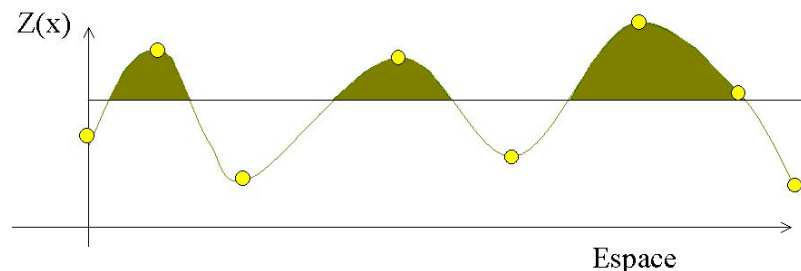


Géostatistiques et dépassement des seuils

Giovanni Cardenas

Géostatistique et dépassement de seuils

- Introduction
- Application des quelques méthodes non linéaires pour le calcul de la probabilité de dépassement de seuil de la moyenne annuelle de NO₂
- Conclusions et perspectives



Introduction

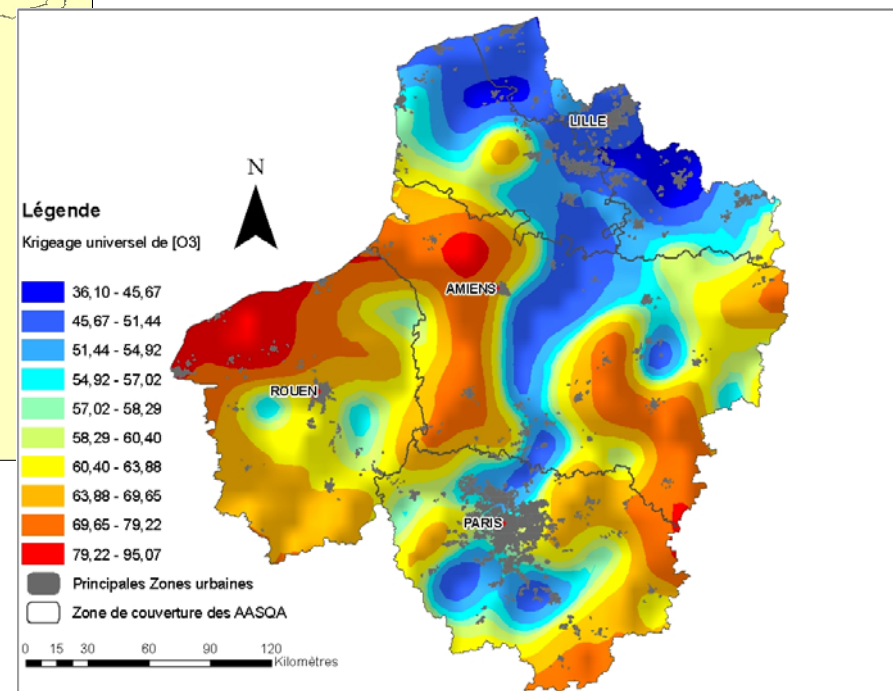
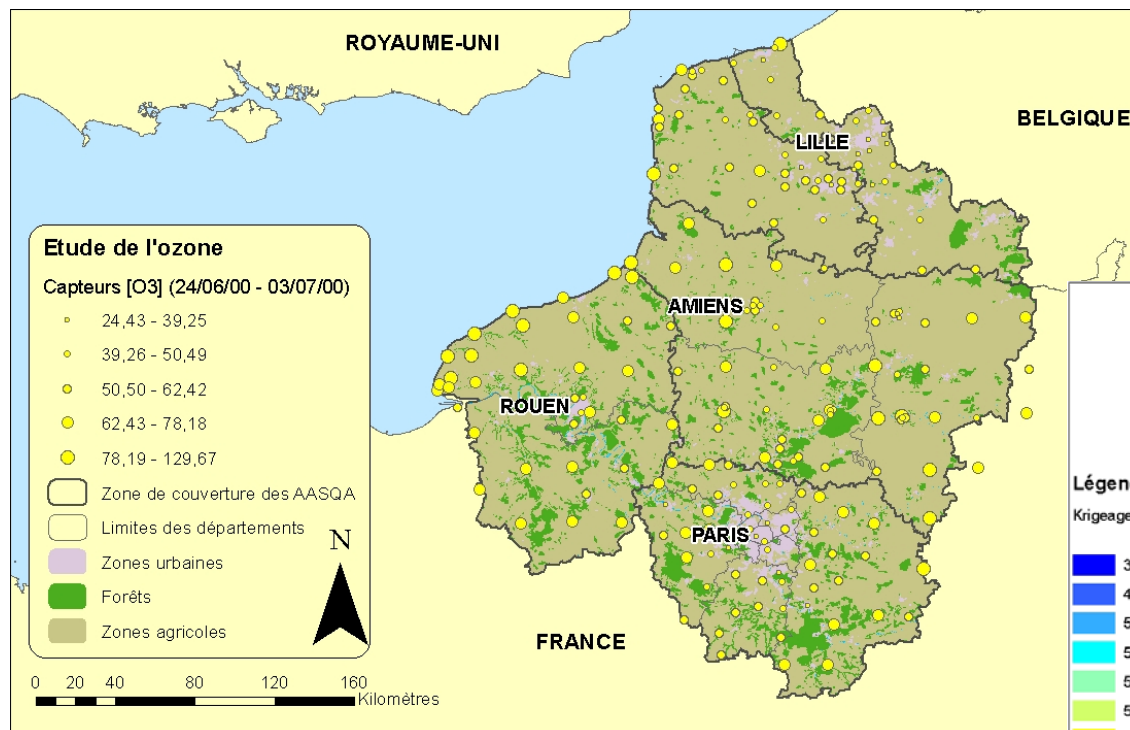
Au sein des AASQA utilisation courante de la géostatistique linéaire pour la cartographie de la qualité de l'air: estimation par krigeage des données des tubes passifs (O₃, NO₂, SO₂).

