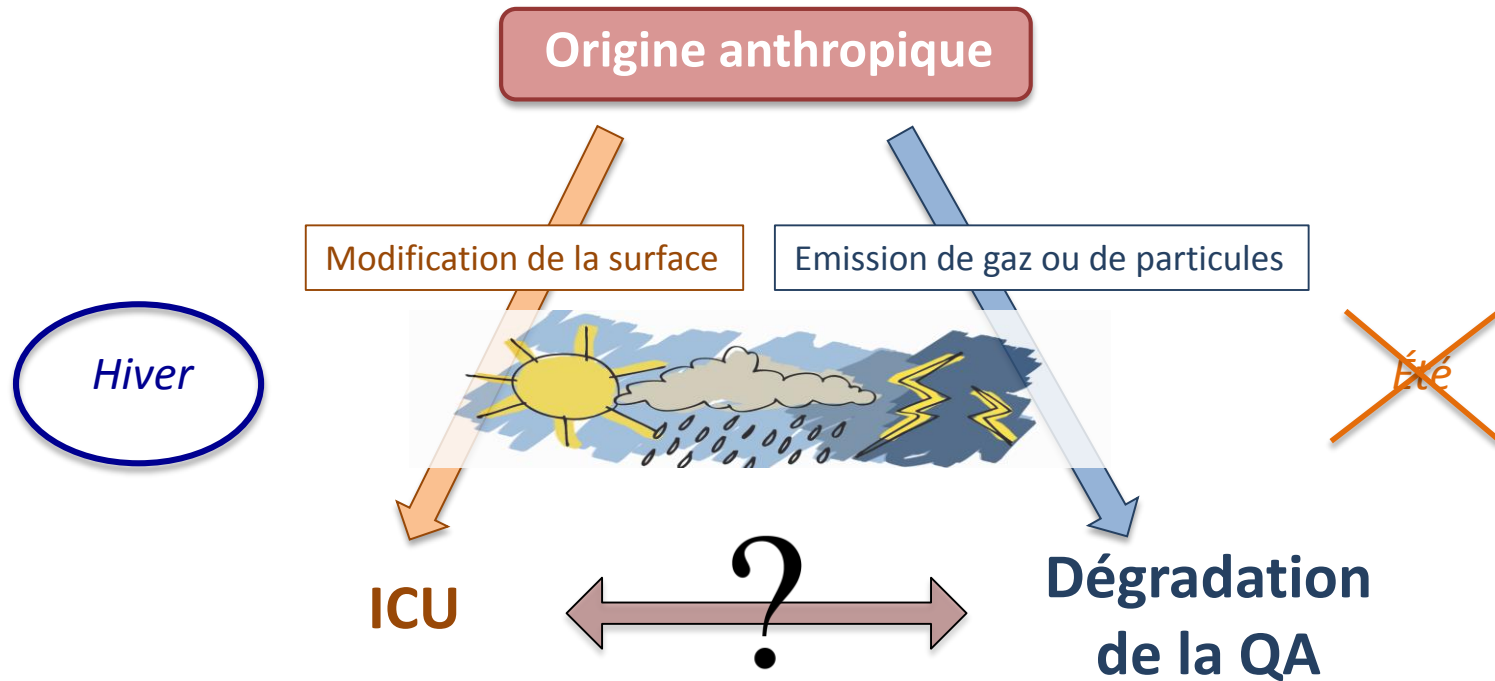


- Concentration des polluants individuellement



© Can Stock Photo - csp14920070

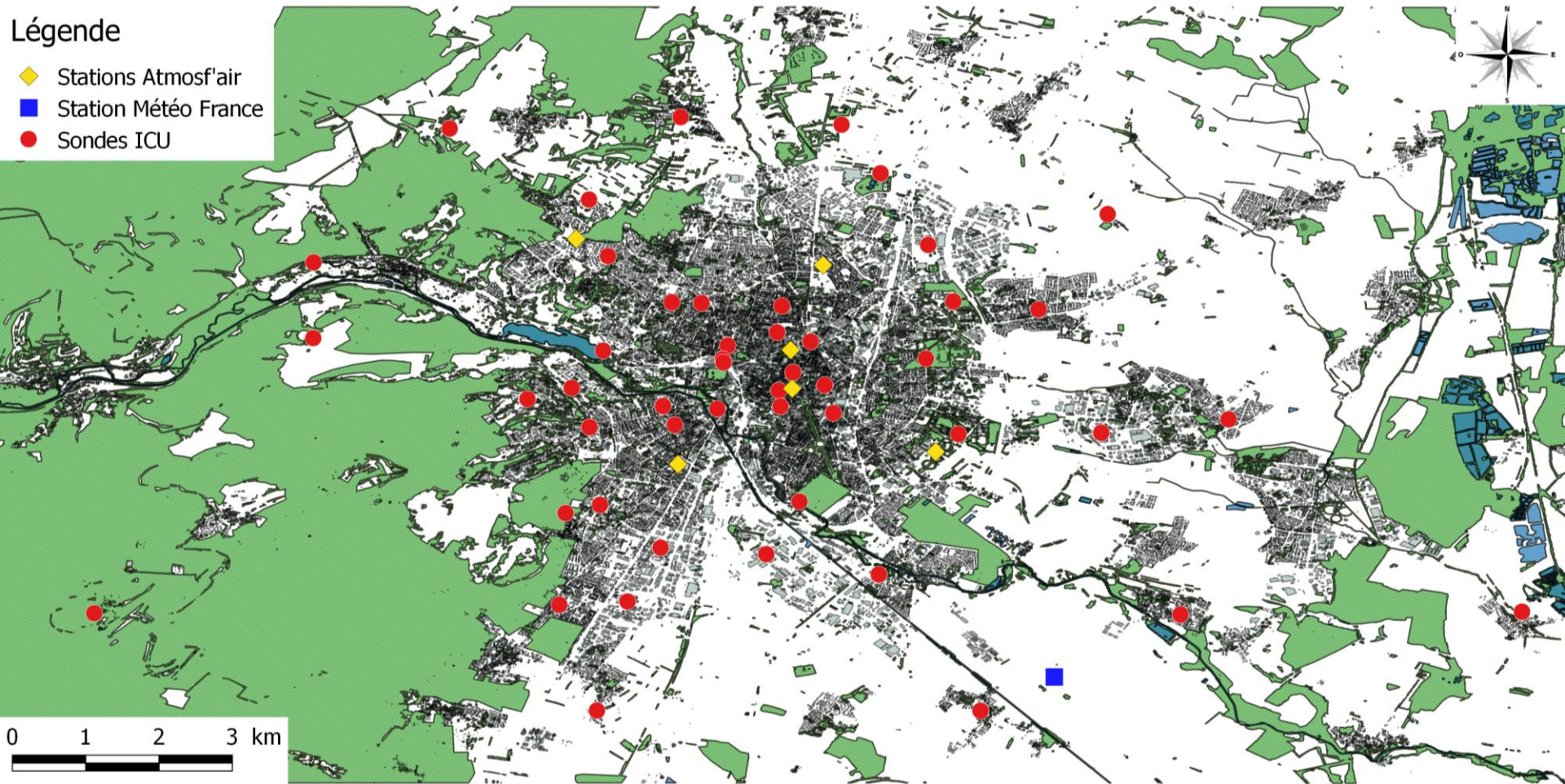
Problématique



Peut-on retrouver ces deux phénomènes dans de mêmes conditions météorologiques ?

Quelles sont les conditions météorologiques qui permettent d'associer mauvaise QA et fort ICU ?

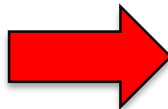
Réseaux de mesures de l'ICU et de la QA à Dijon



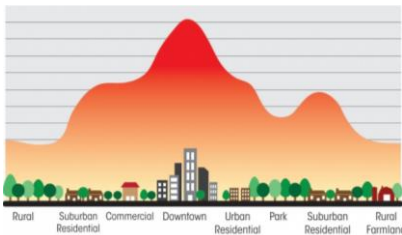
*Du 1^{er} octobre 2014 au 31 mars 2015
(pas de temps horaire)*

Conditions météorologiques vs ICU et QA

Prédicteurs



Prédicteurs



+



-> *Température moyenne*

8 séries de températures quotidiennes

