

RAPPORT D'ÉTUDE

29/04/2005

N° 45998

**Bilan des performances des modèles mis en  
œuvre dans le cadre de PREV'AIR pendant  
l'été 2004**

# **Bilan des performances des modèles mis en œuvre dans le cadre de PREV'AIR pendant l'été 2004**

## **Evaluation sur l'ozone et le dioxyde d'azote**

INERIS – Direction des Risques Chroniques

Client: Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Cécile Honoré, Anne Dufour (Météo France)

## PREAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	Cécile HONORÉ	Laurence ROUÏL	Martine RAMEL
<b>Qualité</b>	Ingénieur Etudes et Recherches Direction des Risques Chroniques	Ingénieur Etudes et Recherches Direction des Risques Chroniques	Déléguée Scientifique Direction des Risques Chroniques
<b>Visa</b>			

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
1.1 Contexte et objectifs.....	5
1.2 Filières de calcul mises en œuvre dans le cadre de PREV'AIR pendant l'été 2004 .....	5
1.3 Démarche adoptée.....	6
1.4 Plan du rapport.....	9
<b>2. EVALUATION SUR L'OZONE .....</b>	<b>11</b>
2.1 AWM / MOCAE, Ozone.....	11
2.1.1 Indicateurs statistiques sur les pics journaliers .....	11
2.1.2 Histogrammes des erreurs.....	14
2.1.3 Prévision des dépassements de seuils .....	16
2.1.4 Indicateurs statistiques sur les concentrations horaires.....	19
2.2 CFM / MOCAF, Ozone .....	24
2.2.1 Indicateurs statistiques sur les pics journaliers .....	24
2.2.2 Histogrammes des erreurs.....	27
2.2.3 Prévision des dépassements de seuils .....	29
2.2.4 Indicateurs statistiques sur les concentrations horaires.....	32
2.3 ASCFM / ASMOCAF, Ozone.....	36
2.3.1 Indicateurs statistiques (cartes 2D).....	36
2.3.2 Indicateurs statistiques (sorties brutes).....	40
2.3.3 Histogrammes des erreurs.....	45
2.3.4 Prévision des dépassements de seuils .....	47
<b>3. EVALUATION SUR LE DIOXYDE D'AZOTE .....</b>	<b>51</b>
3.1 AWM / MOCAE, Dioxyde d'azote .....	51
3.1.1 Indicateurs statistiques sur les moyennes journalières.....	51
3.1.2 Indicateurs statistiques sur les concentrations horaires.....	55
3.2 CFM / MOCAF, Dioxyde d'azote .....	59
3.2.1 Indicateurs statistiques sur les moyennes journalières.....	59
3.2.2 Indicateurs statistiques sur les concentrations horaires.....	63

<b>4. CONCLUSIONS.....</b>	<b>67</b>
4.1 Synthèse des résultats sur l'ozone .....	67
4.1.1 Prévission des dépassements de seuils .....	67
4.1.2 Indicateurs statistiques .....	68
4.1.3 Indicateurs statistiques région par région .....	70
4.1.4 Histogrammes des erreurs.....	71
4.2 Synthèse des résultats sur le dioxyde d'azote.....	71
4.2.1 Indicateurs statistiques .....	71
4.2.2 Indicateurs statistiques région par région .....	73
<b>5. LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>75</b>

# **1. INTRODUCTION**

## **1.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS**

Le système PREV'AIR a pour objet de délivrer quotidiennement sur Internet des informations relatives à la qualité de l'air - prévue et observée- en France et en Europe: des cartes des concentrations d'ozone, de dioxyde d'azote et de particules sont mises à disposition du grand public; des données numériques des concentrations de polluants sont délivrées à différents utilisateurs, acteurs à divers titres de la surveillance de la qualité de l'air en France et en Europe. En particulier, les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) sont destinataires de ces données numériques de prévision de la qualité de l'air, qu'elles traitent de façon diverse selon leurs besoins, afin de contribuer à prévoir et surveiller localement la qualité de l'air dans leur région de compétence.

Durant l'été 2004, du 15 juin au 15 septembre, différents types de données ont ainsi été mis à disposition du public et des utilisateurs, issus des modèles de simulation de la qualité de l'air CHIMERE (IPSL/CNRS-INERIS) et MOCAGE (Météo France/CNRM). Une évaluation des performances de ces modèles a été effectuée en temps réel, en confrontant les sorties numériques aux observations disponibles. Le résultat de cette évaluation était disponible en permanence sur le serveur PREV'AIR, par le biais de tableaux synthétiques et de cartes d'indicateurs statistiques.

A l'issue de la période estivale, il est utile de dresser un bilan des performances des modèles mis en œuvre dans le cadre du système PREV'AIR pendant l'été 2004, avec un double objectif:

- Evaluer région par région leur capacité à prévoir et simuler l'évolution de la qualité de l'air
- Comparer région par région leurs performances.

Notons que l'été 2004 fut faiblement pollué avec seulement deux légers épisodes et une seule région, la région PACA, plus sévèrement touchée. L'inter évaluation des deux modèles CHIMERE et MOCAGE se poursuivra dans le cadre du système PREV'AIR.

## **1.2 FILIERES DE CALCUL MISES EN ŒUVRE DANS LE CADRE DE PREV'AIR PENDANT L'ETE 2004**

Deux filières de calcul ont fonctionné de façon opérationnelle pendant l'été 2004, afin d'alimenter le serveur PREV'AIR. Au sein de chacune de ces filières, les modèles ont été mis en œuvre selon plusieurs configurations. On renvoie le lecteur à l'annexe 1 pour plus de détails sur les deux filières.

La filière CHIMERE est exploitée à l'INERIS :

- Modèle AWM: prévision des concentrations de particules à l'échelle européenne, basse résolution ( $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ , soit environ  $50\text{km} \times 50\text{km}$ );
- Modèle CFM: prévision des concentrations d'ozone et de dioxyde d'azote à l'échelle de la France, haute résolution ( $0.15^{\circ} \times 0.10^{\circ}$ , soit environ  $10\text{km} \times 10\text{km}$ ).

La différence entre ces deux modèles provient aussi de la prise en compte ou non de la microphysique des aérosols (prise en compte dans la configuration AWM, tandis que CFM met en œuvre la chimie gazeuse seule). La version CFM fonctionnait en imbrication ("one way nesting") avec le modèle CWM (chimie gazeuse seule), délivrant des prévisions d'ozone et de dioxyde d'azote à l'échelle européenne.

La filière MOCAGE est mise en œuvre à Météo France. Les données de prévision ont été transmises quotidiennement à l'INERIS, où elles ont fait l'objet d'un post traitement (mise au format "PREV'AIR", réalisation des cartes...) :

- Modèle MOCAG: prévision des concentrations d'ozone à l'échelle globale, très basse résolution ( $4^\circ \times 4^\circ$ );
- Modèle MOCAE: prévision des concentrations d'ozone et de dioxyde d'azote à l'échelle européenne, basse résolution ( $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ );
- Modèle MOCAF: prévision des concentrations d'ozone et de dioxyde d'azote à l'échelle de la France, haute résolution ( $0.10^\circ \times 0.10^\circ$ ).

Dans la filière MOCAGE, seule la chimie gazeuse est prise en compte. Les différentes configurations fonctionnent en imbrication les unes par rapport aux autres ("two way nesting").

En plus de ces sorties numériques "brutes", des prévisions, adaptées statistiquement (cf. annexe 2), et portant sur les concentrations d'ozone de surface ont été délivrées sous forme de cartes.

### **1.3 DEMARCHE ADOPTEE**

L'évaluation des performances des différents modèles est faite à l'aide des observations disponibles sur la France via BASTER. On s'intéresse dans le présent rapport aux performances des modèles en ce qui concerne l'ozone et le dioxyde d'azote, pendant la période d'astreinte du système PREV'AIR (15/06/2004 - 15/09/2004). Les sorties des modèles sont comparées pour le premier jour de la prévision, J+0.

Les performances des modèles sont évaluées sur la base d'indicateurs statistiques classiques, à partir des comparaisons des séries temporelles observées et simulées, après interpolation bi linéaire des sorties modèles aux points de mesure (concernant l'influence de l'interpolateur spatial utilisé, cf. l'annexe 3). L'évaluation est faite sur le pic journalier des concentrations d'ozone et la moyenne journalière des concentrations de dioxyde d'azote, ainsi que sur les concentrations horaires de ces deux polluants.

Les indicateurs statistiques calculés pour chacun des modèles sont les suivants:

- Le biais absolu (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est la moyenne des différences absolues entre concentrations observées et calculées par les modèles ; il caractérise leur accord du point de vue des valeurs moyennes;
- La racine carrée de l'erreur quadratique absolue moyenne (RMSE, en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) caractérise l'accord des sorties modèles avec les observations, en prenant en compte l'effet de biais;

- La racine carrée de l'erreur quadratique absolue centrée moyenne (RcMSE, en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), définie par  $RcMSE^2 = RMSE^2 - Biais^2$ , caractérise l'accord des sorties modèles avec les observations en s'affranchissant des effets de biais. Il s'agit de la RMSE calculée sur les séries centrées, i.e. auxquelles on a préalablement retranché leur valeur moyenne;
- La corrélation (sans unité) caractérise l'accord des sorties modèles avec les observations du point de vue de la tendance d'évolution, indépendamment des écarts absolus pouvant exister entre les séries de valeurs;
- La variabilité des sorties modèle par rapport à celle des observations (sans unité). Il s'agit du rapport des écarts types des données modèles et des observations.

Pour l'ozone, les histogrammes des erreurs absolues (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ont également été construits.

Enfin, on a évalué les pourcentages suivants:

- BP+ = % de prévisions au-delà d'un seuil donné, pour lesquelles les observations correspondantes sont également au-delà du seuil
- BP- = % de prévisions en deçà d'un seuil donné, pour lesquelles les observations correspondantes sont également en deçà du seuil
- ND (non-dépassement à tort) = % de prévisions en deçà d'un seuil donné, pour lesquelles les observations correspondantes sont au-delà du seuil
- FA (fausse alerte) = % de prévisions au-delà d'un seuil donné, pour lesquelles les observations correspondantes sont en deçà du seuil

Schématiquement, ces pourcentages correspondent à la table, dite « table de contingence », suivante :

	Observations < Seuil (Nobs-)	Observations > Seuil (Nobs+)
Sorties modèles < Seuil	BP- (% par rapport à Nobs-)	ND (% par rapport à Nobs+)
Sorties modèles > Seuil	FA (% par rapport à Nobs-)	BP+ (% par rapport à Nobs+)

Les relations suivantes sont vérifiées :

- $(BP+) + (ND) = 100\%$
- $(BP-) + (FA) = 100\%$
- $(BP+) + (BP-)$  diffère de 100% (car ces pourcentages ne sont pas calculés sur le même jeu d'observations).

Enfin, on définit BP, pourcentage de bonnes prévisions par rapport à un seuil donné, par  $BP = [(BP-) \cdot (Nobs-) + (BP+) \cdot (Nobs+)] / [(Nobs-) + (Nobs+)]$ .



Par rapport aux objectifs annoncés au paragraphe 1.1, on a évalué les différents produits de sortie mis à disposition du public et des utilisateurs, à savoir les cartes des concentrations de polluants en surface, pour les configurations suivantes des modèles:

- Echelle européenne: AWM / MOCAE
- Echelle française: CFM / MOCAF

Pour chaque type de configuration, les modèles ont été comparés sur un même jeu d'observations.

Pour le calcul des indicateurs statistiques, huit régions ont été définies, à partir des zones de compétence des AASQA:

1. Région Nord (Air Normand, AREMASSE, OPAL'AIR, AREMA, ATMO Picardie et AREMARTOIS);
2. Région Ouest (AIRCOM, Air Breizh, Air Pays de la Loire et ATMO Poitou-Charentes);
3. Région "Grand Bassin Parisien" (AIRPARIF, LIG'AIR et ATMOSF'AIR Bourgogne);
4. Région Nord-Est (AERFOM, ARPAM, ATMO Champagne-Ardenne, ASPA, ASQAB, ESPOL et AIRLOR)
5. Région Centre (ATMO Auvergne et LIM'AIR)
6. Région "Rhône-Alpes" (ASCOPARG, COPARLY, SUPAIRE, AMPASEL, L'air de l'Ain et des pays de Savoie et ASQUADRA)
7. Région Sud-Ouest (ORAMIP et AIRAQ)
8. Région Sud-Est (AIRFOBEP, AIRMARAIX, QUALITAIR et AIR Languedoc-Roussillon)

Les indicateurs statistiques ont été calculés :

- sur chacune des stations des huit régions, les statistiques<sup>1</sup> indiquant alors, pour chaque station, l'accord *temporel* des sorties modèles avec les observations ;
- toutes stations confondues pour chacune des huit régions, les statistiques indiquant l'accord *spatio-temporel* des sorties modèles avec les observations, *en moyenne sur chaque région*;
- toutes stations confondues sur l'ensemble des régions, les statistiques indiquant l'accord *spatio-temporel* des sorties modèles avec les observations, *en moyenne sur la France*.