Les méthodes géostatistiques présentent plusieurs avantages:

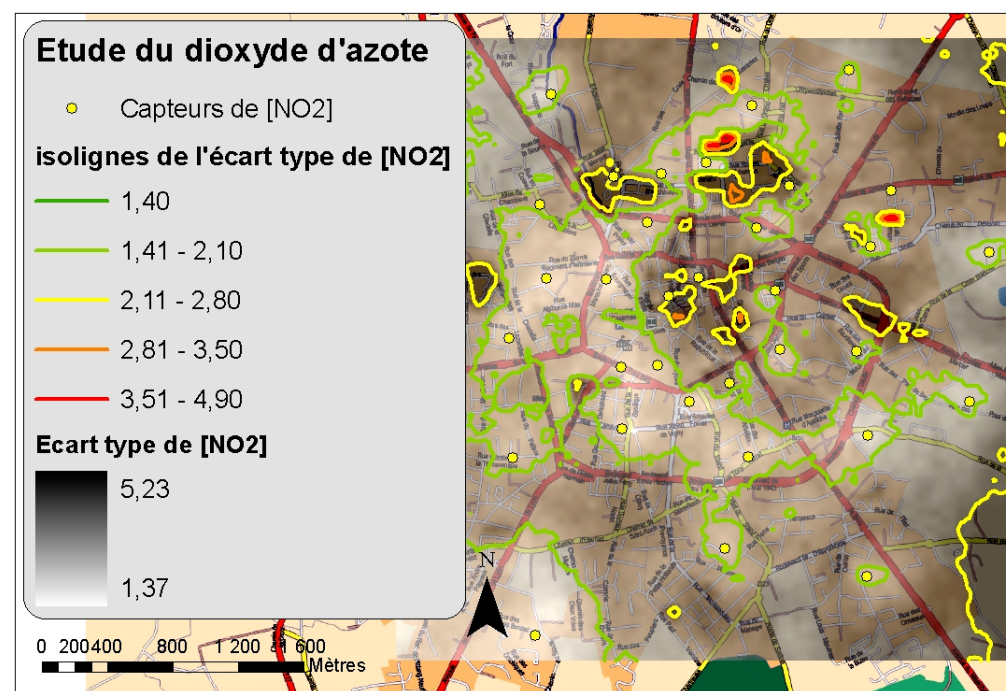
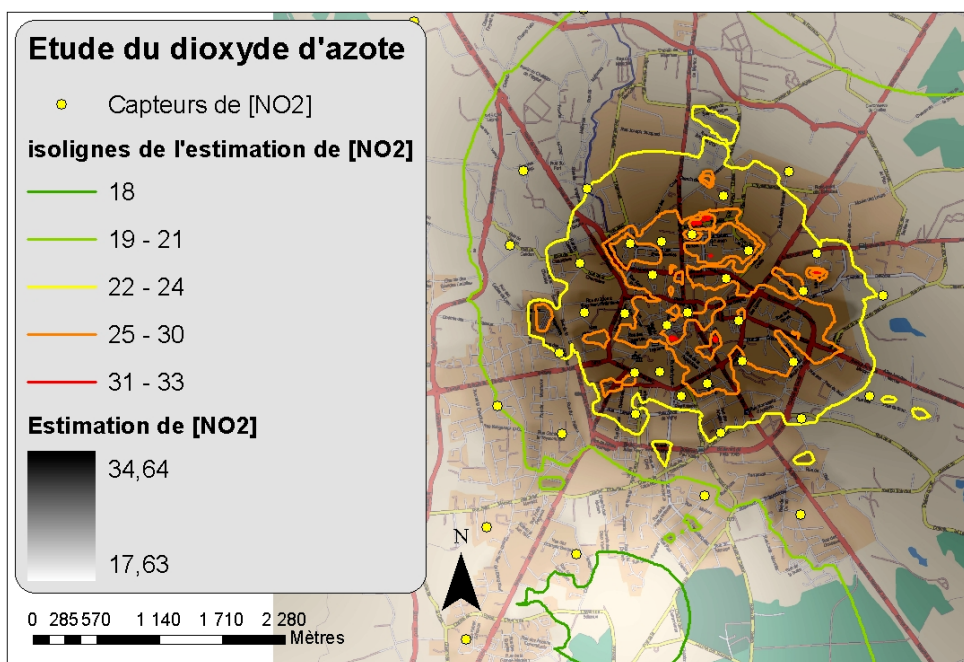
- Utilisation de la corrélation spatiale des mesures (covariance spatiale);
- Prise en compte de variables auxiliaires comme l'occupation du sol, la densité de population, le cadastre d'émissions;
- Modélisation de la non-stationnarité;
- Possibilité d'accéder, moyennant des données en nombre suffisant à une cartographie des erreurs commises.

