

APPLICATION DE MODELES GRANDE ECHELLE A LA PROBLEMATIQUE REGIONALE

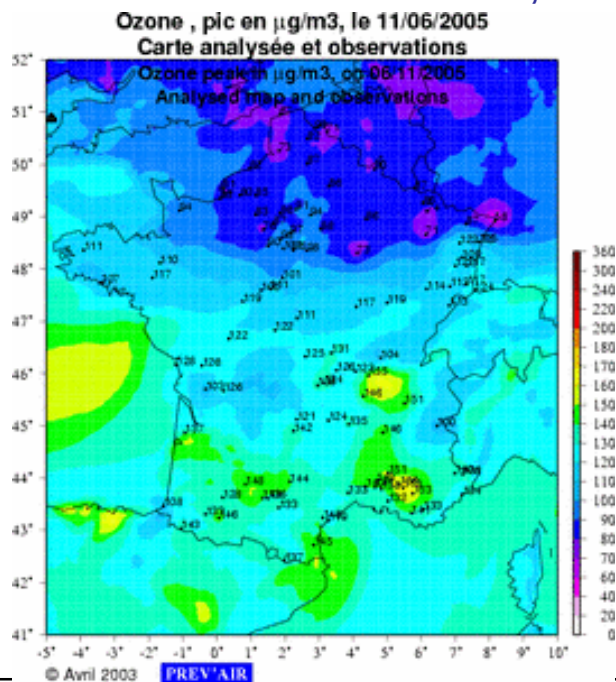
Cartographie de l'ozone et du dioxyde d'azote

Cécile Honoré – Laure Malherbe

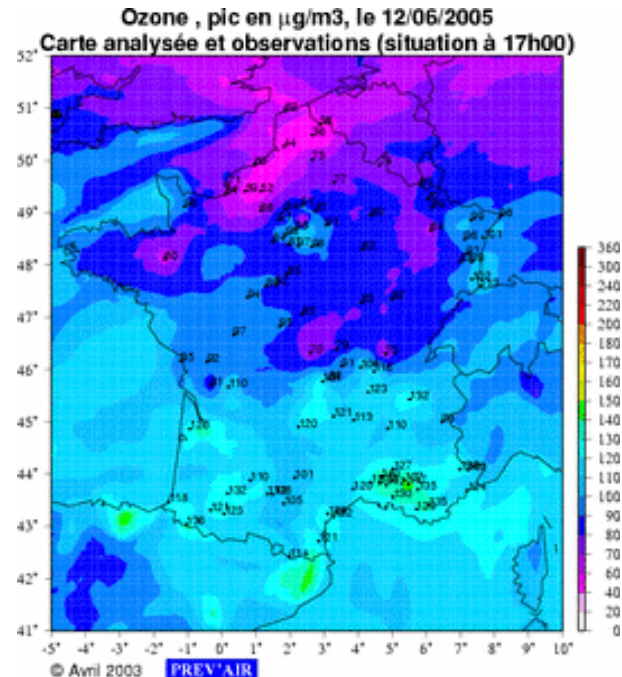
Contexte

Au début de l'été 2003, une procédure d'adaptation statistique, le **krigeage des innovations**, a été implantée dans PREV'AIR. Elle fonctionne actuellement pour l'**ozone (pic)**. Elle permet de corriger par les observations:

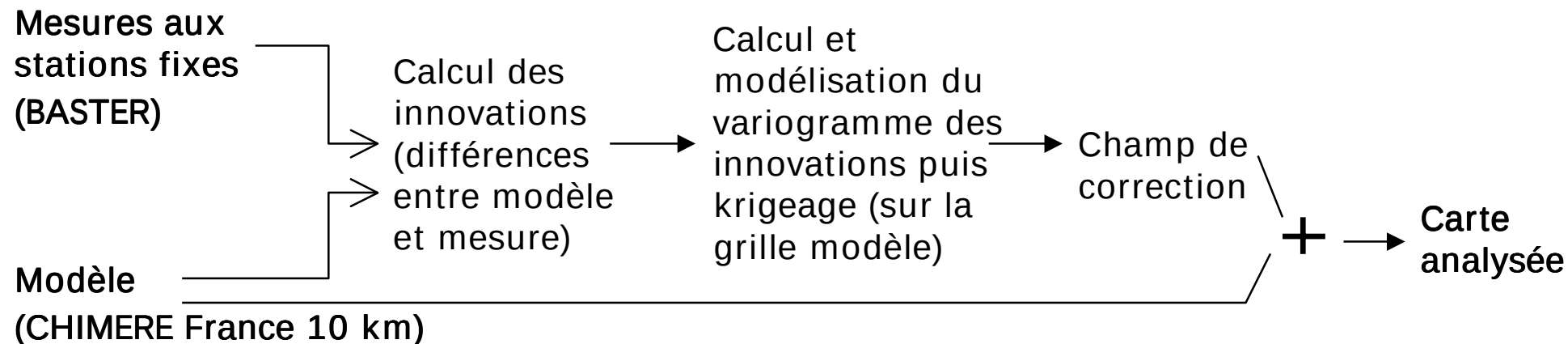
en début de matinée, la simulation de la veille;