---

<sup>1</sup> Ces statistiques ne figurent pas dans le présent rapport mais peuvent être mises à disposition sur demande.

## 1.4 PLAN DU RAPPORT

Le paragraphe 2 présente les résultats de l'inter comparaison des modèles pour l'ozone. On présente les résultats des comparaisons des pics d'ozone et des concentrations horaires (sauf pour l'adaptation statistique pour laquelle seuls les pics sont disponibles pour les deux modèles).

Le paragraphe 3 présente les résultats de l'inter comparaison des modèles pour le dioxyde d'azote. Les résultats des comparaisons concernent les concentrations moyennes journalières de dioxyde d'azote et les concentrations horaires.

Les résultats sont présentés toutes observations confondues (en distinguant le type de stations de mesure: rural, périurbain et urbain) et région par région (toujours en distinguant le type des stations). Tous les résultats numériques figurent dans les tableaux en annexe.

Enfin, le paragraphe 4 présente la synthèse de l'exercice d'inter comparaison.

Remarque : dans la suite, les écarts relatifs entre les scores sont présentés, exprimés sous la forme  $\text{SCORES\_CHIMERE}/\text{SCORES\_MOCAGE} \times 100$ . Cette formulation est synthétique, mais ne dispense pas de se référer aux valeurs absolues des scores. En effet, si l'on prend l'exemple d'un rapport entre biais de 75%, cela peut correspondre à la situation suivante : biais de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'un des modèles et de  $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'autre. En considérant une valeur moyenne de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ce n'est pas un écart significatif. Dans ce cas, on parlera de biais faibles. On a essayé autant que possible de mentionner lorsque l'écart entre les scores est peu significatif.



## 2. EVALUATION SUR L'OZONE

### 2.1 AWM / MOCAE, OZONE

#### 2.1.1 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES PICS JOURNALIERS

- Le modèle CHIMERE réalise de meilleures performances que MOCAGE pour tous les types de stations et pour tous les indicateurs à l'exception de la variabilité, et du biais sur les stations urbaines.

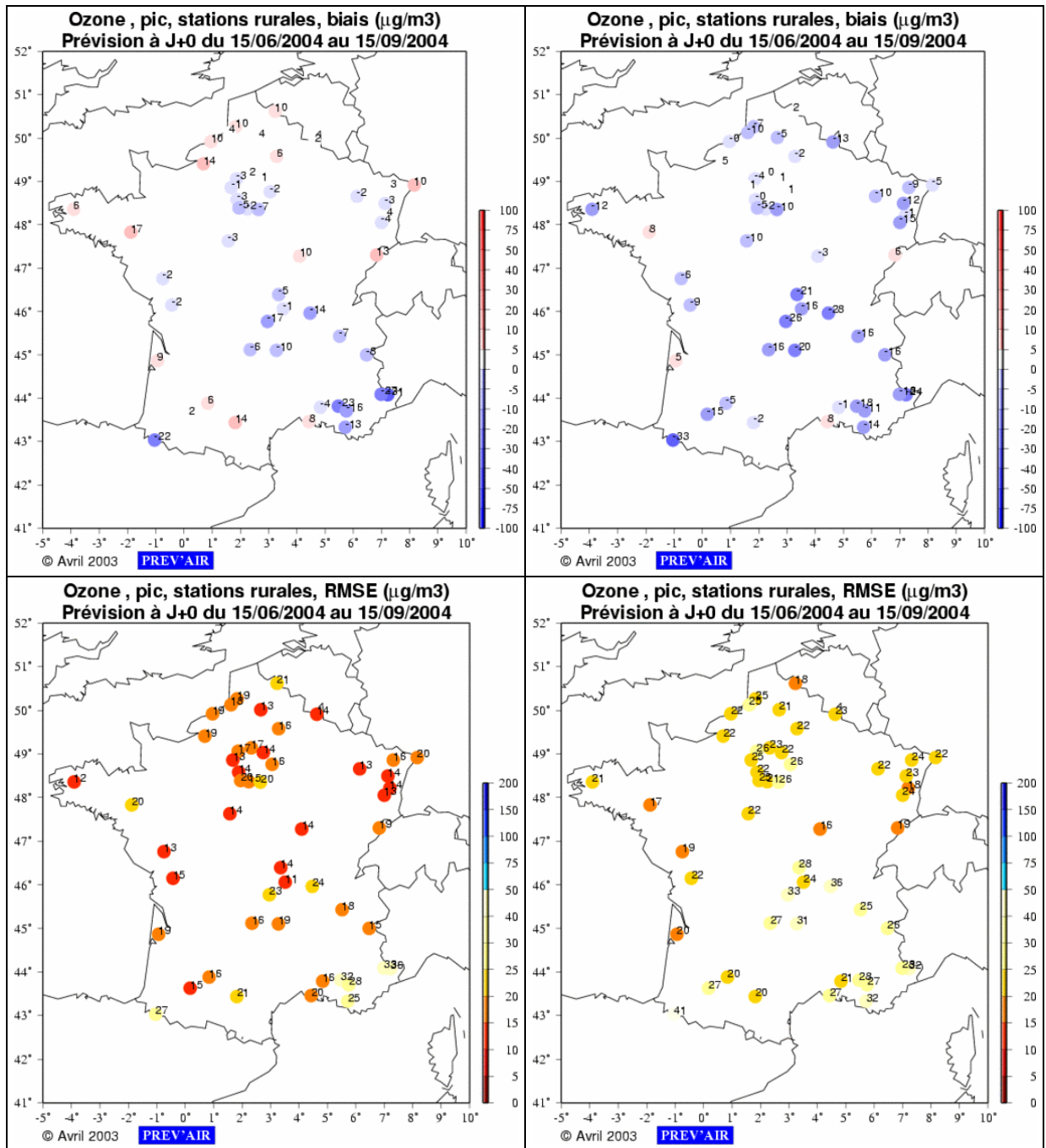
	Obs.				AWM				MOCAE			
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	105.6	4067	103.7	-1.9	19.0	0.78	0.81	97.2	-8.3	24.8	0.84	0.70
Périurbaines	102.1	8897	103.8	1.7	17.4	0.83	0.83	96.0	-6.2	24.0	0.86	0.69
Urbaines	99.8	16870	104.5	4.7	19.1	0.84	0.80	97.3	-2.5	25.2	0.94	0.64

Toutes régions confondues,

- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE d'environ 75% sur les stations rurales et périurbaines; deux fois plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations urbaines (4.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  contre - 2.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
  - CHIMERE sous-estime légèrement les concentrations rurales, et surestime les concentrations périurbaines et urbaines; MOCAGE sous-estime les concentrations sur tous les types de stations.
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE d'environ 25%.
- RcMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 20 à 25%):

	AWM	MOCAE
Type stations	RcMSE	RcMSE
Rurales	18.9	23.4
Périurbaines	17.3	23.2
Urbaines	18.5	25.1

- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 15 à 25%.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 20 à plus de 100%, sans excéder 22% par rapport aux observations).



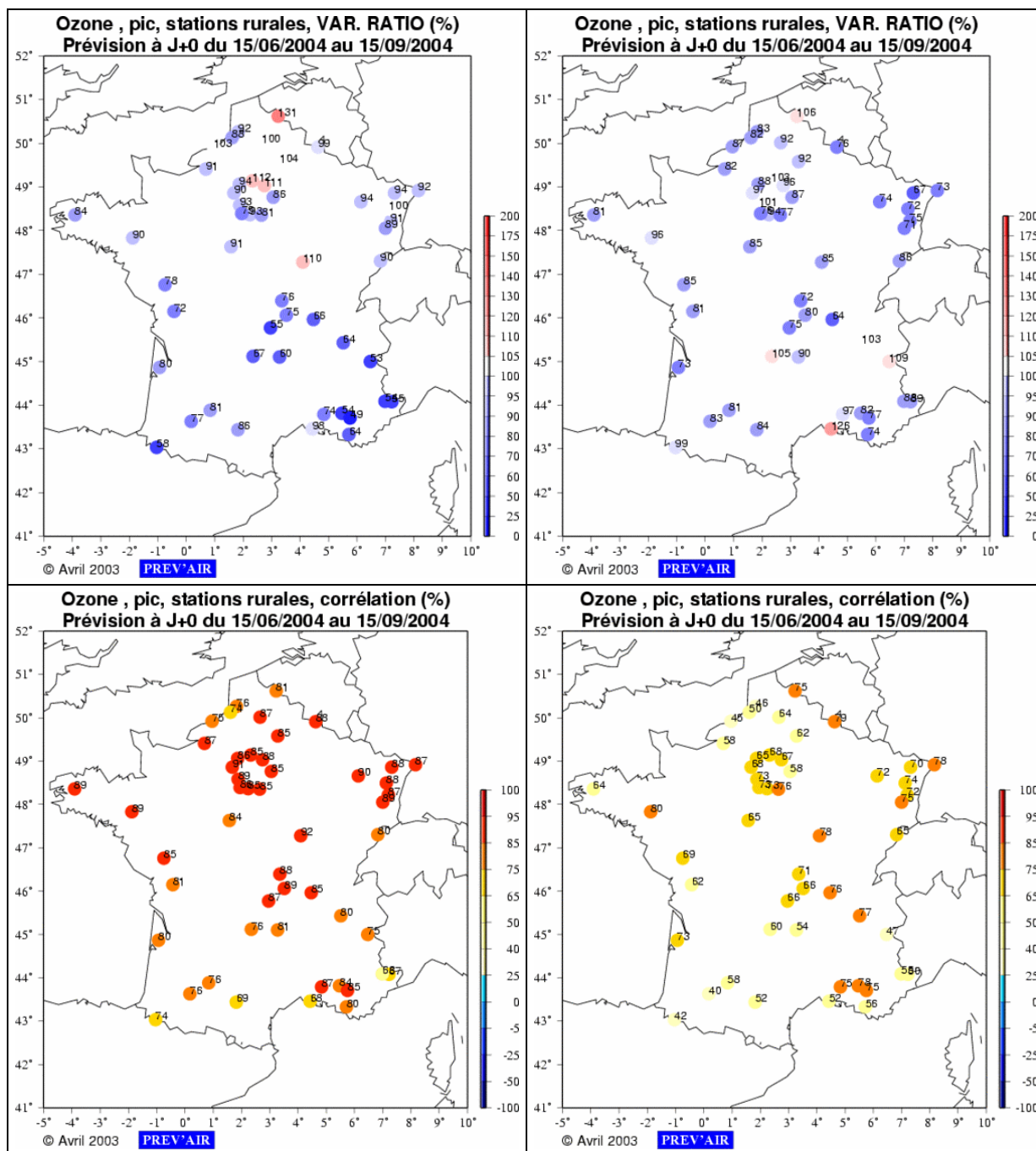


Figure 2-1 Indicateurs statistiques (biais, RMSE, variabilité et corrélation) calculés pour le pic d'ozone prévu à J+0 entre le 15/06/2004 et le 15/09/2004, sur chacune des stations rurales disponibles. Les figures de gauche sont relatives au modèle CHIMERE à l'échelle européenne; celles de droite au modèle MOCAGE à l'échelle européenne. Les biais, RMSE sont en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; les variabilités et corrélations en %.

Région par région:

- Biais :
  - en valeur absolue, en général plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations rurales et périurbaines ; plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations urbaines des régions GBP, N, NE et O, sans dépasser  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- MOCAGE sous-estime les concentrations sur tous les types de stations (sauf urbaines des régions GBP – biais de 1.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – et SSE – biais de 9.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- CHIMERE sous-estime les concentrations rurales dans certaines régions (GBP, CENTRE, RHONEALPES et SSE, par ordre de biais de plus en plus négatif) et les surestime dans d'autres (8.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans la région N). Les régions dans lesquelles les concentrations rurales sont les plus fortement sous estimées sont les mêmes pour les deux modèles : CENTRE, RHONEALPES et SSE (par ordre de biais de plus en plus négatif).
- CHIMERE surestime en général les concentrations périurbaines, sauf pour les régions SSE, CENTRE et RHONEALPES, par ordre de biais de plus en plus négatif.
- CHIMERE surestime les concentrations urbaines, sauf pour la région RHONEALPES (biais de  $-2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Dans cette région, les concentrations calculées par MOCAGE sont sous estimées de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 14 à 40%), sauf sur les stations rurales de la région SSE, pour lesquelles les deux modèles ont pratiquement la même RMSE (de l'ordre de 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), qui figure d'ailleurs parmi les plus élevées.
- RcMSE toujours plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 9 à 36%).
- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 10 à 68%.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est presque toujours plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci plus élevé tantôt pour CHIMERE, tantôt pour MOCAGE (atteint respectivement 40% et 32%).