Quelques exemples...

Exemple1: Estimation par Krigeage de l'ozone



Exemple2: Estimation par Krigeage du dioxyde d'azote avec la densité de population en dérive externe (moyenne annuelle 2001/02, Bourg-en-Bresse)



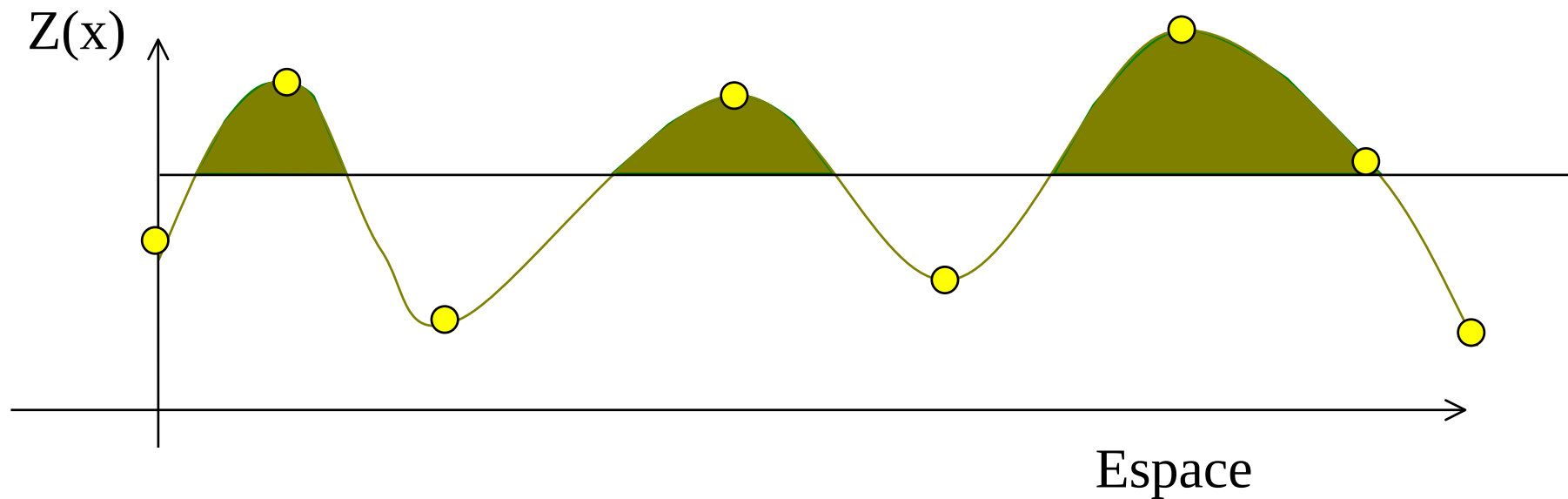
Problématique du dépassement des seuils

- Les réglementations de la qualité de l'air (directives européennes et décrets nationaux) précisent différentes valeurs limites de la concentration des principaux polluants à ne pas dépasser.

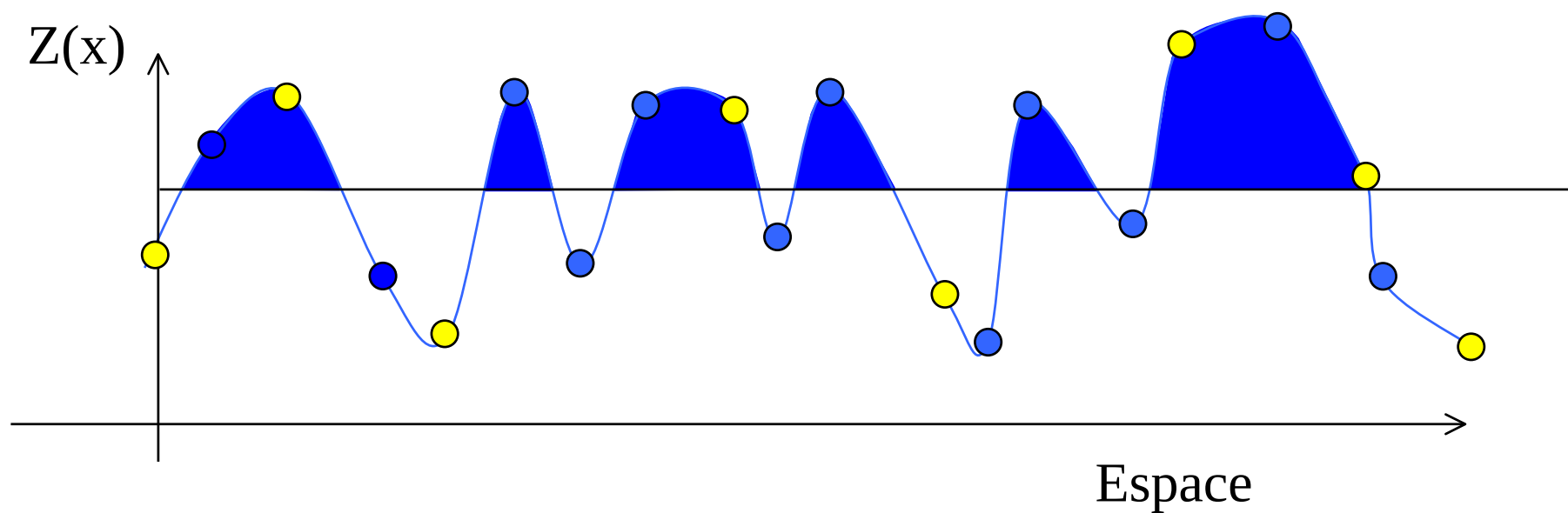
Polluant	paramètre		Seuil	Date
S02	moyenne hivernale	écosystèmes	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ A	19 juillet 2001
S02	moyenne horaire	santé	24 dép. 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ H	01-janv-05
S02	moyenne journalière	santé	3 dép. 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ J	01-janv-05
NO2	moyenne horaire	santé	18 dép. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ H	01-janv-10
NO2	moyenne annuelle	santé	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ A	01-janv-10
NOx	moyenne annuelle	végétation	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ A	19 juillet 2001
PM10	moyenne journalière	santé	7 dép. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ J	01-janv-10
PM10	moyenne annuelle	santé	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ A	01-janv-10
CO	moyenne 8 heures	santé	10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8H	01-janv-05
Pb	moyenne annuelle	santé	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ A	01-janv-05