en fin de matinée et en fin d'après-midi, la prévision du jour.



Principe du krigeage des innovations:



Objectifs de l'étude:

- Améliorer le traitement cartographique de l'ozone par une sélection plus pertinente des stations de mesure et, si nécessaire, par un meilleur choix des paramètres du krigeage.
- Etudier la faisabilité de la cartographie du dioxyde d'azote.

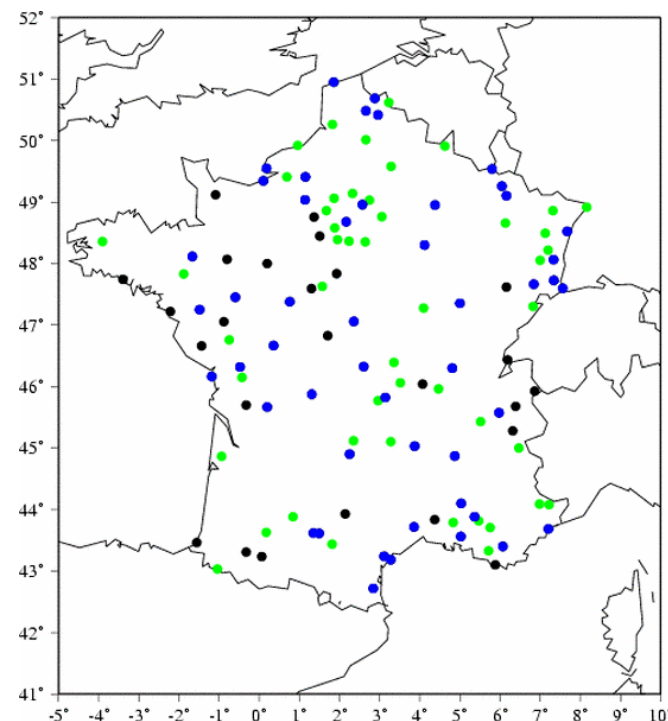
Cartographie de l'ozone

Cartographie du pic journalier

Période considérée: du 14/06 au 29/06 et du 31/07 au 14/07/2003

Choix des stations d'analyse

- Consultation de l'ensemble des AASQA
- Mode de sélection :
 - stations rurales et périurbaines sélectionnées en priorité;
 - ajout de stations urbaines représentatives de certaines phénomènes de panache;
 - ajout de stations industrielles se comportant pour l'ozone comme des stations rurales.



Analyse de sensibilité, démarche

Tests réalisés: sensibilité

- aux paramètres de calcul et de modélisation du variogramme
- à l'ajout de variables auxiliaires (en dérive externe): altitude, urbanisation
- au type de krigeage: krigeage des innovations / krigeage des observations avec CHIMERE en dérive externe.

Méthodes d'évaluation

□ Validation croisée:

On élimine temporairement une station (pic observé Z_i^a) et on y estime la concentration par krigeage (pic estimé $\hat{Z}_i^a$). Ce procédé est répété pour chaque station d'analyse.

□ Vérification sur un jeu de stations indépendant:

Aux points des stations exclues de l'analyse (pic observé Z_i^v) on effectue un krigeage des innovations (pic estimé $\hat{Z}_i^v$).

Méthodes d'évaluation (suite)

A l'issue de chaque évaluation, les scores suivants sont calculés :

Biais normalisé

Racine carrée de l'erreur quadratique moyenne,

Racine carrée de l'erreur quadratique moyenne normalisée,

Coefficient de corrélation

- jour par jour, sur l'ensemble des stations (statistiques spatiales);
- sur l'ensemble des jours et des stations (statistiques spatio-temporelles) ;
- sur l'ensemble des jours et des stations, par zone géographique (statistiques spatio-temporelles) ;
- sur l'ensemble des jours, station par station (statistiques temporelles).