-> *Conditions radiatives*

amplitude diurne des températures

rayonnement global

insolation

hauteur de la base de la première couche nuageuse

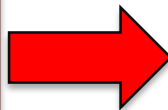
-> *Instabilité*

précipitations

humidité absolue et relative

opposée de la pression

-> *Vitesse du vent*



ICU

-> *Variation spatiales des T*

Moyenne des écarts-types des T horaires des 48 stations

Qualité de l'air

-> *NO_x*

Concentrations moyennes de NO et NO₂ (6 stations en ville)

-> *O₃*

Concentrations moyennes d'ozone (3 stations en ville)

-> *PM*

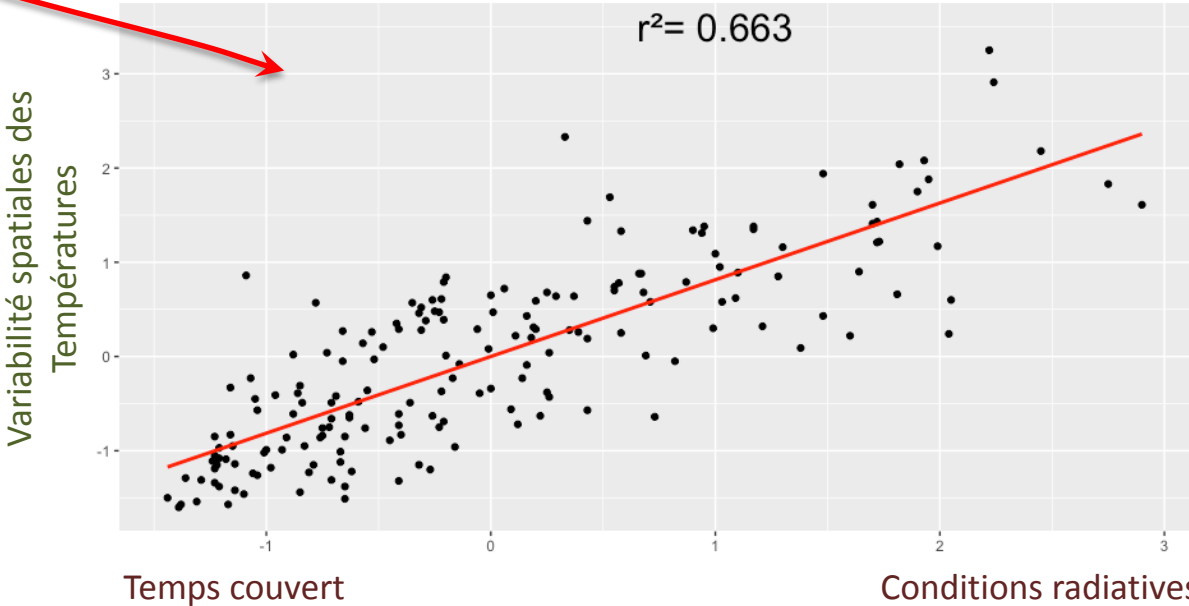
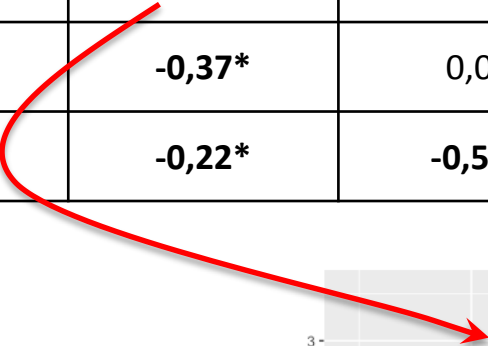
Concentrations moyennes en PM₁₀ et PM_{2,5} (3 et 2 stations en ville)