Polluant	paramètre		VC	OLT
O3	max. moyenne 8H quotidienne	santé	25 j dép. 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8H	1 j dép. 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8
O3	AOT 40 végétation	végétation	> 18000	> 6000
O3	moyenne annuelle	Matériaux	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ A	

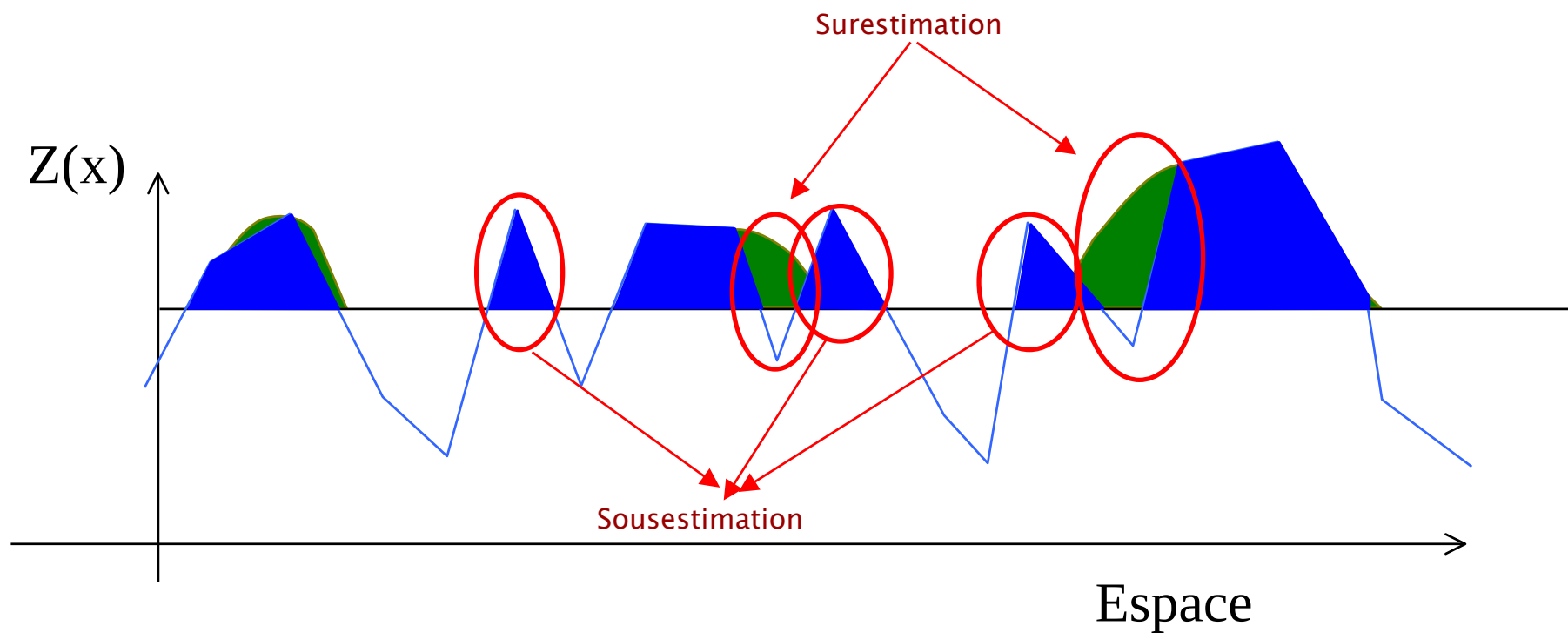
Limite du krigeage



Limite du krigeage



Limite du krigeage



La géostatistique non linéaire

Indicatrice: variable égale à 1 si la concentration dépasse le seuil et à 0 sinon:

$$I_s(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } Z(x) < s \\ 1 & \text{si } Z(x) \geq s \end{cases}$$

Le résultat de l'estimation d'une indicatrice donne **la probabilité que la concentration dans un point dépasse le seuil.**

Méthodes de la GNL:

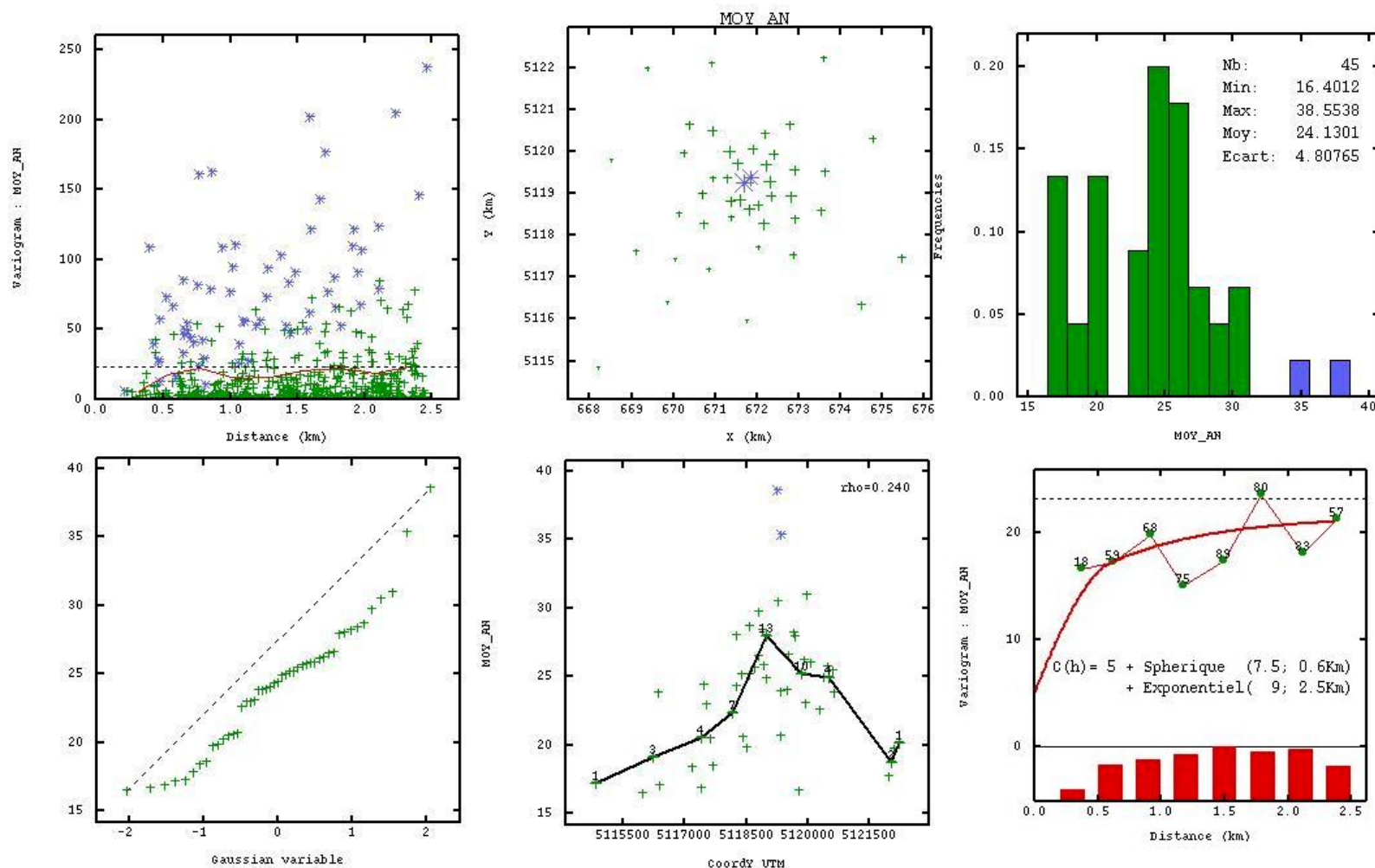
- Le krigeage des indicatrices.
- Le krigeage disjonctif
- L'espérance conditionnelle
- Les simulations conditionnelles

Quelques aspects importants:

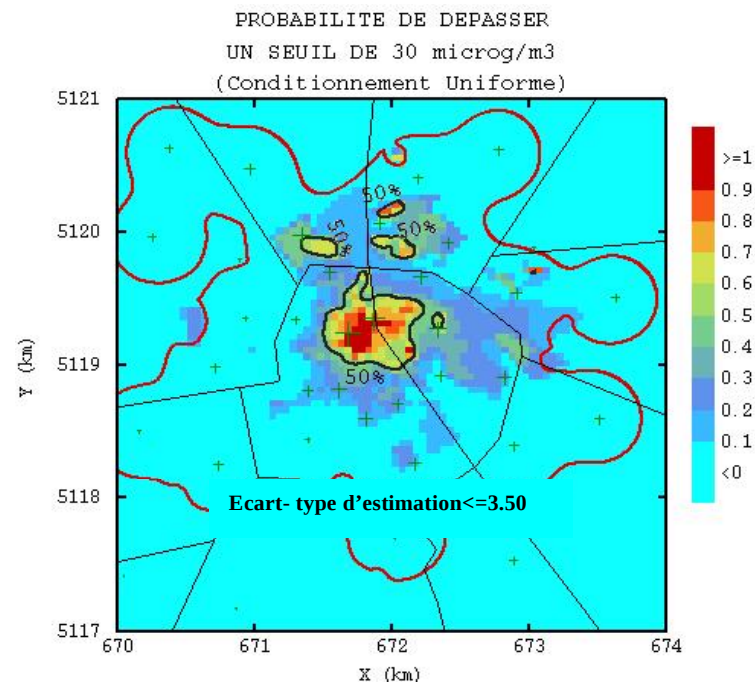
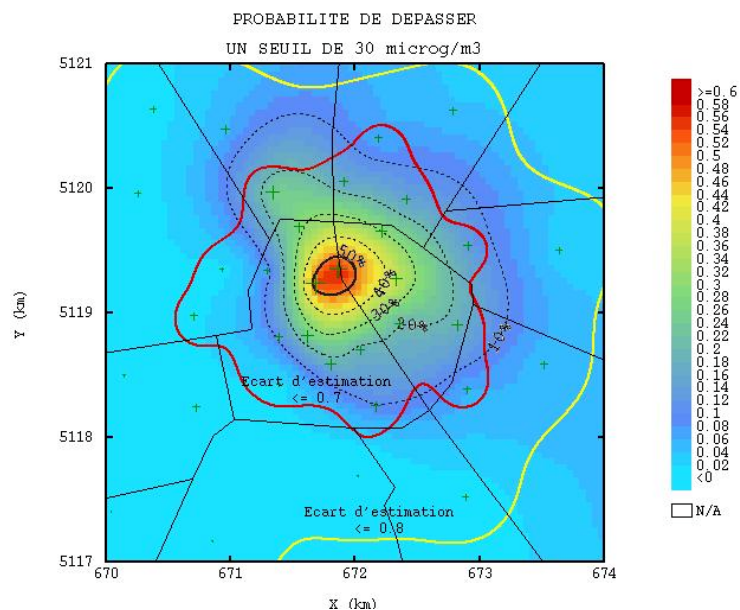
- Anamorphose gaussienne
- Changement de support