(Pour la vérification, on distingue stations rurales, périurbaines et urbaines.)

Comparaison des scores entre les
différents tests



performance d'un jeu de paramètres par
rapport à un autre

Comparaison des scores entre
l'analyse et le modèle



efficacité de l'analyse pour corriger le
modèle

Analyse de sensibilité, résultats

Sensibilité aux paramètres de calcul et d'ajustement du variogramme des innovations

→ Le choix actuel de paramètres est satisfaisant.

Efficacité du krigeage des innovations par rapport au modèle

→ efficacité globale et par zone géographique du krigeage des innovations, en validation croisée et en vérification.

→ Pour quelques zones, légère dégradation du biais par rapport au modèle, mais en général, amélioration des différents indicateurs.

→ dégradation plus ou moins importante du biais normalisé par rapport au modèle pour près de la moitié des stations urbaines de vérification.

Période de calcul des scores		$BN_a/BN_m \cdot$ (%)	$RMSE_a/RMSE_m \cdot$ (%)	$NMSE_a/NMSE_m \cdot$ (%)	$\rho_a/\rho_m \cdot$ (%)
Jour par jour	Min	6.1 (min des valeurs absolues)	45.4	40.8	99.5
	Max	237.9 (max des valeurs absolues)	97.5	97.1	210.1
	Centile 80 (BN, RMSE, NMSE) Centile 20 (ρ)	73.0* (centile des valeurs absolues)	80.8*	77.4*	105.3**
Toute la période		39.3	73.2	70.5	109.8

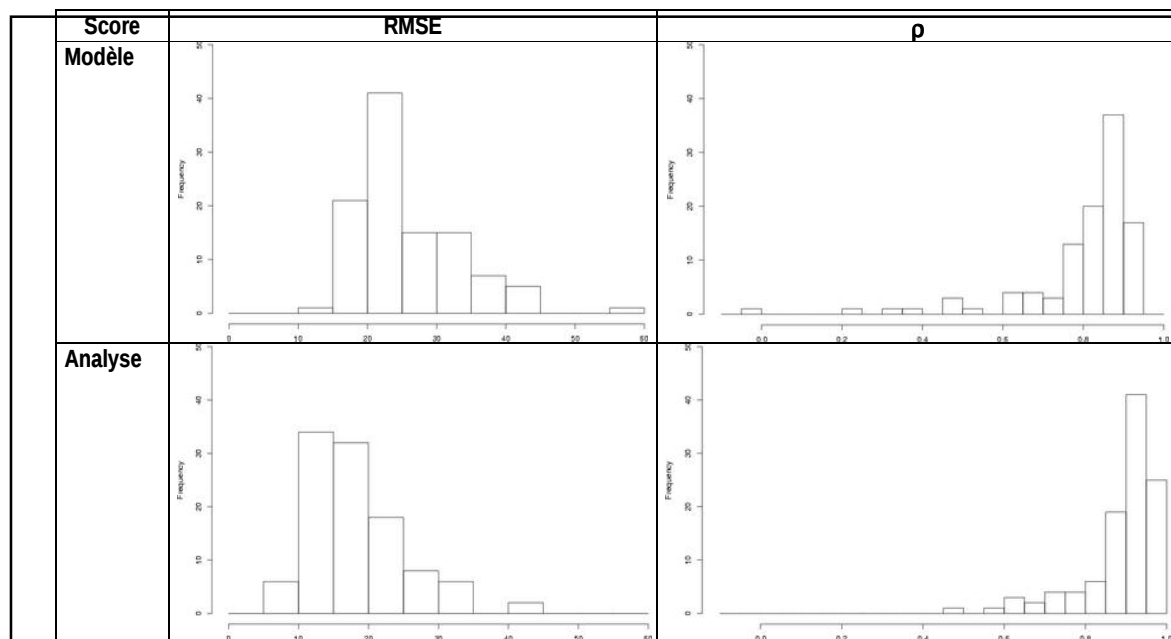
Krigeage des innovations (choix actuel de paramètres).