Conditions météorologiques vs ICU et QA

Tableau de corrélation (r) entre les prédicteurs (conditions météorologiques) et les prédicands (contrastes spatiaux et dégradation de la QA)

| Prédicteurs \ Prédicands | Variabilité spatiales des T | NOx | O3 | PM |
|--------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Température moyenne | 0,12* | -0,08 | -0,1 | -0,23* |
| Conditions radiatives | 0,81* | 0,08 | 0,29* | 0,31* |
| Instabilité | -0,37* | 0,08 | -0,29* | -0,32* |
| Vitesse du Vent | -0,22* | -0,53* | 0,55* | -0,19* |

* : valeurs significatives au seuil 99%



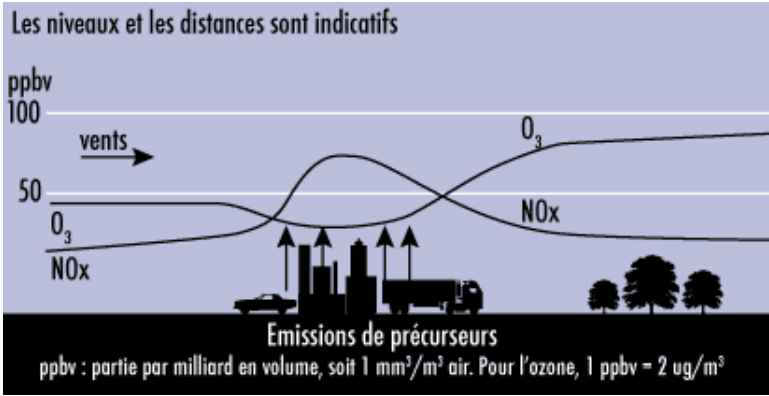
Conditions météorologiques vs ICU et QA

Tableau de corrélation (r) entre les prédicteurs (conditions météorologiques) et les prédicands (contrastes spatiaux et dégradation de la QA)

| Prédicteurs \ Prédicands | Variabilité spatiales des T | NOx | O3 | PM |
|--------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Température moyenne | 0,12* | -0,08 | -0,1 | -0,23* |
| Conditions radiatives | 0,81* | 0,08 | 0,29* | 0,31* |
| Instabilité | -0,37* | 0,08 | -0,29* | -0,32* |
| Vitesse du Vent | -0,22* | -0,53* | 0,55* | -0,19* |

* : valeurs significatives au seuil 99%

- > phénomène « d'exportation » pour les NOx
- > phénomène « d'importation » pour l'O₃
- > destruction de l'ozone par le NO en ville



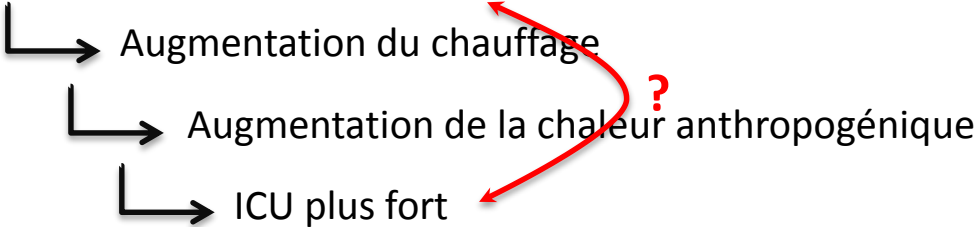
Conditions météorologiques vs ICU et QA

Tableau de corrélation (r) entre les prédicteurs (conditions météorologiques) et les prédicands (contrastes spatiaux et dégradation de la QA)

| Prédicteurs \ Prédicands | Variabilité spatiales des T | NOx | O3 | PM |
|--------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|
| Température moyenne | 0,12* | -0,08 | -0,1 | -0,23* |
| Conditions radiatives | 0,81* | 0,08 | 0,29* | 0,31* |
| Instabilité | -0,37* | 0,08 | -0,29* | -0,32* |
| Vitesse du Vent | -0,22* | -0,53* | 0,55* | -0,19* |