Algorithmes implémentés dans le logiciel Isatis.

Exemple: Dépassement de la moyenne annuelle du dioxyde d'azote dans l'agglomération de Bourg-en-Bresse



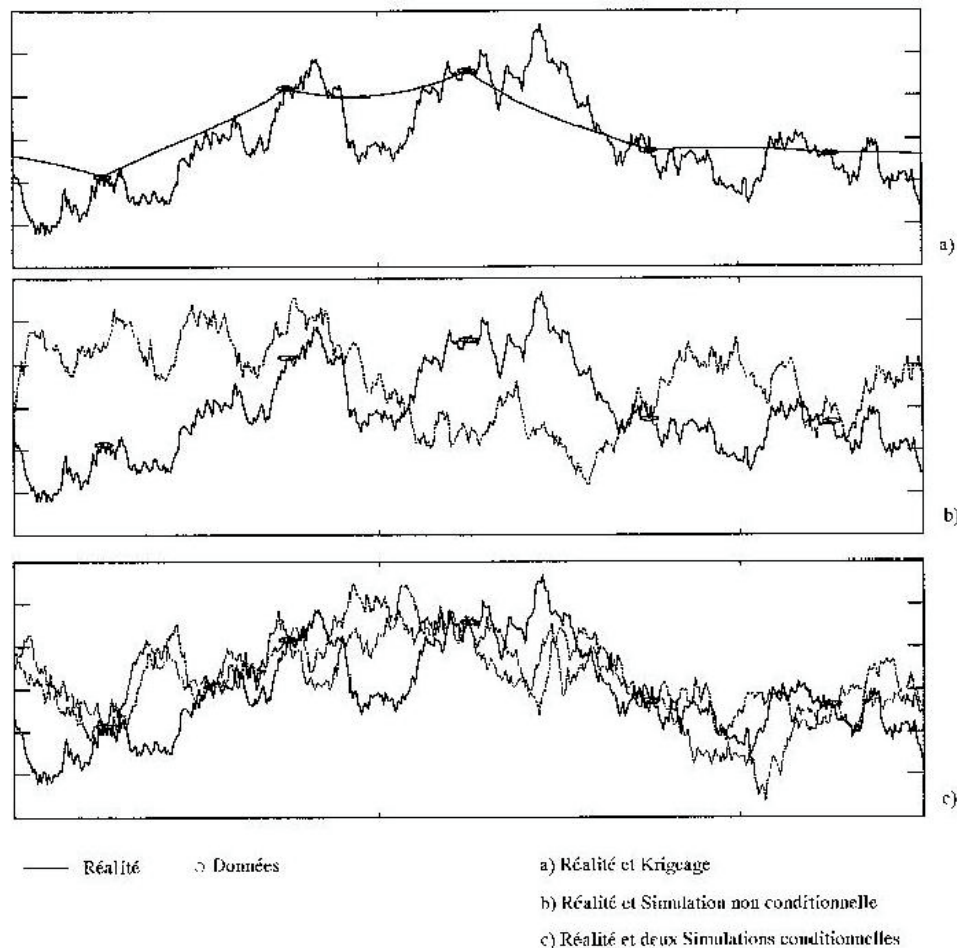
Exemple: Espérance conditionnelle et Conditionnement Uniforme



Carte de probabilité de dépassement d'un seuil de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le dioxyde d'azote
(commune de Bourg-en-Bresse, année 2001)

Simulations Conditionnelles

- Le but des simulations est de reproduire la variabilité spatiale de la variable régionalisée.
- Simulation: version (réalisation) possible de la réalité.
- Simulation conditionnelle: est une simulation restituant aux points de mesures, les valeurs qui y sont connues.