### 2.1.2 HISTOGRAMMES DES ERREURS

Les figures ci-dessous représentent la distribution (en %) des erreurs moyennes (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le pic d'ozone, sur les stations périurbaines. On présente les figures pour différents seuils au-delà desquels sont prises en compte les observations: 0 (toutes observations), 120, 150 et 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (pics observés au-delà de 120, 150 et 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Le nombre d'observations prises en compte est respectivement de 8897, 2484, 726 et 150; on considère 15 classes de largeur 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre 0 et 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 3 classes au-delà (erreurs de 75 à 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , de 100 à 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et de 200 à 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

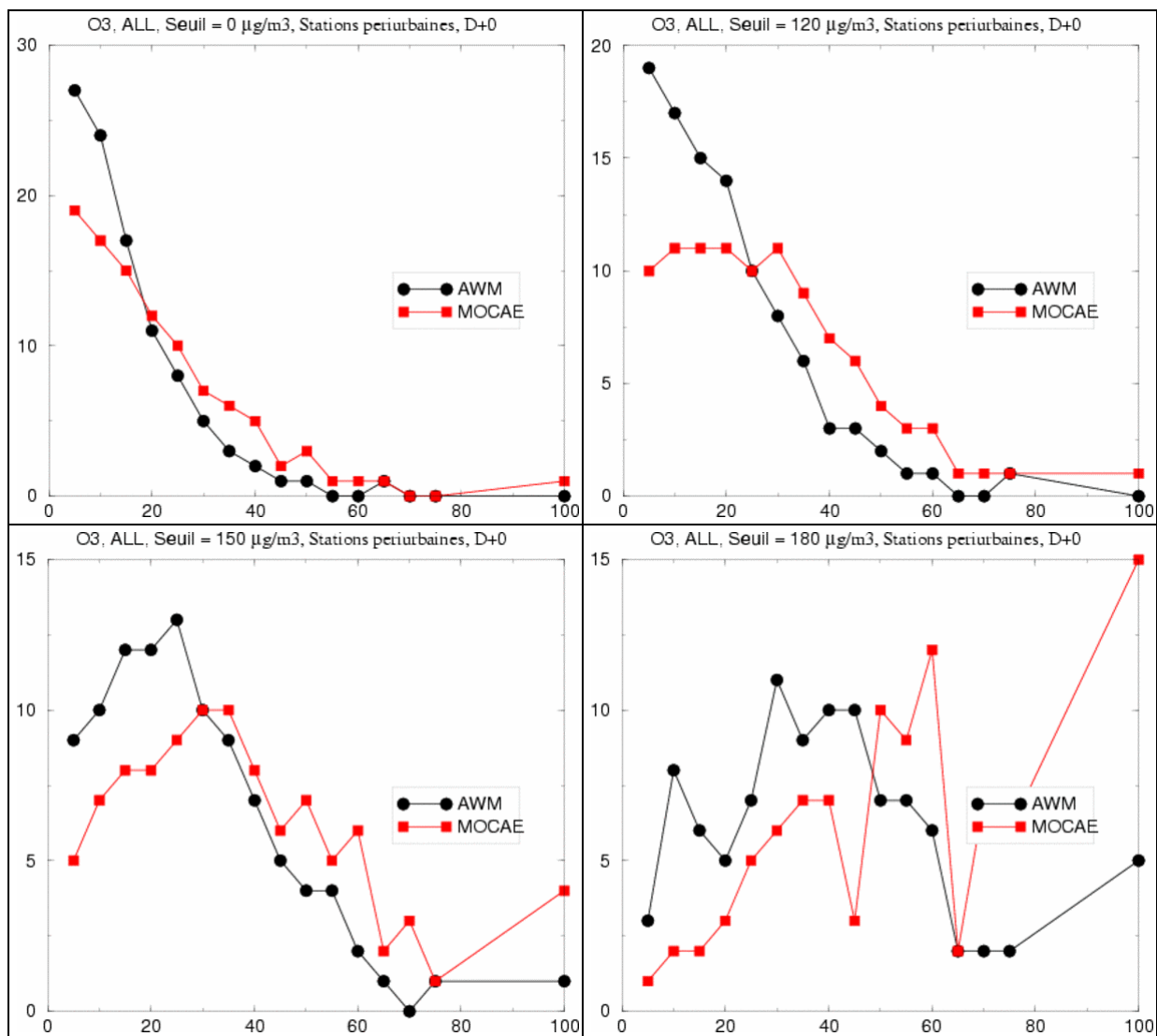


Figure 2-2 Distribution des erreurs moyennes (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le pic d'ozone prévu à J+0 sur les stations périurbaines, pour le modèle CHIMERE (en noir) et le modèle MOCAGE (en rouge) à l'échelle européenne. La distribution des erreurs est représentée pour toutes les observations du pic (en haut à gauche); les observations supérieures à 120 (en haut à droite), 150 (en bas à gauche) et 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (en bas à droite).

Ces figures mettent en évidence, en dessous du seuil de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , une distribution des erreurs moyennes sur le pic d'ozone qui est maximale entre 0 et 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les deux modèles: de 27% pour CHIMERE contre 19% pour MOCAGE; pour les pics d'ozone au-delà de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'erreur est de 19% pour CHIMERE contre 10% pour MOCAGE.

La distribution est plus "concentrée" autour des faibles erreurs pour CHIMERE que pour MOCAGE: 80% des erreurs sur les pics d'ozone sont inférieures à 21% pour CHIMERE et à 29% pour MOCAGE; 80% des erreurs sur les pics d'ozone au-delà de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sont inférieures à 19% pour CHIMERE et à 28% pour MOCAGE.



Au-delà du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, le maximum d'erreur se déplace pour les deux modèles vers des valeurs plus élevées: 20-25 µg/m<sup>3</sup> pour CHIMERE (13% des erreurs sur le pic d'ozone sont dans cette gamme de valeurs) contre 25-30 µg/m<sup>3</sup> pour MOCAGE (10% des erreurs sur le pic d'ozone sont dans cette gamme de valeurs).

Au-delà du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, le nombre d'observations est faible.

Les histogrammes d'erreurs sur les stations rurales ou urbaines sont très similaires à ceux établis pour les stations périurbaines. Seules les valeurs changent.

### 2.1.3 PREVISION DES DEPASSEMENTS DE SEUILS

Type stations	Obs.		AWM					MOCAGE				
Seuil = 120	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
Rurales	1279	2788	62.9	94.0	84.2	37.1	6.0	51.4	94.9	81.2	48.6	5.1
Périurbaines	2484	6413	69.0	93.3	86.5	31.0	6.7	51.7	93.9	82.1	48.3	6.1
Urbaines	4260	12610	71.5	90.5	85.7	28.5	9.5	56.4	90.5	81.9	43.6	9.5
Seuil = 150												
Rurales	400	3667	34.3	97.9	91.6	65.8	2.1	24.0	98.3	91.0	76.0	1.7
Périurbaines	726	8171	42.7	97.4	93.0	57.3	2.6	22.9	97.9	91.8	77.1	2.1
Urbaines	1136	15734	43.3	96.9	93.3	56.7	3.1	28.3	96.8	92.2	71.7	3.2
Seuil = 180												
Rurales	94	3973	7.4	99.5	97.3	92.6	0.5	3.2	99.7	97.5	96.8	0.3
Périurbaines	150	8747	14.7	99.2	97.8	85.3	0.8	6.0	99.7	98.2	94.0	0.3
Urbaines	230	16640	13.5	99.3	98.2	86.5	0.7	13.5	99.5	98.3	86.5	0.5

Le pourcentage de bonnes prévisions (BP) est meilleur pour CHIMERE que pour MOCAGE pour tous les types de stations et les seuils de 120 et 150 µg/m<sup>3</sup>. L'écart de performances entre modèles est au maximum respectivement de 5% et de 1%. Pour le seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, l'écart entre les modèles est très faible (de 0.5% au maximum) ; les performances de MOCAGE sont légèrement supérieures à celles de CHIMERE.

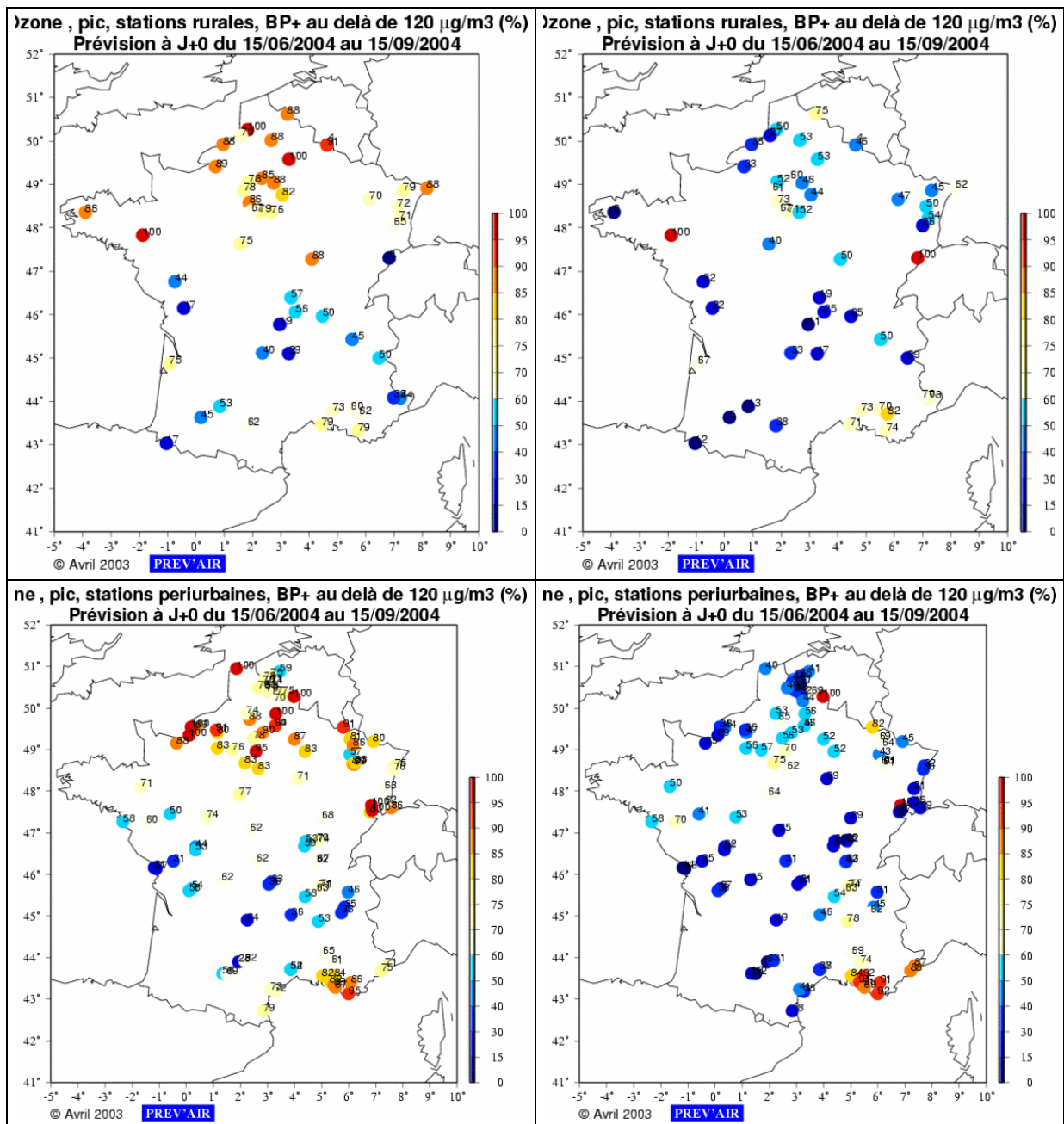
En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions au-delà d'un seuil (BP+), les écarts de performances entre modèles sont plus marqués, et CHIMERE réalise de meilleures performances que MOCAGE:

- pour le seuil de 120 µg/m<sup>3</sup>, CHIMERE prévoit correctement les dépassements dans environ 69% des cas, contre environ 54% pour MOCAGE; l'écart de performances entre modèles est plus marqué (de l'ordre de 16-17%) pour les stations périurbaines et urbaines.
- pour le seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, ces pourcentages sont respectivement de 41% et 26%; l'écart de performances entre modèles est plus marqué (de l'ordre de 15-20%) pour les stations périurbaines et urbaines.
- pour le seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, ils tombent à 13% et 9%.

Le pourcentage de bonnes prévisions au-delà d'un seuil diminue donc avec le seuil. Il est médiocre pour les deux modèles au-delà de 180 µg/m3.