* : valeurs significatives au seuil 99%

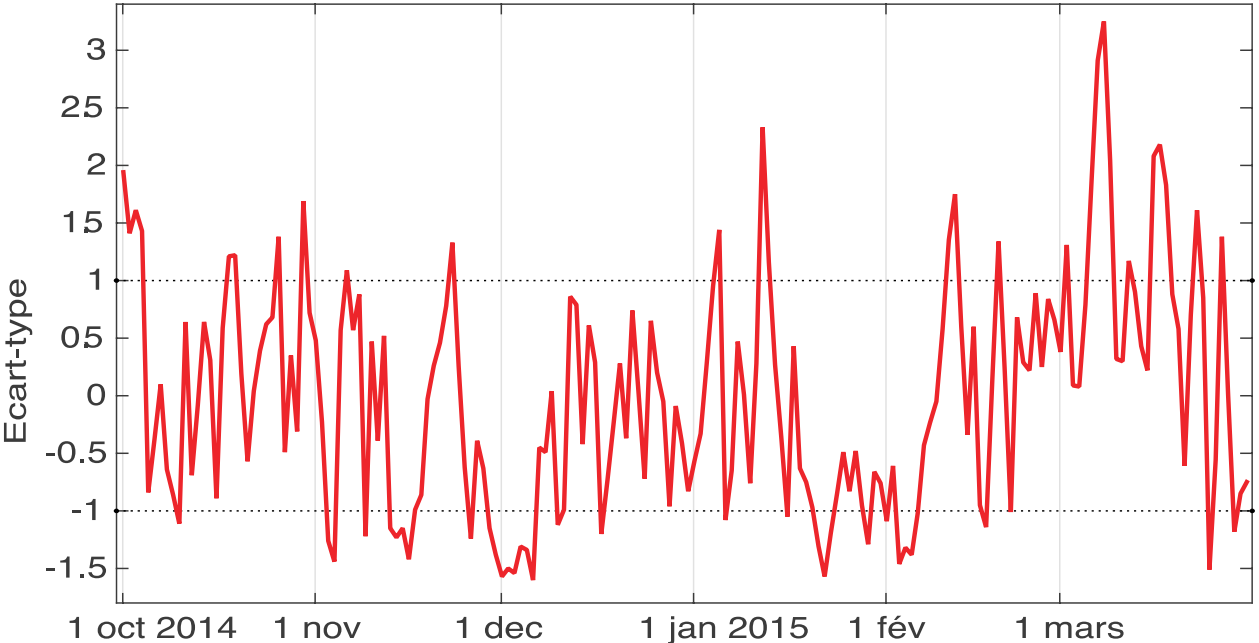
- Beau temps calme : fort ICU et pollution aux PM
- Température basses: faible ICU ? Forte pollution aux PM ?



? La chaleur anthropogénique peut-elle participer ou/et engendrer un phénomène d'îlot de chaleur urbain à Dijon ?