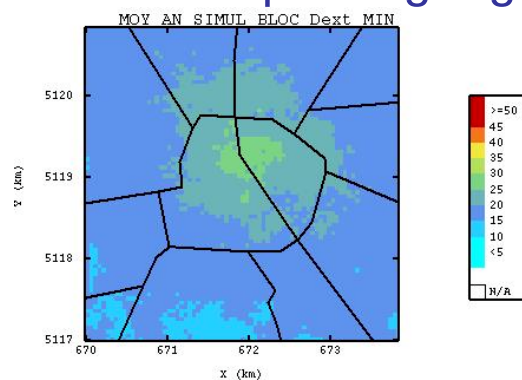
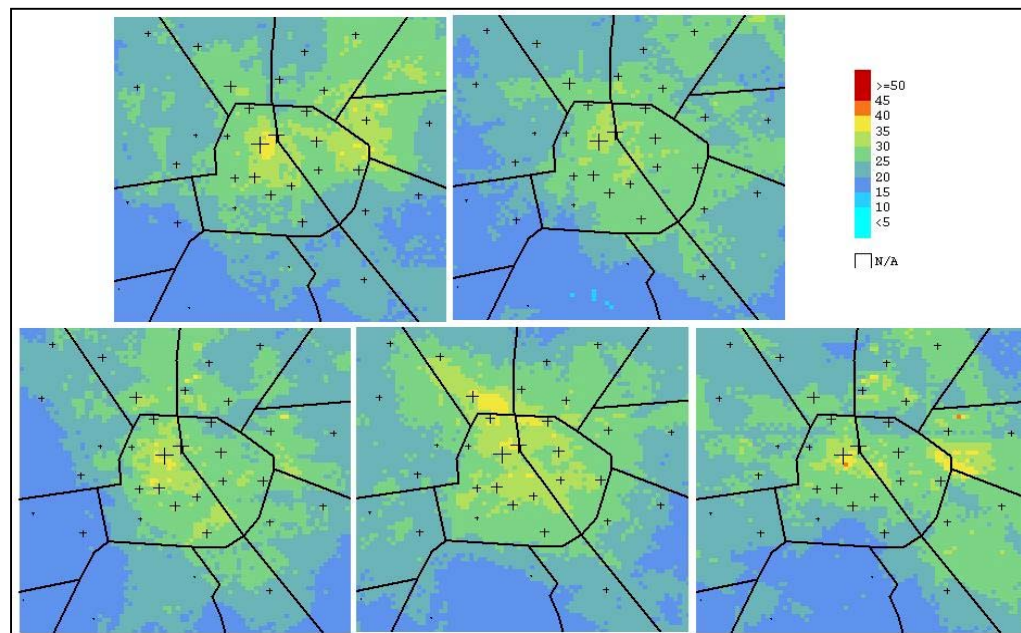
Simulations Conditionnelles

Méthodes des simulations non conditionnelles:

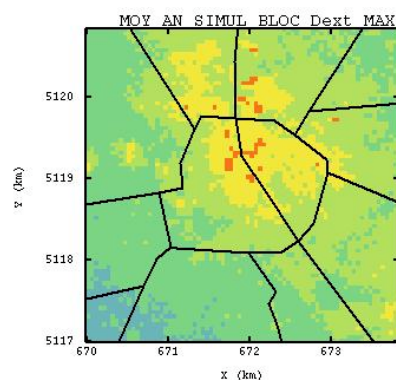
- Bandes tournantes
- Moyennes mobiles
- Processus poissonniers
- Transformée de Fourier
- Processus auto-régressif

Si on sait construire une simulation non conditionnelles, on peut conditionner la simulation par krigeage.