Compte tenu des relations existant entre les indicateurs BP+ et ND d'une part et BP- et FA d'autre part, on obtient les conclusions suivantes:

- Pour tous les seuils, CHIMERE crée moins de non-dépassements à tort que MOCAGE.
- Le pourcentage de non-dépassements pour CHIMERE varie de 31% à 87% lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180 µg/m3; il varie de 46% à 91% pour MOCAGE.
- Le pourcentage de fausses alertes varie de 8% à moins de 1% pour les deux modèles lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180 µg/m3. Pour tous les seuils, CHIMERE crée un peu plus de fausses alertes que MOCAGE.



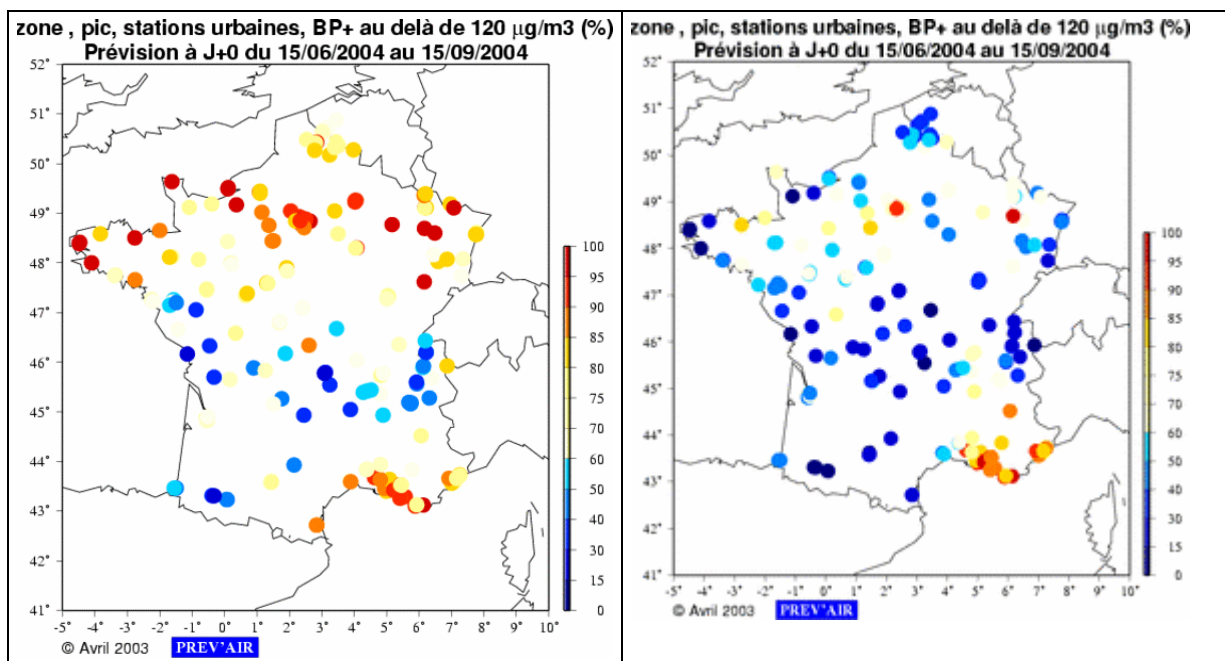


Figure 2-3 Pourcentage de bonnes prévisions à J+0 du pic d'ozone au-delà du seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entre le 15/06/2004 et le 15/09/2004, sur chacune des stations rurales, périurbaines et urbaines disponibles. Les figures de gauche sont relatives au modèle CHIMERE à l'échelle européenne; celles de droite au modèle MOCAGE à l'échelle européenne.

Région par région,

En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions (BP),

- pour le seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'écart maximal de performances entre les deux modèles est inférieur à 10%, les écarts maximaux se situant sur les régions GBP et SSE ; le pourcentage de bonnes prévisions est en général meilleur pour CHIMERE que pour MOCAGE, pour tous les types de stations et sur toutes les régions, à l'exception de la région SSE (et dans une moindre mesure SO et RHONEALPES), dans laquelle le nombre de bonnes prévisions est de 70% pour CHIMERE contre 77% pour MOCAGE.
- pour les seuils de 150 et  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , les pourcentages de bonnes prévisions sont équivalents pour les deux modèles (écart maximal inférieur à 4% et 1%).

En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions au-delà d'un seuil (BP+), on retrouve le fait que les écarts de performances entre modèles sont plus marqués, et:

- pour le seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'écart maximal de performances entre les deux modèles atteint 40%, les écart maximaux se situant sur les régions GBP, N, NE et SO ; CHIMERE prévoit mieux les dépassements que MOCAGE, sauf sur les régions RHONEALPES et SSE : CHIMERE prévoit correctement les dépassements du seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les stations rurales de la région SSE dans 59% des cas, contre 73% pour MOCAGE, le nombre de dépassements du seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  étant de 412;

- pour le seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, l'écart maximal de performances entre les deux modèles atteint 60-70% sur la région NE, les écarts maximaux se situant sur les régions GBP, N et NE ; CHIMERE prévoit mieux les dépassements que MOCAGE, sauf sur les régions RHONEALPES et SSE : CHIMERE prévoit correctement les dépassements du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup> sur les stations rurales (resp. périurbaines, urbaines) de la région SSE dans 20% (resp. 36%, 44%) des cas, contre 32% (resp. 40%, 55%) pour MOCAGE, le nombre de dépassements du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup> étant de 179 (resp. 254, 387);
- pour le seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, les deux modèles prévoient mal les dépassements sur les régions CENTRE et SO;
- le nombre de dépassements observés du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup> est faible, voire nul dans certaines régions (CENTRE, O, SO) ; les performances des deux modèles sont médiocres sur la plupart des régions;
- pour le seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, l'écart maximal de performances entre les deux modèles atteint 25-35% sur la région NE, sur laquelle le modèle CHIMERE réalise ses meilleures performances (entre 25 et 35%) ; CHIMERE prévoit en général mieux les dépassements que MOCAGE, sauf sur les régions SSE et GBP (stations urbaines) : dans cette dernière, CHIMERE prévoit correctement les dépassements urbains du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup> dans 26% des cas, contre 52% pour MOCAGE, le nombre de dépassements du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup> étant de 23.

#### 2.1.4 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES CONCENTRATIONS HORAIRES

- Meilleures performances pour MOCAGE que pour CHIMERE en ce qui concerne la *variabilité* pour tous les types de stations.
- Meilleures performances pour CHIMERE que pour MOCAGE en terme de *corrélation* pour tous les types de stations.

	Obs.		AWM					MOCAGE				
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	74.3	98606	81.9	7.6	25.4	0.72	0.71	67.2	-7.1	29.3	0.82	0.60
Périurbaines	64.5	213397	80.9	16.4	28.9	0.76	0.71	66.0	1.4	27.7	0.83	0.61
Urbaines	63.7	406798	82.2	18.5	30.6	0.77	0.67	67.0	3.3	28.3	0.89	0.59

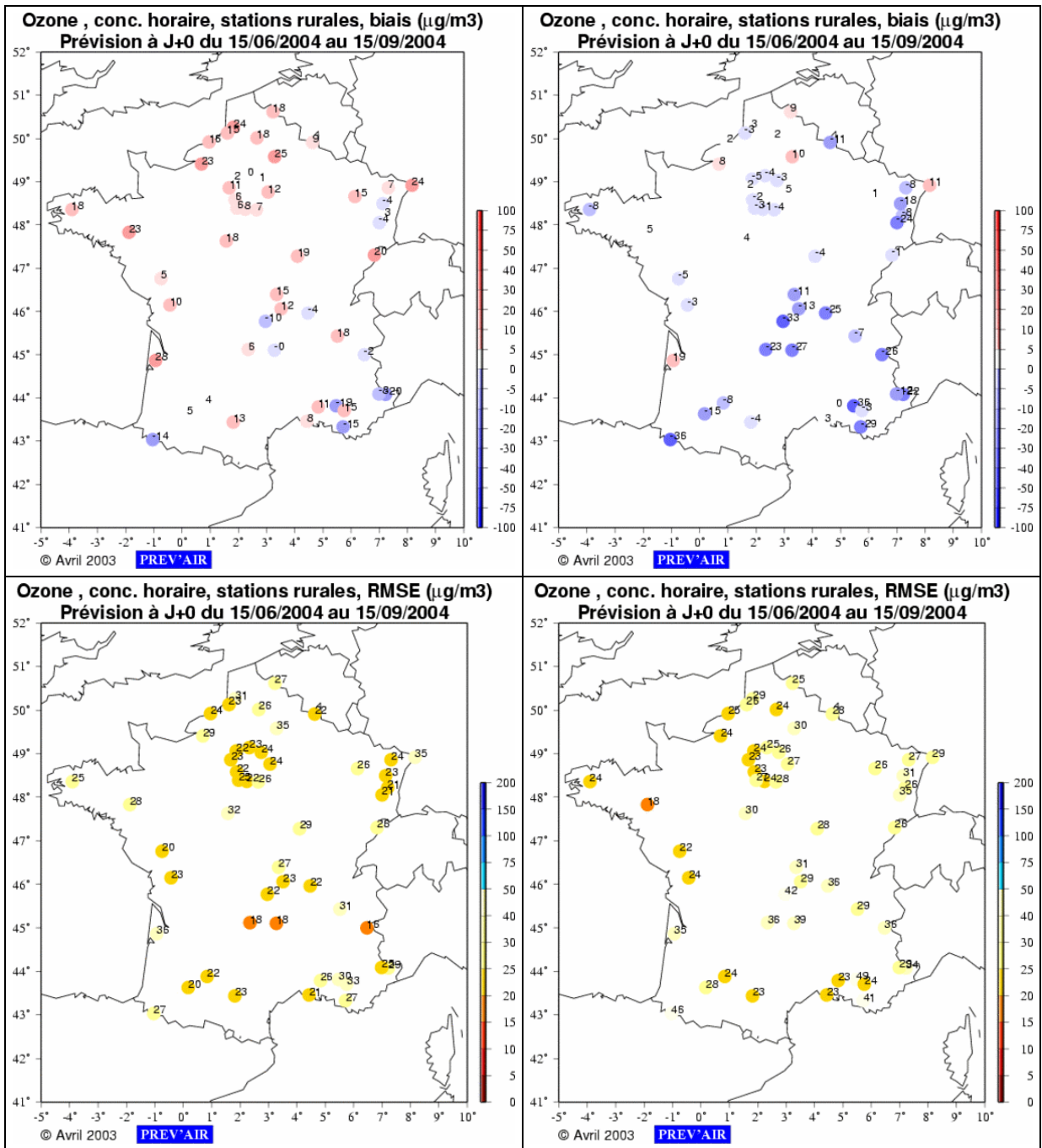
Toutes régions confondues,

- Biais :
  - sur les stations rurales, les biais sont proches en valeur absolue mais de signes opposés; sur les stations périurbaines, les biais sont plus de 10 fois plus élevés pour CHIMERE que pour MOCAGE (16.4 µg/m<sup>3</sup> contre 1.4 µg/m<sup>3</sup>); et six fois plus élevées pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations urbaines (18.5 µg/m<sup>3</sup> contre 3.3 µg/m<sup>3</sup>).
  - CHIMERE surestime les concentrations sur tous les types de stations; MOCAGE sous-estime les concentrations rurales et surestime les concentrations périurbaines et urbaines.

- RMSE plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations périurbaines et urbaines, l'écart étant inférieur à 10%; sur les stations rurales, les RMSE sont plus élevées (de 13%) pour CHIMERE que pour CHIMERE.
- RcMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 15% environ):

	AWM	MOCAGE
Type stations	RcMSE	RcMSE
Rurales	24.2	28.4
Périurbaines	23.8	27.7
Urbaines	24.4	28.1

- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 14 à 18%.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 41% à plus de 100%, sans excéder 28% par rapport aux observations).