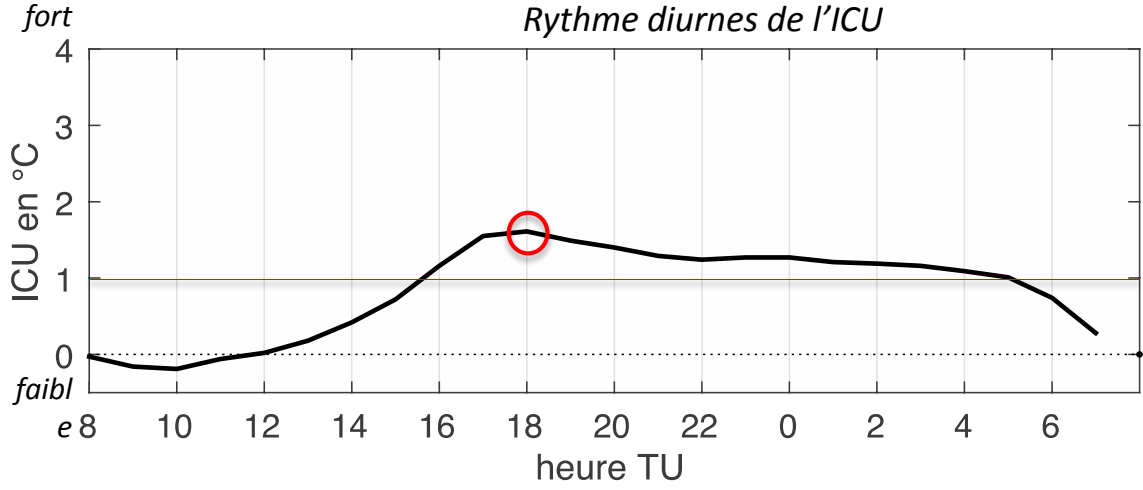
Conditions météorologiques vs ICU

Variation spatiale de la température



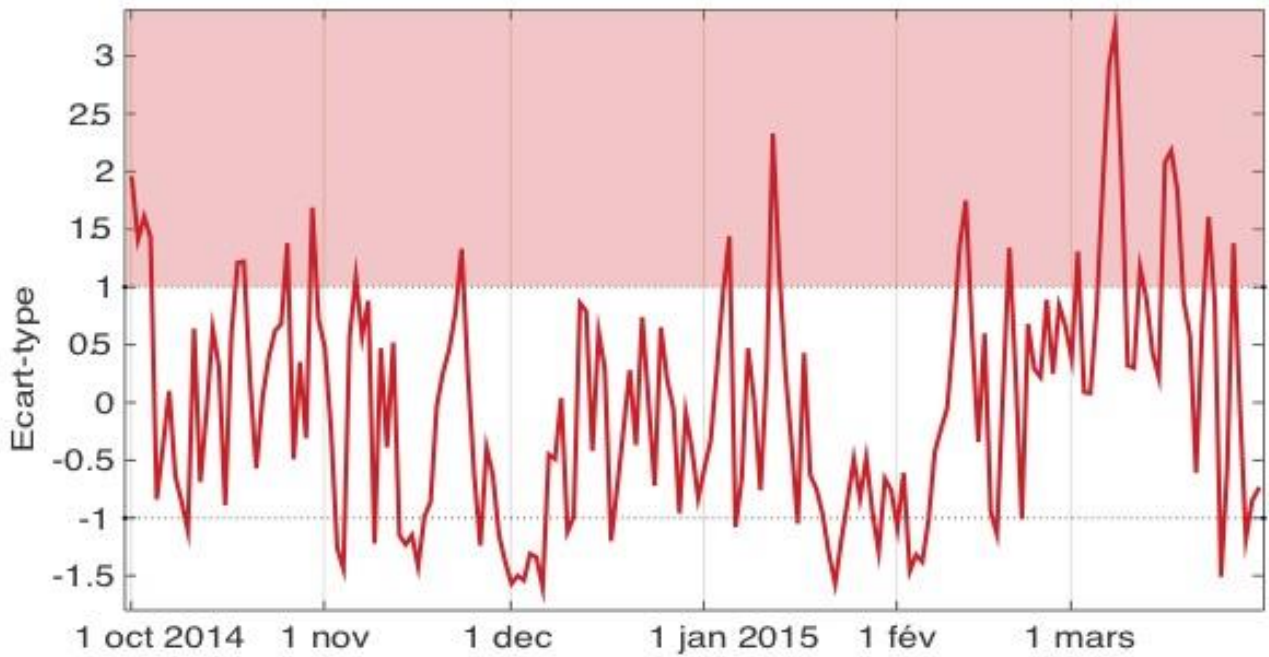
- Indice ICU = T° 4 stations centre ville – T° 4 stations rurales de plaine
- ICU > 1°C de 15h à 5h et maximal à 18h