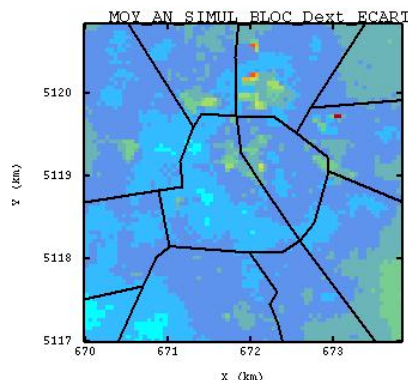
Cinq simulations



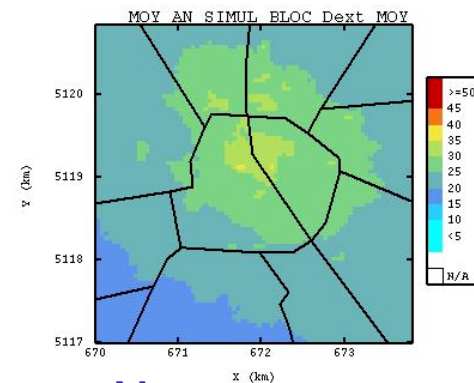
Min



Max

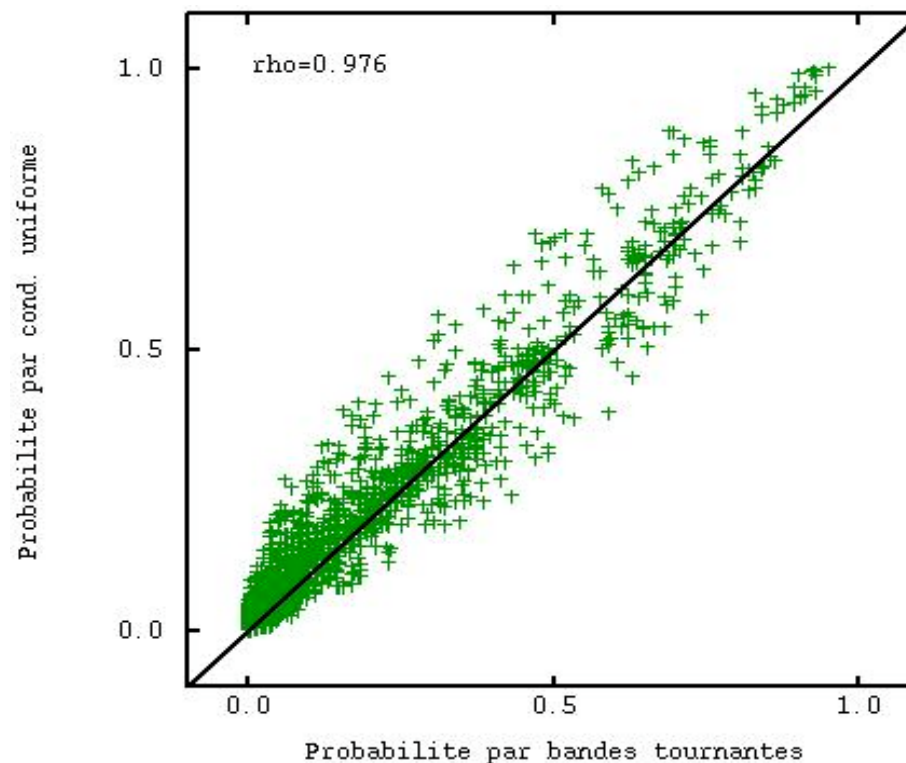
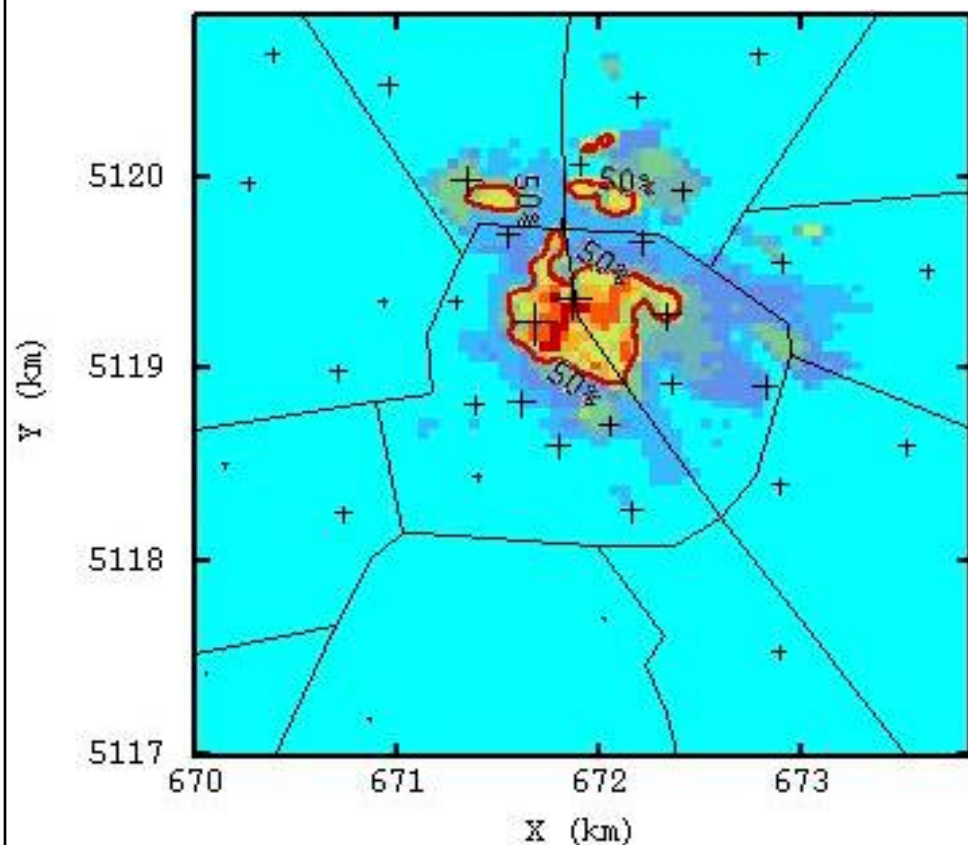


Écart



Moy

Exemple: Simulations Conditionnelles



Probabilité de dépassement obtenue par “Simulations Conditionnelles ” et comparaison avec la méthode du « Conditionnement Uniforme »

Conclusions

GNL: permettent la cartographie de la probabilité de dépassement de seuil à partir de mesures des tubes.

Limite des méthodes: la variable doit être une fonction aléatoire multigaussienne: pour tout ensemble de points $x_0, x_1, \dots, x_n$ toute combinaison linéaire $Y(x_0), Y(x_1), \dots, Y(x_n)$ est encore gaussienne.

EC (CU): rapide mise en œuvre.

SC: méthode plus flexible car permet d'appliquer plusieurs seuils, plusieurs changements de support, et permet d'introduire une relation spatiale avec autre paramètre comme la densité de population (Ex: l'estimation du risque d'exposition de population à la pollution).

Perspectives:

Tester la validité des méthodes sur d'autres polluants et autres configurations des données: modélisation des histogrammes plus dissymétriques (hors cadre gaussienne?).

Cartographie des percentiles: utilisation des simulations conditionnelles pour la reproduction de la variabilité temporelle des mesures des stations fixes.