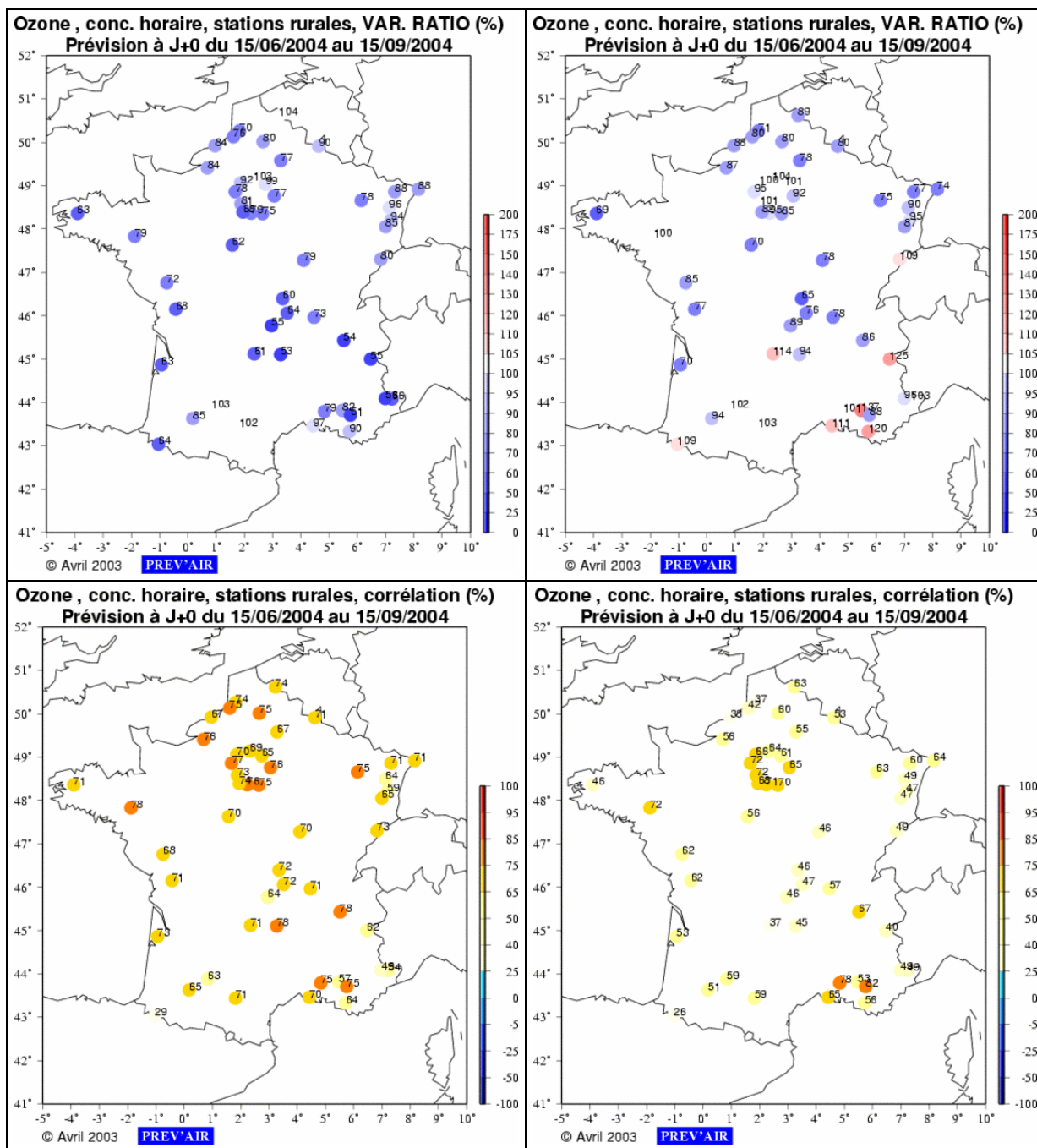


Figure 2-4 Même chose qu'en Figure 2-1 pour les concentrations horaires d'ozone prévues à J+0.

Région par région,

- Biais :
  - en valeur absolue, bien plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE, sauf sur les stations rurales des régions CENTRE, RHONEALPES, SO et SSE. Les biais sur les stations périurbaines et urbaines sont bien plus élevés (entre x1.5 et plus de x30) pour CHIMERE que pour MOCAGE.

- MOCAGE sous-estime les concentrations rurales dans toutes les régions (sauf région N) et surestime les concentrations périurbaines et urbaines dans toutes les régions (sauf régions CENTRE, O et SO).
- CHIMERE surestime les concentrations sur tous les types de stations dans toutes les régions (sauf concentrations rurales dans la région SSE). La région N figure parmi les régions de plus forte surestimation des concentrations rurales pour les deux modèles, mais les ordres de grandeurs des biais ne sont pas les mêmes (19.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre 4.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE).
- La région CENTRE figure parmi les régions de plus forte sous estimation des concentrations périurbaines et urbaines pour MOCAGE, tandis qu'elle figure parmi les régions de plus forte surestimation pour CHIMERE.
- RMSE plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 4 à 20%), sauf sur les stations rurales (hors régions N et O).
- En revanche, Rcmse toujours plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 4 à 24%).
- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 2 à 56%.
  
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est toujours plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci en général plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE (jusqu'à plus de deux fois). Les écarts les plus importants sont observés sur la région SSE, dans laquelle la variabilité de MOCAGE est la plus proche de celle des observations.



## 2.2 CFM / MOCAF, OZONE

### 2.2.1 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES PICS JOURNALIERS

- Toutes observations confondues, à quelques détails près, mêmes conclusions que pour les modèles à basse résolution.
- Meilleures performances pour CHIMERE que pour MOCAGE pour tous les types de stations et pour tous les indicateurs à l'exception de la variabilité, et du biais sur les stations urbaines.

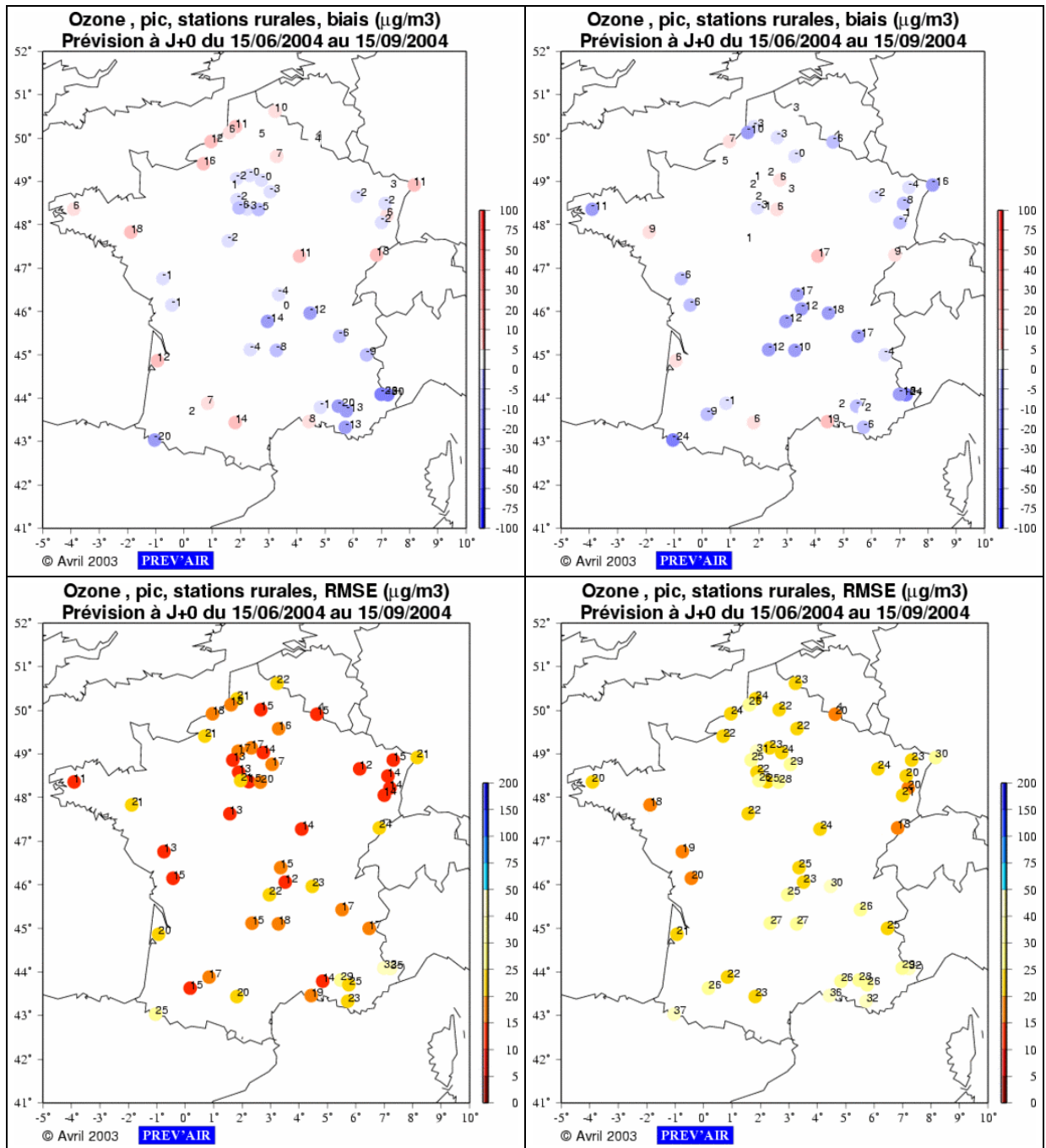
Type stations	Obs.		CFM					MOCAF				
	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	105.4	4111	104.5	-0.8	18.7	0.75	0.81	101.8	-3.5	25.2	0.97	0.69
Périurbaines	101.9	8997	104.4	2.5	17.4	0.83	0.83	98.1	-3.8	25.6	0.96	0.65
Urbaines	99.6	17039	104.4	4.8	18.9	0.84	0.80	99.0	-0.6	26.9	1.02	0.62

Toutes régions confondues,

- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE d'environ 75% sur les stations rurales et 35% sur les stations périurbaines; huit fois plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations urbaines (4.8 µg/m<sup>3</sup> contre -0.6 µg/m<sup>3</sup>).
  - CHIMERE sous-estime légèrement les concentrations rurales, et surestime les concentrations périurbaines et urbaines; MOCAGE sous-estime les concentrations sur tous les types de stations.
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE de 25 à 30%.
- RcMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 25 à 30%):

	CFM	MOCAF
Type stations	RcMSE	RcMSE
Rurales	18.7	25.0
Périurbaines	17.2	25.3
Urbaines	18.3	26.9

- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 15 à 30%.
- Variabilité :
  - pour CHIMERE, plus faible que celle des observations; pour MOCAGE, plus faible que celle des observations, sauf pour les stations urbaines.
  - écart à celle-ci plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE (de x4 à x8, sans excéder 25% par rapport aux observations) ; l'écart à la variabilité des observations pour MOCAGE est inférieur à 4%.



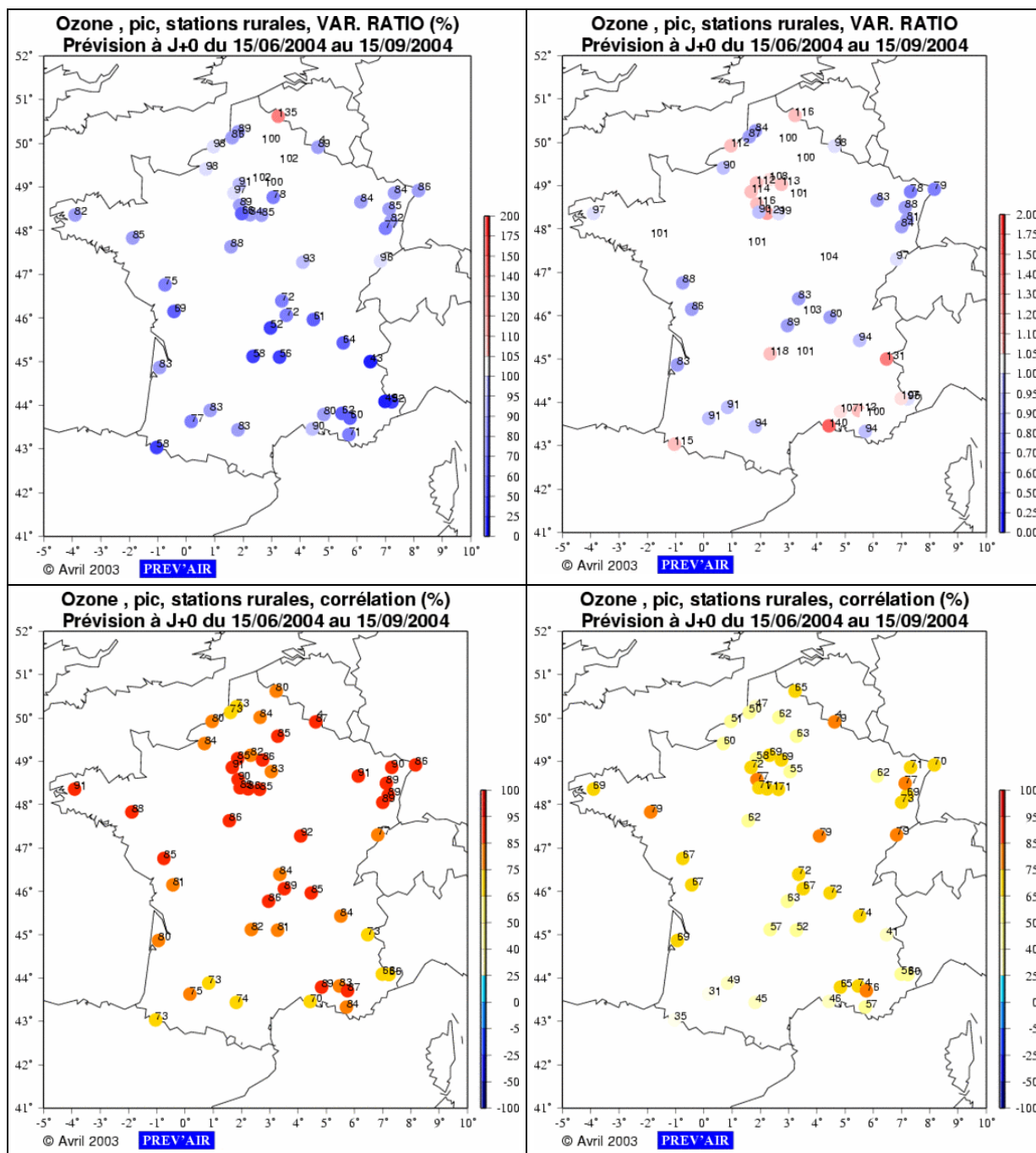


Figure 2-5 Même chose qu'en Figure 2-1 pour le modèle CHIMERE (figures de gauche) et le modèle MOCAGE (figures de droite) à l'échelle de la France.