Rythme diurnes de l'ICU



Conditions météorologiques vs ICU

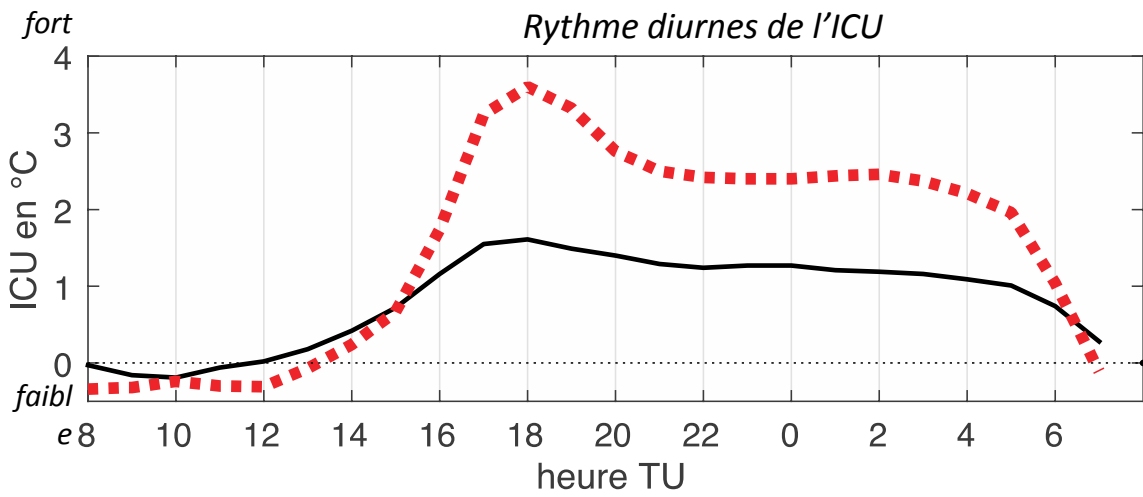
Variation spatiale de la température



- 27 jours > 1 écart-type, surtout en mars

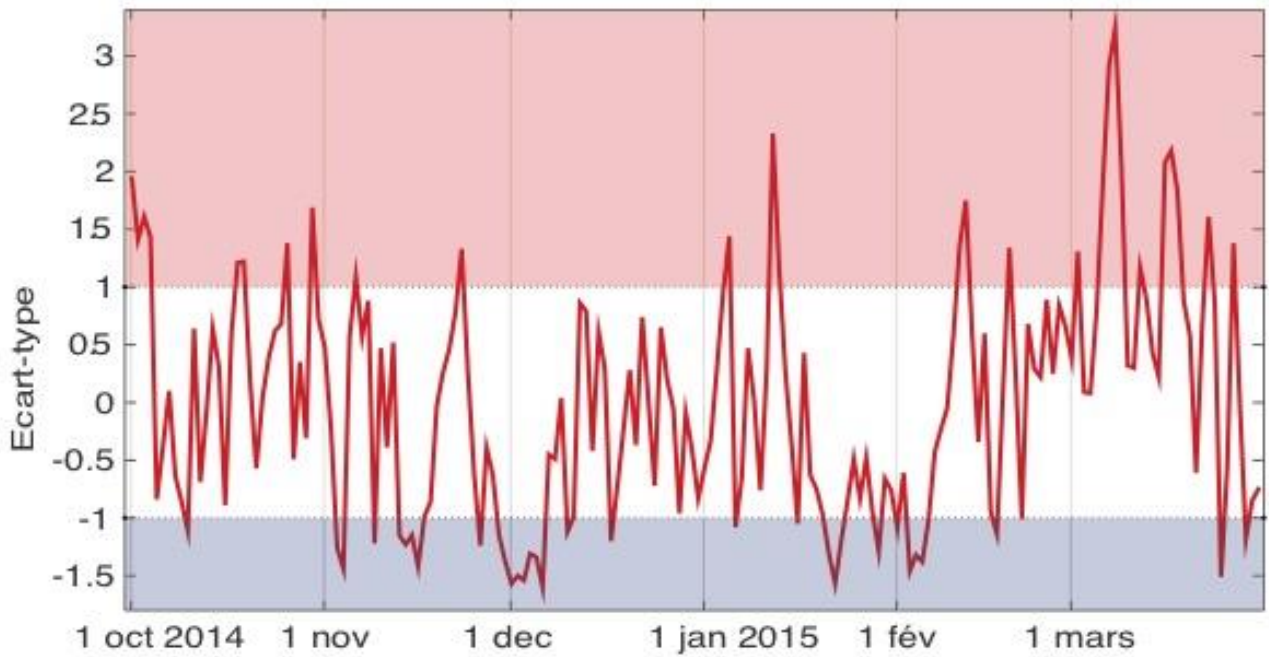
- Indice ICU = T° 4 stations centre ville – T° 4 stations rurales de plaine
- ICU > 1°C de 15h à 5h et maximal à 18h
- ICU fort (3,7°C au maximum)

Rythme diurnes de l'ICU



Conditions météorologiques vs ICU

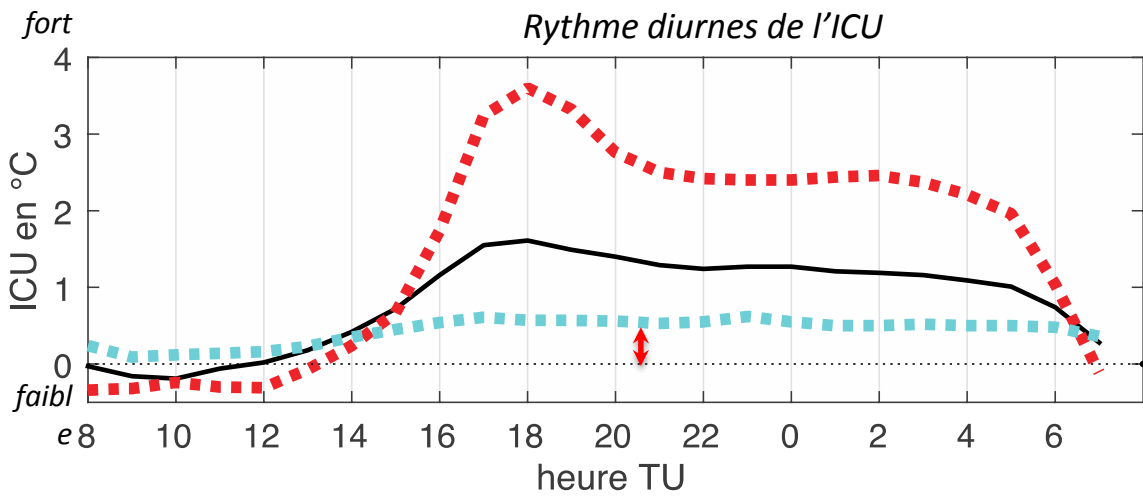
Variation spatiale de la température



- 27 jours > 1 écart-type, surtout en mars
- 34 jours < -1 écart type, au cœur de l'hiver