Statistiques des scores toutes stations confondues

Validation croisée (96 à 101 stations)

Période de calcul des scores		$BN_a/BN_m \cdot$ (%)	$RMSE_a/RMSE_m \cdot$ (%)	$NMSE_a/NMSE_m \cdot$ (%)	$\rho_a/\rho_m \cdot$ (%)
Jour par jour	Min	5.1 (min des valeurs absolues)	47.3	43.3	86.7
	Max	1435.1 (max des valeurs absolues)	110.8	107.7	444.6
	Centile 80 (BN, RMSE, NMSE) Centile 20 (ρ)	99.0 (centile des valeurs absolues)	89.5	87.5	157.7
Toute la période		48.9	77.5	75.5	108.0

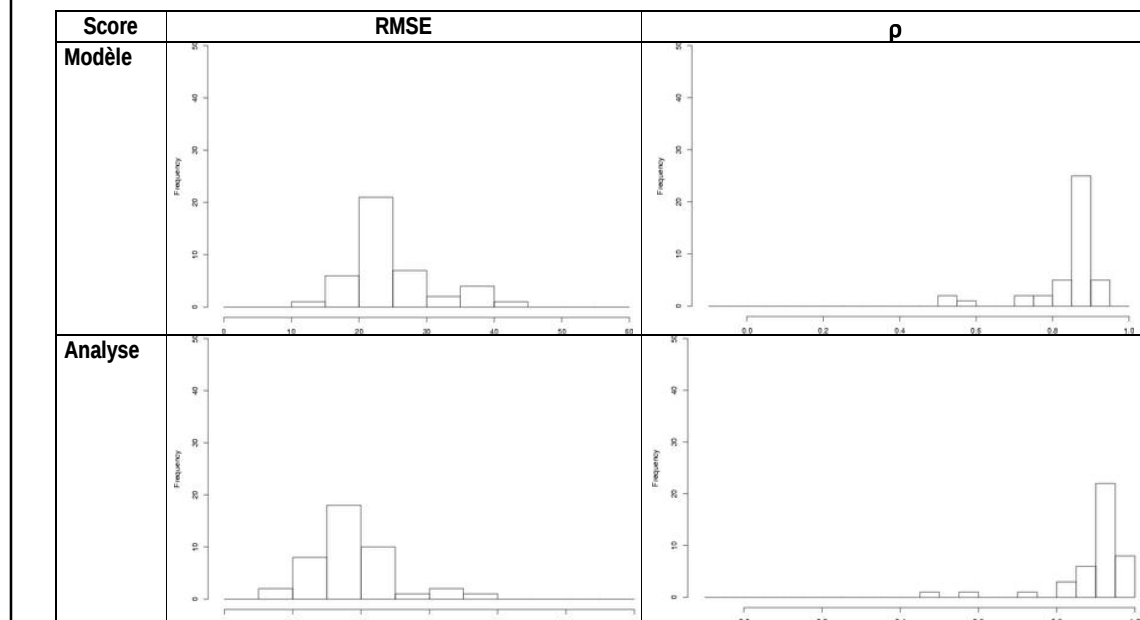
Vérification (stations périurbaines; 39 à 42 stations)



Krigeage des innovations (choix actuel de paramètres).

Histogrammes des scores calculés par station

Validation croisée



Vérification (stations périurbaines)

Sensibilité aux variables auxiliaires

Les corrélations ont été calculées jour par jour avec les variables auxiliaires:

- taux d'occupation du sol : corrélations faibles → variable non retenue
- altitude : corrélation plus élevée pour certaines journées → variable utilisée en dérive externe

→ Pas d'influence significative de l'altitude sur les résultats du krigeage
... mais scores très légèrement favorables au krigeage des innovations avec l'altitude en dérive externe.