Région par région,

▪ Biais :

- en valeur absolue, les résultats sont similaires pour tous les types de stations : plus faible (de 48 à 95%) pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les régions CENTRE et RHONEALPES ; plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les régions N, O et SO.

- MOCAGE sous-estime en général les concentrations sur tous les types de stations (sauf rurales et urbaines de la région GBP et périurbaines et urbaines de la région SSE).
- CHIMERE sous-estime les concentrations rurales dans certaines régions (GBP, CENTRE, RHONEALPES et SSE) et les surestime dans d'autres (9.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans la région N). Les régions dans lesquelles les concentrations rurales sont les plus fortement sous estimées ne sont pas forcément les mêmes pour les deux modèles : cf. GBP.
- Sur les stations périurbaines, les concentrations calculées par CHIMERE sont en général surestimées sauf pour les régions CENTRE et RHONEALPES (même conclusion que pour le modèle basse résolution).
- Enfin, sur toutes les stations urbaines, les concentrations calculées par CHIMERE sont surestimées sauf pour la région RHONEALPES (biais de  $-0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Dans cette région, les concentrations calculées par MOCAGE sont sous estimées de  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 13 à 42%).
- RcMSE toujours plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 21 à 44%).
- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 21 à 63%.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est presque toujours plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci en général plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE (atteint respectivement 39% et 25%).

## 2.2.2 HISTOGRAMMES DES ERREURS

Comme au paragraphe 2.1.2, les figures ci-dessous représentent la distribution (en %) des erreurs moyennes (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le pic d'ozone, sur les stations périurbaines, pour différents seuils au-delà desquels sont prises en compte les observations: 0, 120, 150 et 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le nombre d'observations prises en compte est respectivement de 8997, 2484, 726 et 150.

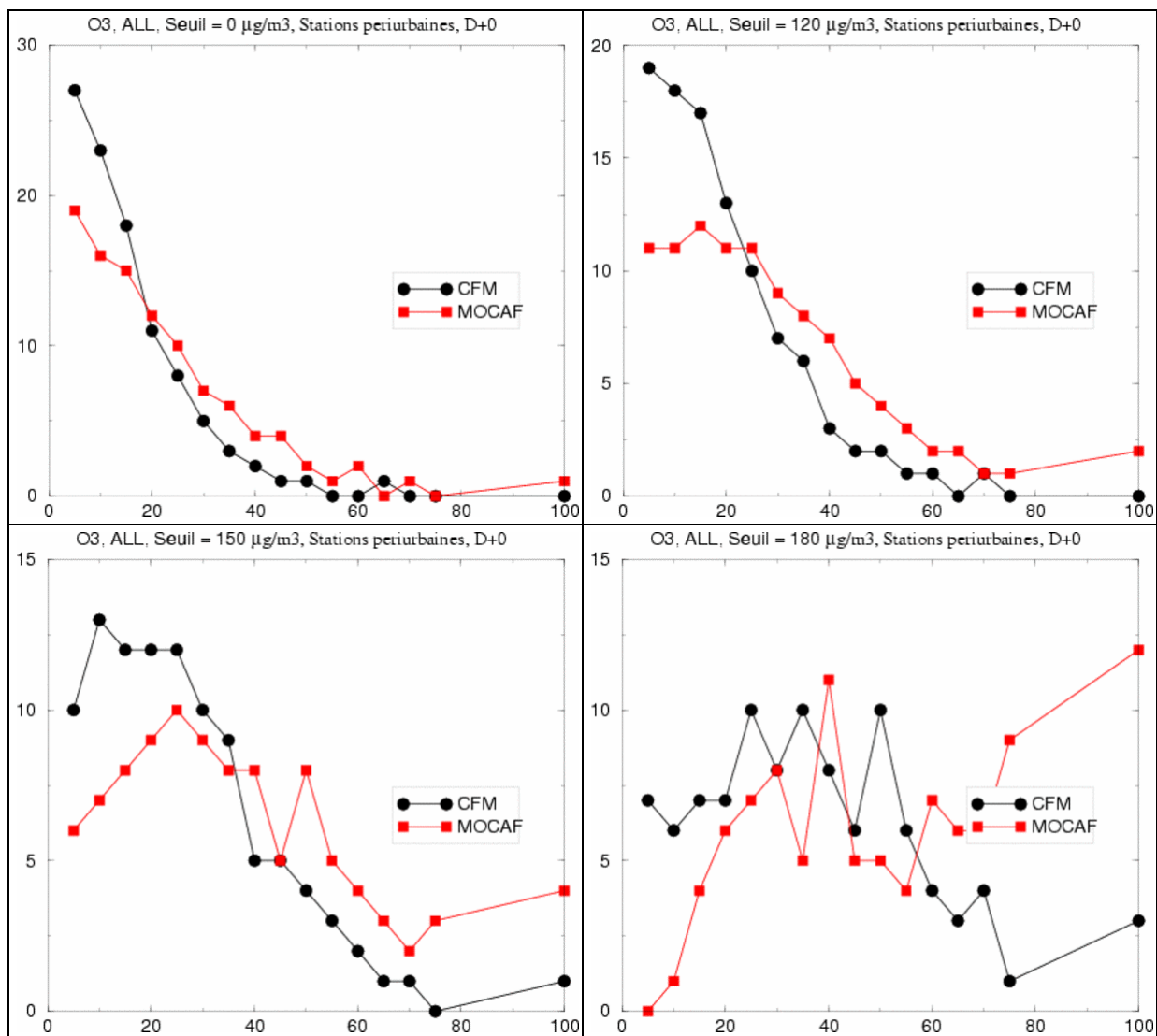


Figure 2-6 Même chose qu'en Figure 2-2 pour les modèles CHIMERE et MOCAGE à l'échelle de la France.

Ces figures mettent en évidence, en dessous du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, une distribution des erreurs moyennes sur le pic d'ozone qui est maximale pour les plus faibles valeurs, ceci pour les deux modèles: 27% des erreurs sur le pic d'ozone se situent pour CHIMERE entre 0 et 5 µg/m<sup>3</sup>, contre 19% pour MOCAGE; pour les pics d'ozone au-delà de 120 µg/m<sup>3</sup>, 19% des erreurs se situent pour CHIMERE entre 0 et 5 µg/m<sup>3</sup>, contre 11% pour MOCAGE.

La distribution est plus "concentrée" autour des faibles erreurs pour CHIMERE que pour MOCAGE: 80% des erreurs sur les pics d'ozone sont inférieures à 21% pour CHIMERE et à 30% pour MOCAGE; 80% des erreurs sur les pics d'ozone au-delà de 120 µg/m<sup>3</sup> sont inférieures à 19% pour CHIMERE et à 28% pour MOCAGE.

Au-delà du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, le maximum d'erreur se déplace pour les deux modèles vers des valeurs plus élevées: 5-10 µg/m<sup>3</sup> pour CHIMERE (13% des erreurs sur le pic d'ozone sont dans cette gamme de valeurs) contre 20-25 µg/m<sup>3</sup> pour MOCAGE (10% des erreurs sur le pic d'ozone sont dans cette gamme de valeurs).

Au-delà du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, le nombre d'observations est faible.

Les histogrammes d'erreurs sur les stations rurales ou urbaines sont très similaires à ceux établis pour les stations périurbaines. Seules les valeurs changent.

### 2.2.3 PREVISION DES DEPASSEMENTS DE SEUILS

Type stations	Obs.		CFM					MOCAF				
Seuil = 120	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
Rurales	1281	2830	63.3	94.2	84.6	36.7	5.8	62.6	90.5	81.8	37.4	9.5
Périurbaines	2484	6513	70.9	93.7	87.4	29.1	6.3	54.8	92.0	81.8	45.2	8.0
Urbaines	4261	12778	72.0	91.7	86.8	28.0	8.3	56.6	88.7	80.7	43.4	11.3
Seuil = 150												
Rurales	400	3711	34.5	97.7	91.5	65.5	2.3	34.3	95.8	89.8	65.8	4.2
Périurbaines	726	8271	42.8	97.2	92.8	57.2	2.8	29.9	96.7	91.3	70.1	3.3
Urbaines	1136	15903	42.1	96.9	93.3	57.9	3.1	32.7	95.8	91.6	67.3	4.2
Seuil = 180												
Rurales	94	4017	16.0	99.6	97.7	84.0	0.4	21.3	98.7	96.9	78.7	1.3
Périurbaines	150	8847	19.3	99.3	98.0	80.7	0.7	11.3	99.0	97.5	88.7	1.0
Urbaines	230	16809	20.0	99.4	98.4	80.0	0.6	21.7	98.5	97.5	78.3	1.5

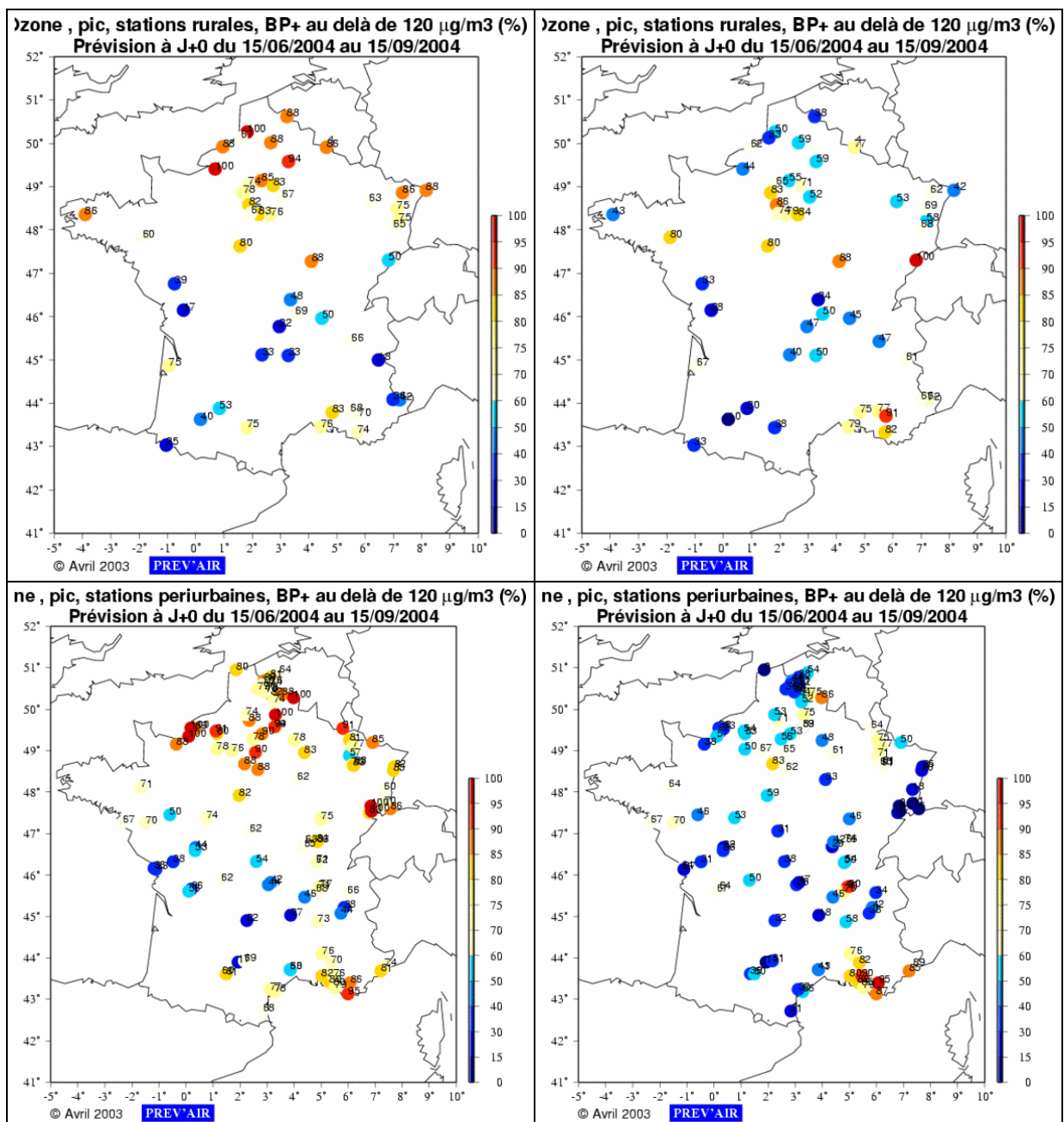
En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions (BP), l'écart de performances entre modèles est faible (au maximum de 6%, 2% et de 1% respectivement, pour les seuils de 120, 150 et 180 µg/m<sup>3</sup>). Ce pourcentage est meilleur pour CHIMERE que pour MOCAGE pour tous les types de stations et tous les seuils.