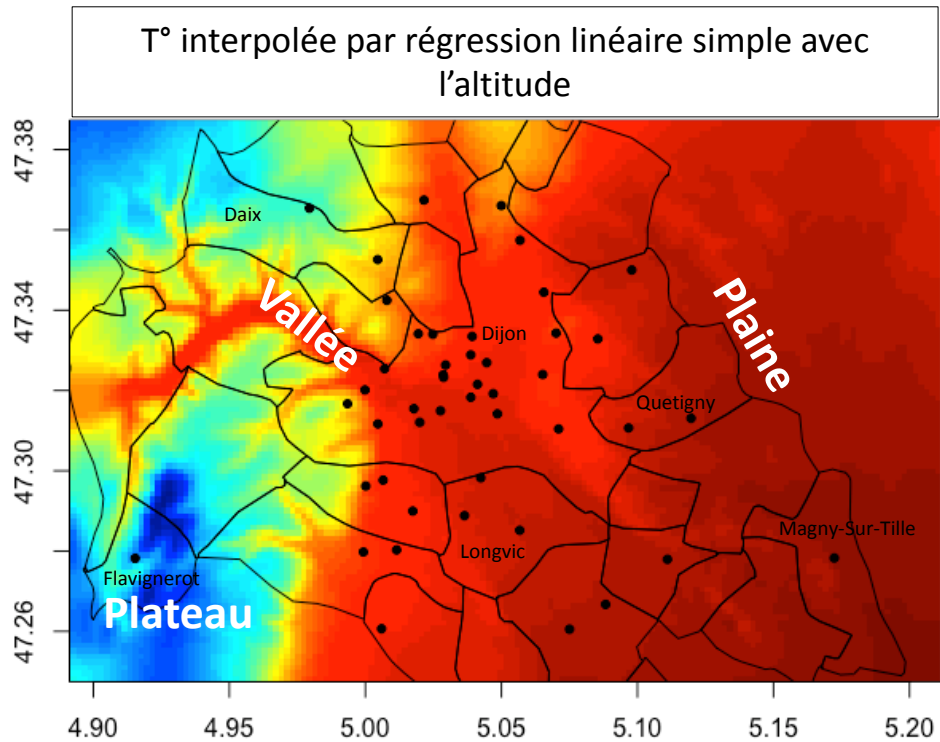
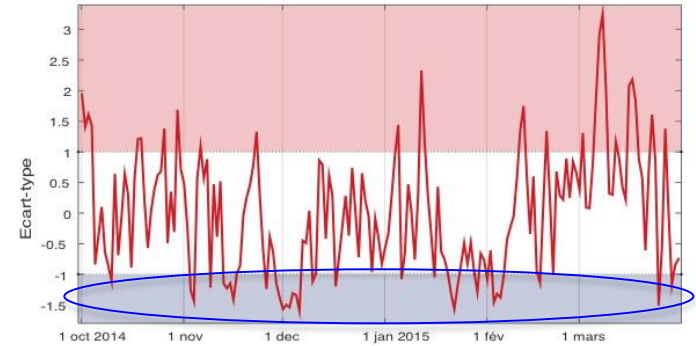
- Indice ICU = T° 4 stations centre ville – T° 4 stations rurales de plaine
- ICU > 1°C de 15h à 5h et maximal à 18h
- ICU fort (3,7°C au maximum)
- ICU très faible (0,6°C au maximum)

Rythme diurnes de l'ICU

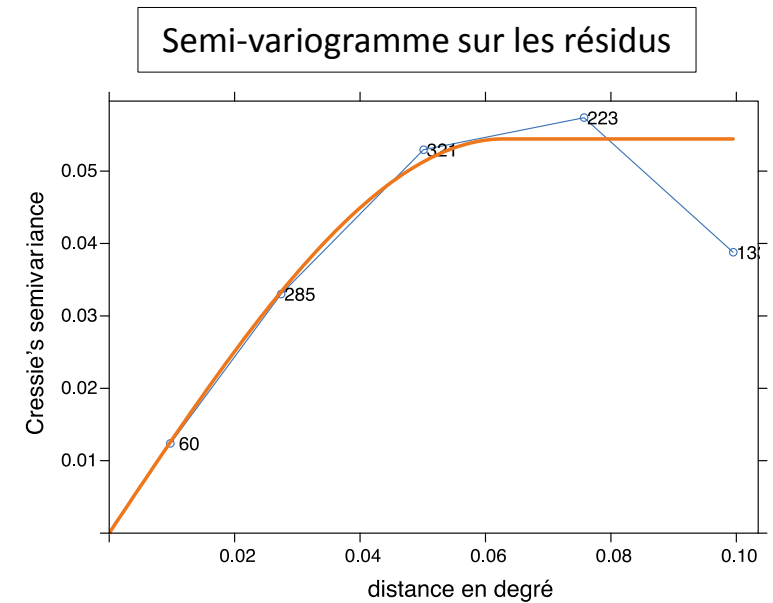


Interpolation spatiale de l'ICU

- Sélection des 34 jours où l'écart-type < -1
→ ICU très faible, mais présent

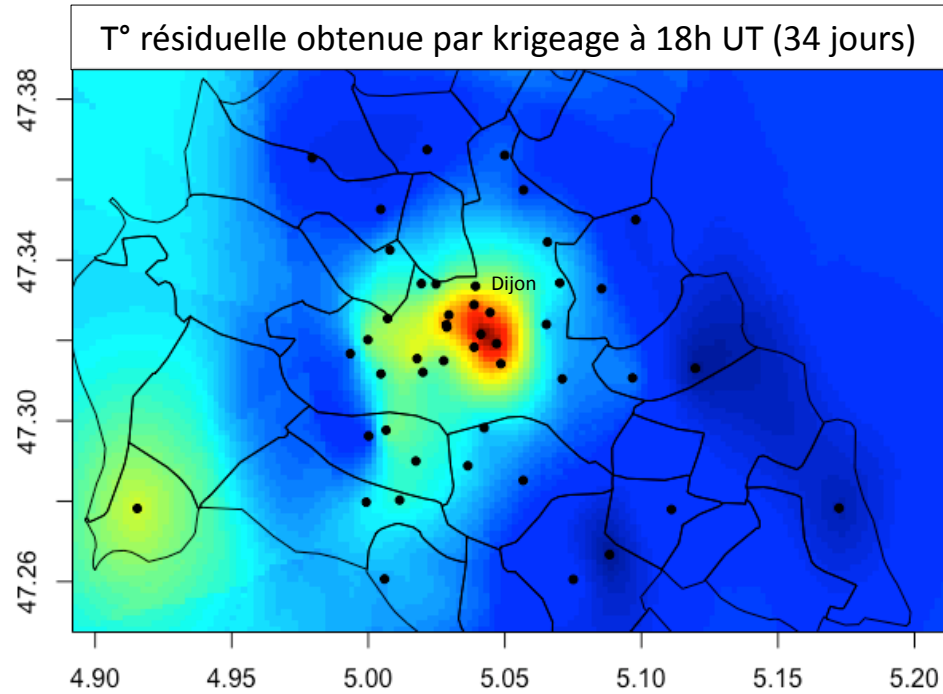


$$T_{18h}^{\circ} = -0.0075 \times \text{Altitude}_m + 7 \pm \text{Résidus}$$
$$R^2 = 0.77$$