Sensibilité au type de krigeage

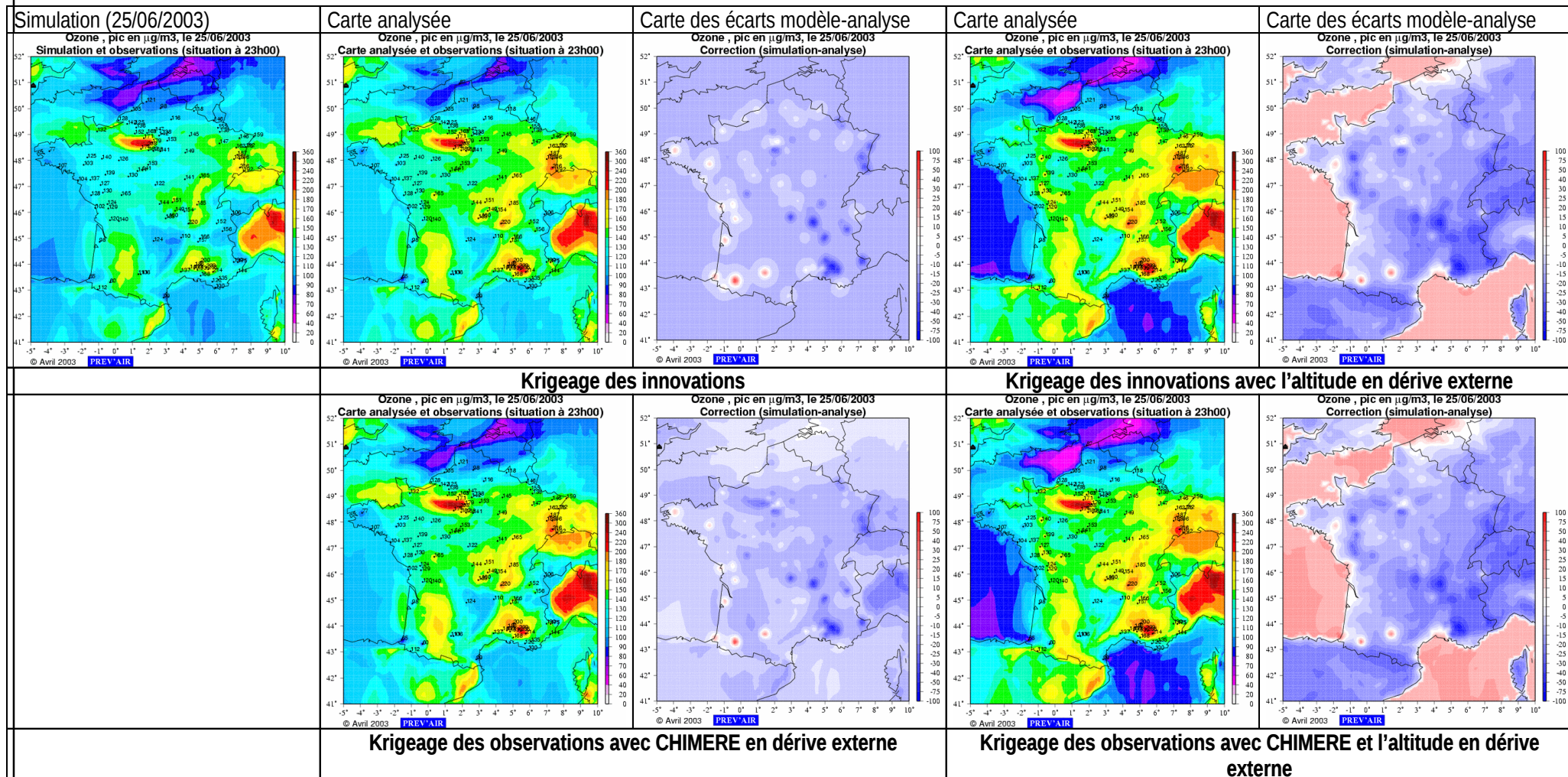
Comparaison entre le krigeage des innovations avec ou sans l'altitude en dérive externe et le krigeage des observations avec CHIMERE et éventuellement l'altitude en dérive externe.

Krigeage des innovations : on suppose que $Z(s) = \text{mod}(s) + \tilde{Z}(s)$

Krigeage des observations avec CHIMERE en dérive : on suppose que

$$Z(s) = \alpha \text{mod}(s) + \beta + R(s)$$

- Pas de différences marquées entre les krigeages.
- La structure du champ de pollution est conservée d'un test à un autre.
- Selon les cas, dégradation ou amélioration des scores par rapport au krigeage des innovations. L'erreur moyenne quadratique et la corrélation calculées sur toute la France et station par station sont légèrement plus favorables au krigeage des observations avec CHIMERE et l'altitude en dérive externe.