En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions au-delà d'un seuil (BP+), les écarts de performances entre modèles sont plus marqués, et CHIMERE réalise de meilleures performances que MOCAGE, sauf pour le seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, sur les stations rurales et, dans une moindre mesure, urbaines:

- pour le seuil de 120 µg/m<sup>3</sup>, CHIMERE prévoit correctement les dépassements dans environ 70% des cas, contre environ 57% pour MOCAGE; l'écart de performances entre modèles est plus marqué (de l'ordre de 15%) pour les stations périurbaines et urbaines.
- pour le seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, ces pourcentages sont respectivement de 41% et 32%; l'écart de performances entre modèles est plus marqué (de l'ordre de 10%) pour les stations périurbaines et urbaines.
- pour le seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, ils tombent à 18-19%.

Compte tenu des relations existant entre les indicateurs BP+ et ND d'une part et BP- et FA d'autre part, on obtient les conclusions suivantes :

- Pour les seuils de 120 et 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , CHIMERE crée moins de non dépassements à tort que MOCAGE; l'écart de performances entre modèles est plus marqué (de l'ordre de 15%) pour les stations périurbaines et urbaines.
- Le pourcentage de non-dépassements pour CHIMERE varie de 30% à 81% lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; il varie de 43% à 82% pour MOCAGE.
- Le pourcentage de fausses alertes varie de 7% (resp. 10%) à moins de 1% (resp. 2%) pour CHIMERE (resp. MOCAGE) lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pour tous les seuils, CHIMERE crée moins de fausses alertes que MOCAGE.



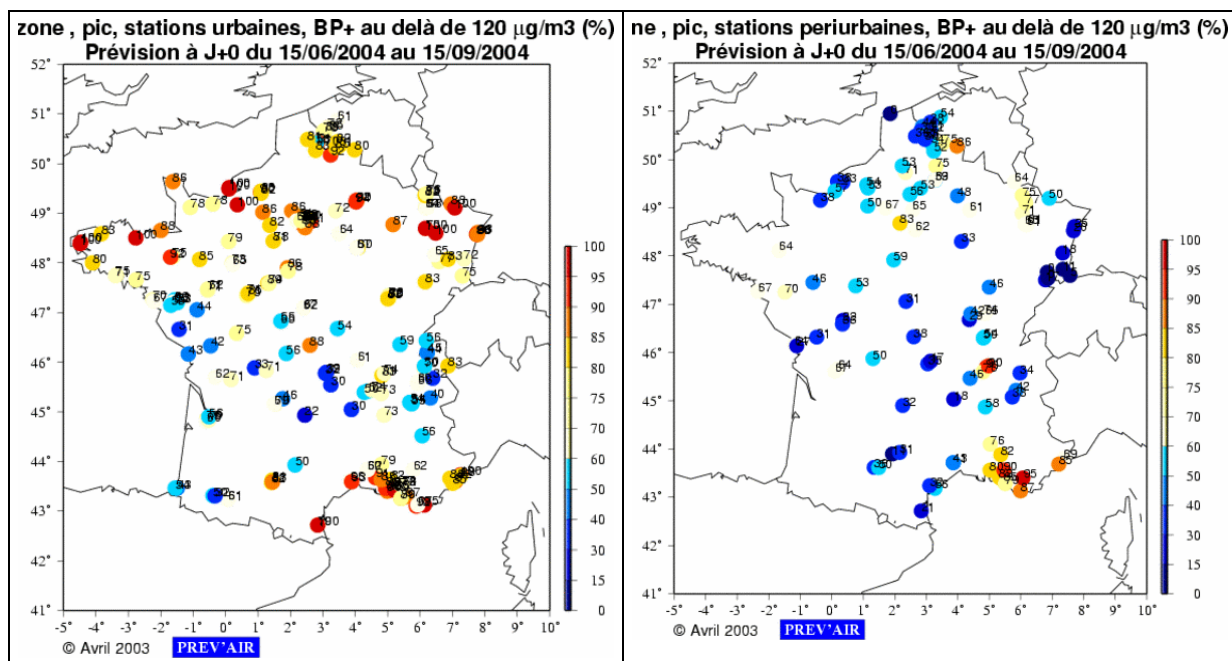


Figure 2-7 Même chose qu'en Figure 2-3 pour le modèle CHIMERE (figures de gauche) et le modèle MOCAGE (figures de droite) à l'échelle de la France.

Région par région,

En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions (BP),

- pour le seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'écart maximal de performances entre les deux modèles est inférieur à 10%, les écarts maximaux se situant sur les régions GBP (tous types de stations) et SSE (sauf stations rurales) ; le pourcentage de bonnes prévisions est en général meilleur pour CHIMERE que pour MOCAGE, pour tous les types de stations et sur toutes les régions, à l'exception des stations rurales de la région SSE, pour lesquelles le nombre de bonnes prévisions est de 71% pour CHIMERE contre 76% pour MOCAGE.
- pour les seuils de 150 et  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , les pourcentages de bonnes prévisions sont équivalents pour les deux modèles (écart maximal inférieur à 6% et 3%).

En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions au-delà d'un seuil (BP+), on retrouve le fait que les écarts de performances entre modèles sont plus marqués, et:

- pour le seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'écart maximal de performances entre les deux modèles atteint 40%, l'écart maximal se situant sur les régions N, NE et SO ; les écarts sur les stations urbaines sont importants (supérieurs à 13%) dans toutes les régions sauf SSE ; CHIMERE prévoit mieux les dépassements que MOCAGE, sauf sur la région SSE : CHIMERE prévoit correctement les dépassements du seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les stations rurales de cette région dans 61% des cas, contre 77% pour MOCAGE, le nombre de dépassements du seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  étant de 414;



- pour le seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, l'écart maximal de performances entre les deux modèles atteint 50-60% sur la région NE, les écarts maximaux se situant sur les régions GBP, N et NE ; CHIMERE prévoit mieux les dépassements que MOCAGE, sauf sur les régions RHONEALPES et SSE : CHIMERE prévoit correctement les dépassements du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup> sur les stations rurales (resp. périurbaines, urbaines) de la région SSE dans 26% (resp. 36%, 43%) des cas, contre 49% (resp. 48%, 58%) pour MOCAGE, le nombre de dépassements du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup> étant de 179 (resp. 254, 387);
- pour le seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, les deux modèles prévoient mal les dépassements sur les régions CENTRE, O et SO; les performances de MOCAGE sont médiocres sur la plupart des régions sauf GBP, RHONEALPES et SSE;
- le nombre de dépassements observés du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup> est faible, voire nul dans certaines régions (CENTRE, O, SO) ; les performances des deux modèles sont médiocres sur la plupart des régions;
- pour le seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, l'écart maximal de performances entre les deux modèles atteint 20-30% sur la région NE (stations périurbaines et urbaines).

#### 2.2.4 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES CONCENTRATIONS HORAIRES

- Meilleures performances pour MOCAGE que pour CHIMERE en ce qui concerne le biais et la variabilité, pour tous les types de stations.
- Meilleures performances pour CHIMERE que pour MOCAGE en terme de corrélation pour tous les types de stations.

	Obs.		CFM					MOCAF				
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	74.2	99165	84.6	10.3	26.2	0.70	0.71	68.8	-5.4	29.1	0.88	0.61
Périurbaines	64.5	214681	81.4	16.9	30.0	0.76	0.68	65.4	0.9	28.7	0.86	0.59
Urbaines	63.7	409090	81.4	17.7	31.3	0.80	0.63	65.6	2.0	29.1	0.92	0.57

Toutes régions confondues,

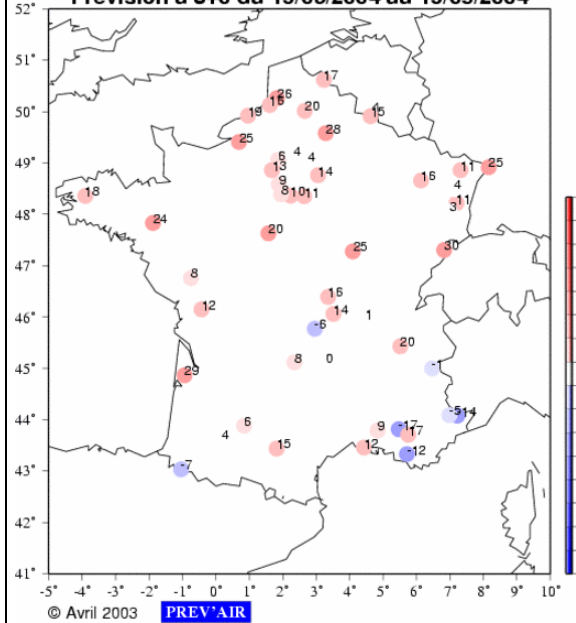
- Biais :
  - Les biais sont beaucoup plus faibles (de 48 à 95%) pour MOCAGE que pour CHIMERE.
  - CHIMERE surestime de façon importante (entre 10 et 20 µg/m<sup>3</sup>) les concentrations horaires sur tous les types de stations; MOCAGE sous-estime les concentrations rurales et surestime les concentrations périurbaines et urbaines.

- RMSE plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations périurbaines et urbaines, de 5 à 10% ; plus faible (de 10%) sur les stations rurales.
- RcMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 10 à 15%):

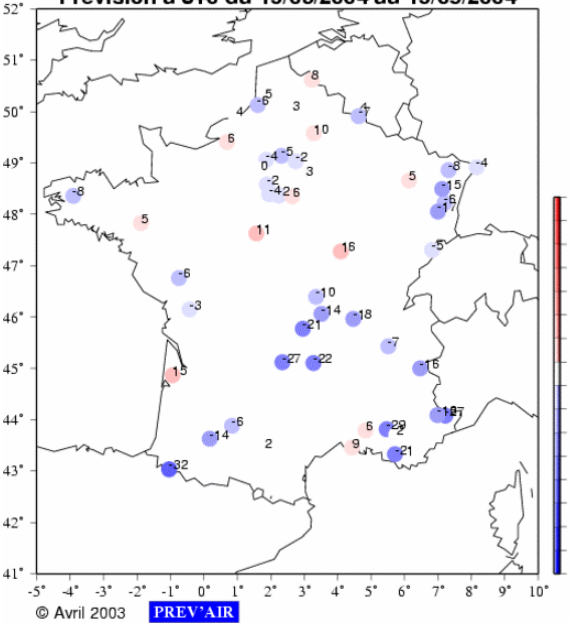
	CFM	MOCAF
Type stations	RcMSE	RcMSE
Rurales	24.1	28.6
Périurbaines	24.8	28.7
Urbaines	25.8	29.0

- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 11 à 16%.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE (plus de 100%, sans excéder 40% par rapport aux observations).