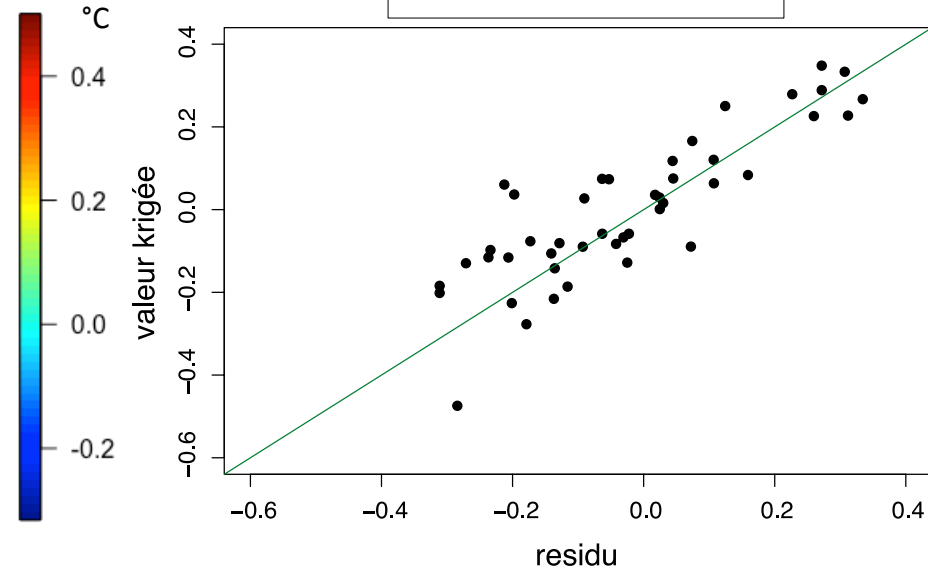


Interpolation spatiale de l'ICU

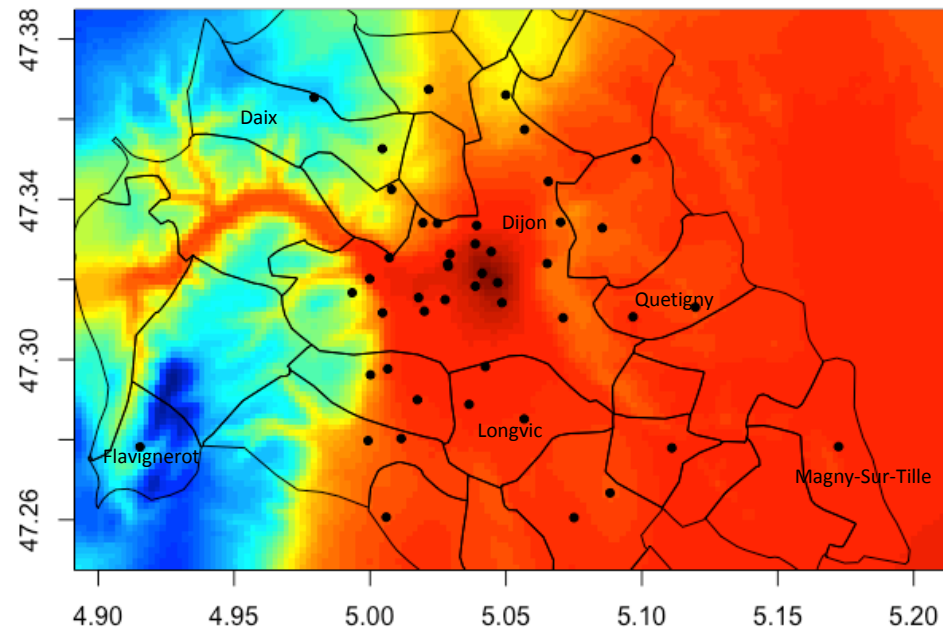
T° résiduelle obtenue par krigeage à 18h UT (34 jours)



Validation croisée



T° interpolée par régression-krigeage à 18h UT (34 jours)



- Noyau chaud de très faible magnitude (0,4°C)
- ICU limité au cœur de Dijon
- Petit ICU hors situations radiatives

Conclusion et Perspectives

- A l'échelle de l'agglomération,
ICU et pollution en particules fines -> souvent synchrones
 - ➔ Potentiellement favorisés par
 - Conditions radiatives
 - Stabilité de l'air
 - Faible vent
 - ➔ Etudier profil verticaux dans les modèles à défaut de radio sondage
- En hiver, les pollutions en NO_x et en O₃ ne sont pas associées aux mêmes conditions météorologiques que l'ICU

Hypothèse du lien entre chaleur anthropique et ICU ...

- Sur les 34 jours sélectionnés sur l'hiver 2014-2015 avec absence d'insolation
 - ➔ ICU présent avec une faible magnitude (0,4°C)

Approfondir cette hypothèse

➔ Mesures itinérantes répétées, lors de soirées hivernales faisant suite à des journées sans soleil