Cartographie du dioxyde d'azote - Etude de faisabilité

Cartographie de la moyenne journalière

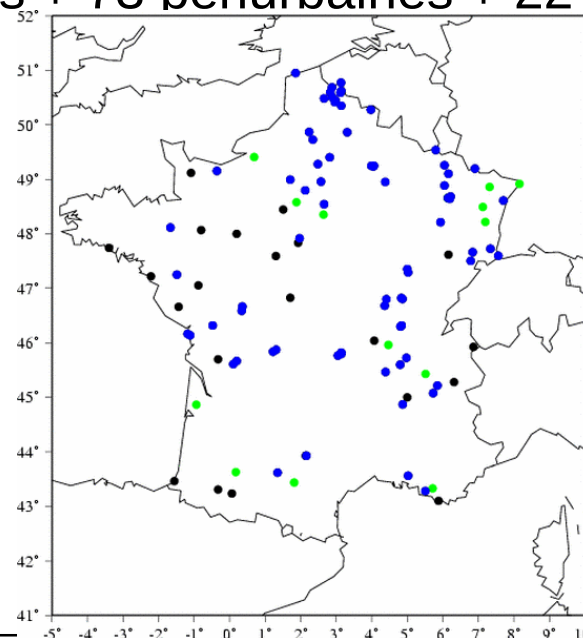
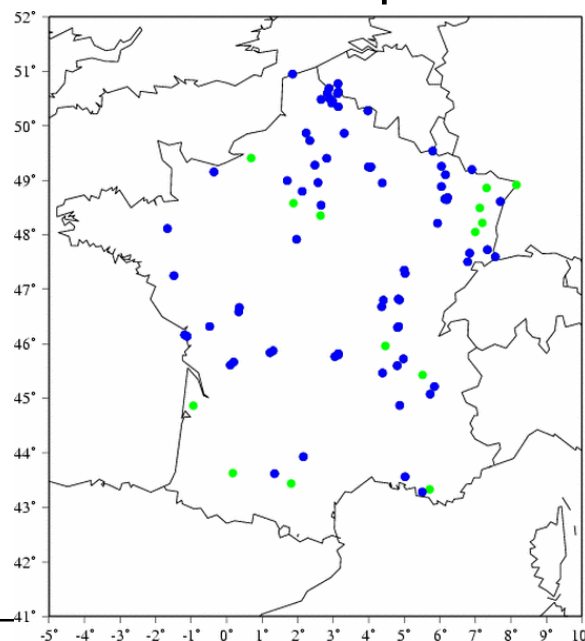
Période considérée: du 14/06 au 29/06 et du 31/07 au 14/07/2003

Choix des stations d'analyse

Deux jeux de stations considérés:

- 14 rurales + 73 périurbaines

14 rurales + 73 périurbaines + 22 urbaines



Même démarche que pour l'ozone

Variables auxiliaires utilisées: émissions de NO_x, taux d'urbanisation

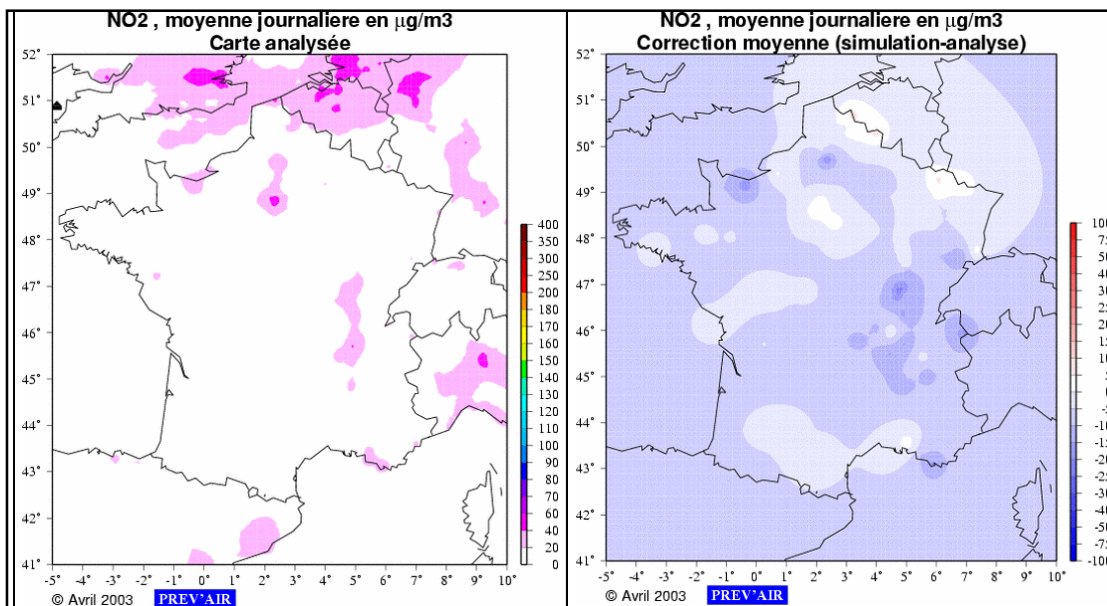
Résultats

→ Par rapport au modèle on observe une:

- **détérioration importante des concentrations journalières de NO₂ aux stations rurales**, quelles que soient la valeur des paramètres de krigeage et la méthode de krigeage utilisée.
- **amélioration des concentrations journalières de NO₂ aux stations périurbaines**. Les indicateurs calculés sur les stations périurbaines sont stables relativement aux paramètres de krigeage et à la méthode choisis. Les gains par rapport au modèle sont importants : réduction du biais de 86 à 98%; diminution de la RMSE de 20 et 25%; augmentation de la corrélation de 36 et 50%.

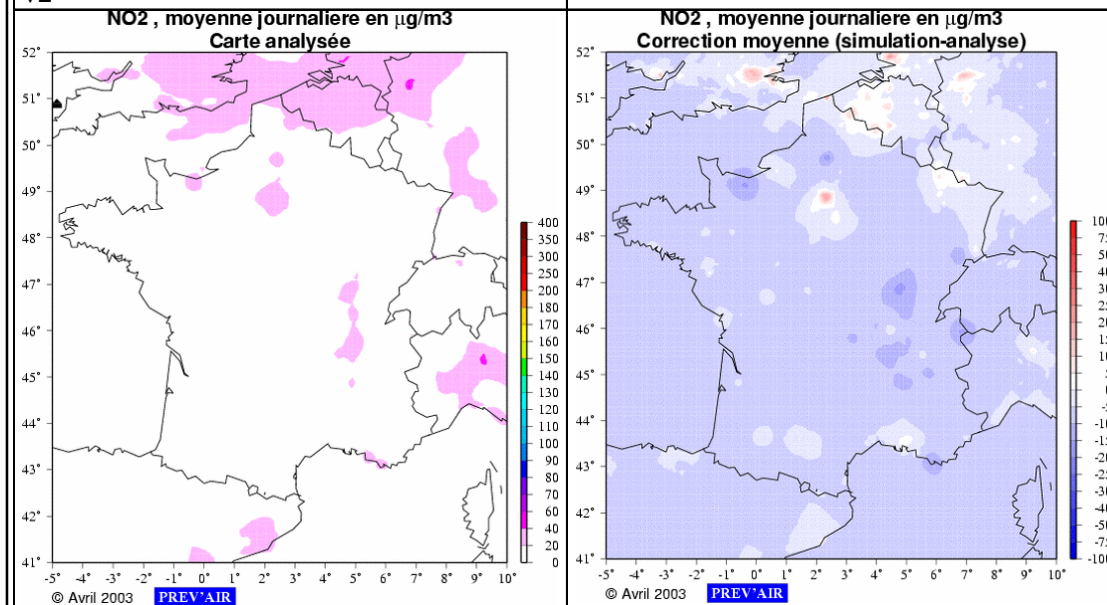
Résultats (suite)

- **amélioration des concentrations journalières de NO₂ aux *stations urbaines*.** Les gains par rapport au modèle sont importants: diminution de l'ordre de 40% de la RMSE et augmentation de la corrélation de plus de 100%. Le gain sur le biais est de l'ordre de 75%, il atteint 93% pour la méthode de krigeage des observations avec le modèle et les émissions de NO_x ou le taux d'urbanisation en dérive externe.
- Si les scores sont comparables, les champs de correction peuvent différer sensiblement d'une méthode à une autre.



v2

v2



v2.1

v2.1

Krigeage des innovations

Krigeage des innovations avec les émissions en dérive externe

→ Points à explorer

- Les conclusions sont-elles les mêmes en saison hivernale ?
- Peut-on parvenir à des résultats plus satisfaisants en calant manuellement un modèle de variogramme sur un historique des concentrations?
- Quelles sont les performances du cokrigeage avec les concentrations d'ozone?