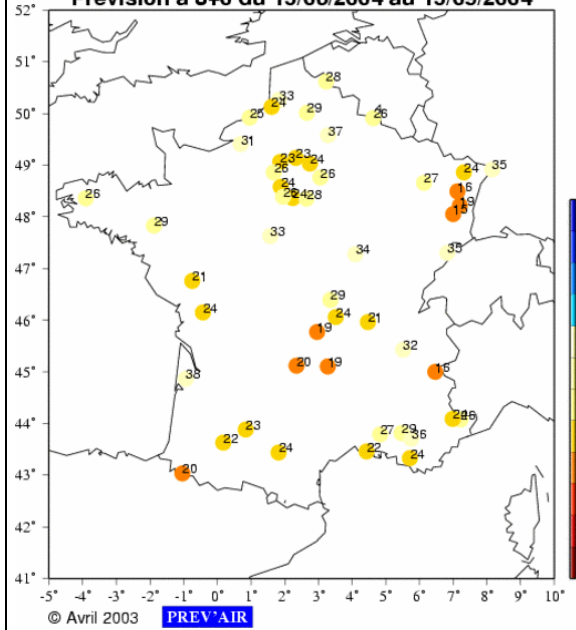
**Ozone , conc. horaire, stations rurales, biais ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



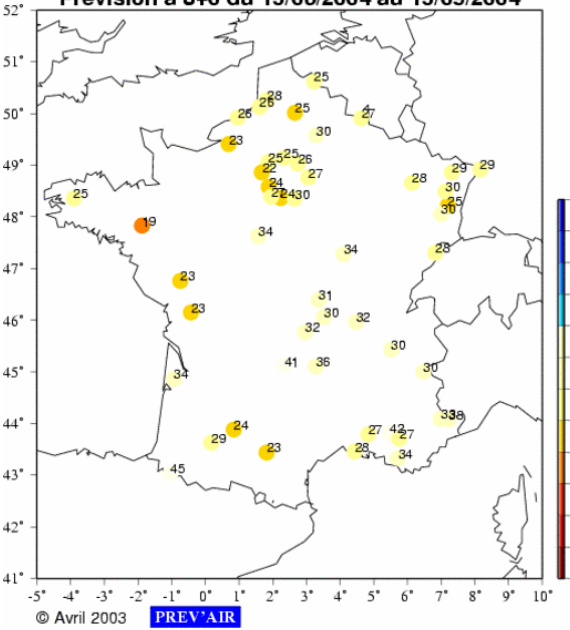
**Ozone , conc. horaire, stations rurales, biais ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



**Ozone , conc. horaire, stations rurales, RMSE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



**Ozone , conc. horaire, stations rurales, RMSE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



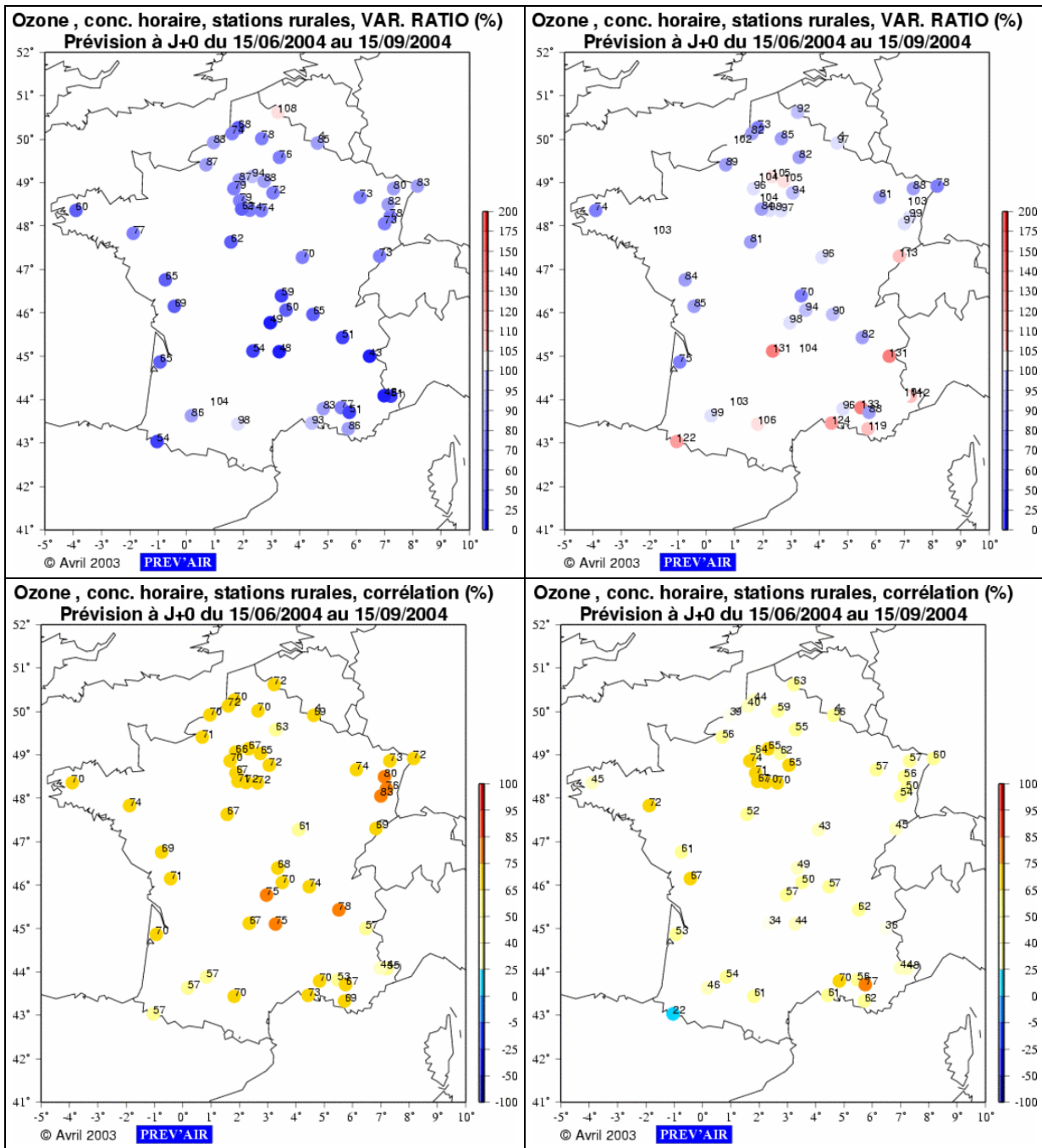


Figure 2-8 Même chose qu'en Figure 2-4 pour le modèle CHIMERE (figures de gauche) et le modèle MOCAGE (figures de droite) à l'échelle de la France.

Région par région,

- Biais :
  - en valeur absolue, bien plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE, sauf sur les stations rurales des régions CENTRE, RHONEALPES et SSE. Les biais sur les stations périurbaines et urbaines sont bien plus élevés (entre x1.3 et plus de x15) pour CHIMERE que pour MOCAGE.

- MOCAGE sous-estime les concentrations rurales dans toutes les régions (sauf régions GBP et N) et surestime les concentrations périurbaines et urbaines dans toutes les régions (sauf régions CENTRE, O et SO).
- CHIMERE surestime les concentrations sur tous les types de stations dans toutes les régions (sauf stations rurales de la région SSE).
- La région CENTRE figure parmi les régions de plus forte sous estimation des concentrations périurbaines et urbaines pour MOCAGE, tandis qu'elle figure parmi les régions de plus forte surestimation pour CHIMERE.
- RMSE plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 11 à 17%) sur les stations périurbaines (resp. urbaines) des régions N et RHONEALPES (resp. CENTRE, N, NE, O et RHONEALPES), équivalente pour les deux modèles ailleurs ; plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations rurales (sauf régions N et O).
- En revanche, RcmSE toujours plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 3 à 23%).
- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 3 à 46%.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est toujours plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE (jusqu'à plus de vingt fois). Les écarts les plus importants sont observés sur la région SSE, dans laquelle la variabilité de MOCAGE est la plus proche de celle des observations.

## 2.3 ASCFM / ASMOCAF, OZONE

### 2.3.1 INDICATEURS STATISTIQUES (CARTES 2D)

- Meilleures performances pour CHIMERE que pour MOCAGE pour tous les types de stations et pour tous les indicateurs à l'exception de la variabilité sur tous les types de stations, et du biais sur les stations périurbaines et urbaines.

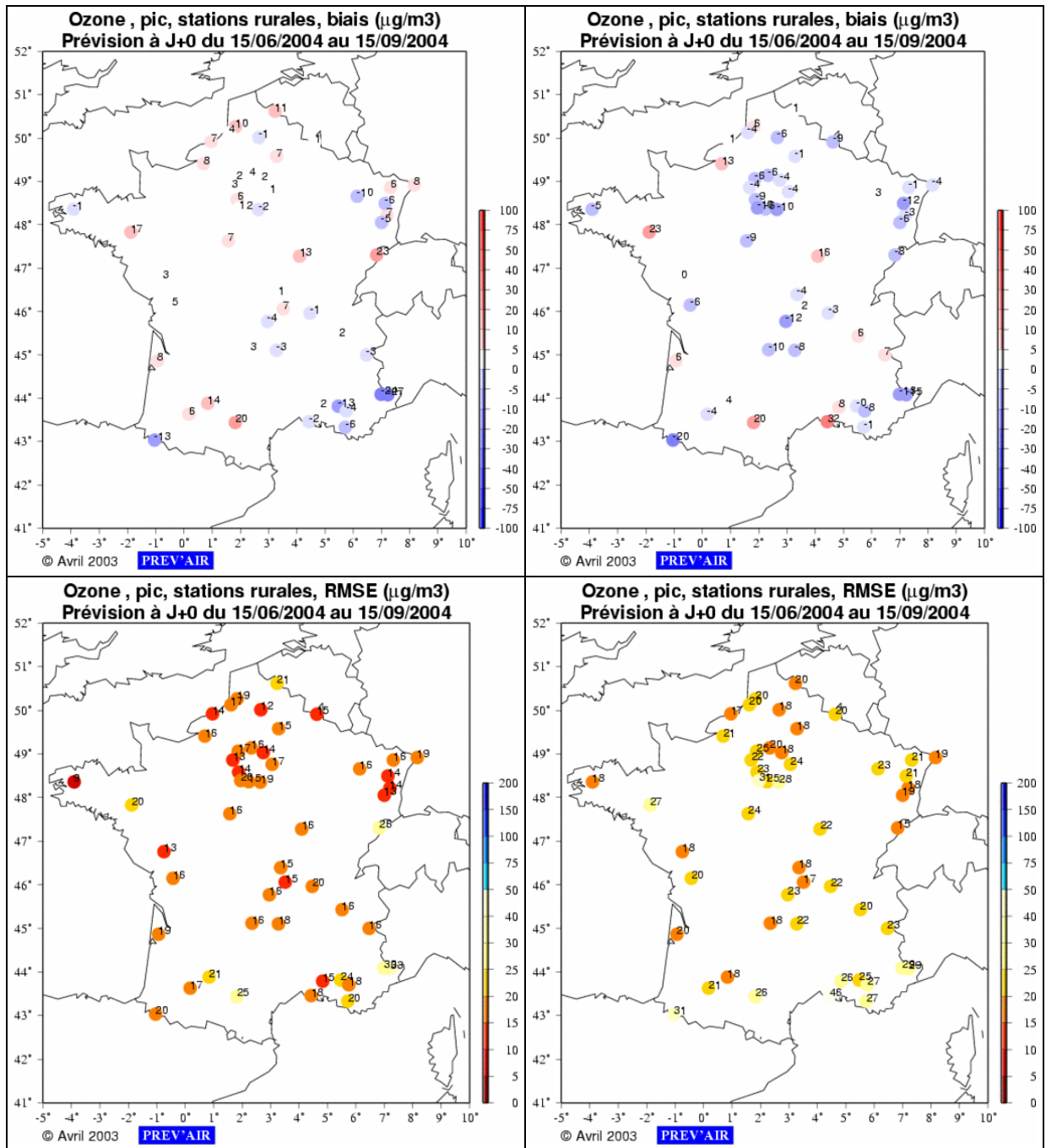
	Obs.		ASCFM					ASMOCAF				
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	105.4	4066	106.9	1.5	17.9	0.77	0.83	103.8	-1.6	23.2	0.89	0.71
Périurbaines	101.9	8898	106.1	4.2	17.7	0.87	0.83	100.8	-1.1	23.4	0.89	0.69
Urbaines	99.6	16863	105.9	6.3	19.1	0.87	0.81	102.1	2.5	24.4	0.94	0.67

Toutes régions confondues,

- Biais :
  - en valeur absolue, légèrement plus faible (de 6%) pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations rurales; pratiquement quatre (resp. trois) fois plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations périurbaines (resp. urbaines) (4.2 µg/m<sup>3</sup> contre -1.1 µg/m<sup>3</sup> (resp. 6.3 µg/m<sup>3</sup> contre 2.5 µg/m<sup>3</sup>)).
  - CHIMERE surestime les concentrations sur tous les types de stations; MOCAGE sous-estime légèrement les concentrations rurales et périurbaines, et surestime légèrement les concentrations urbaines.
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE d'environ 20-25%.
- RcMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (d'environ 20-25%):

	ASCFM	ASMOCAF
Type stations	RcMSE	RcMSE
Rurales	17.8	23.1
Périurbaines	17.2	23.4
Urbaines	18.0	24.3

- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE d'environ 20%.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, toujours plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE (plus de 100% sur les stations rurales et urbaines, sans excéder 23% par rapport aux observations).



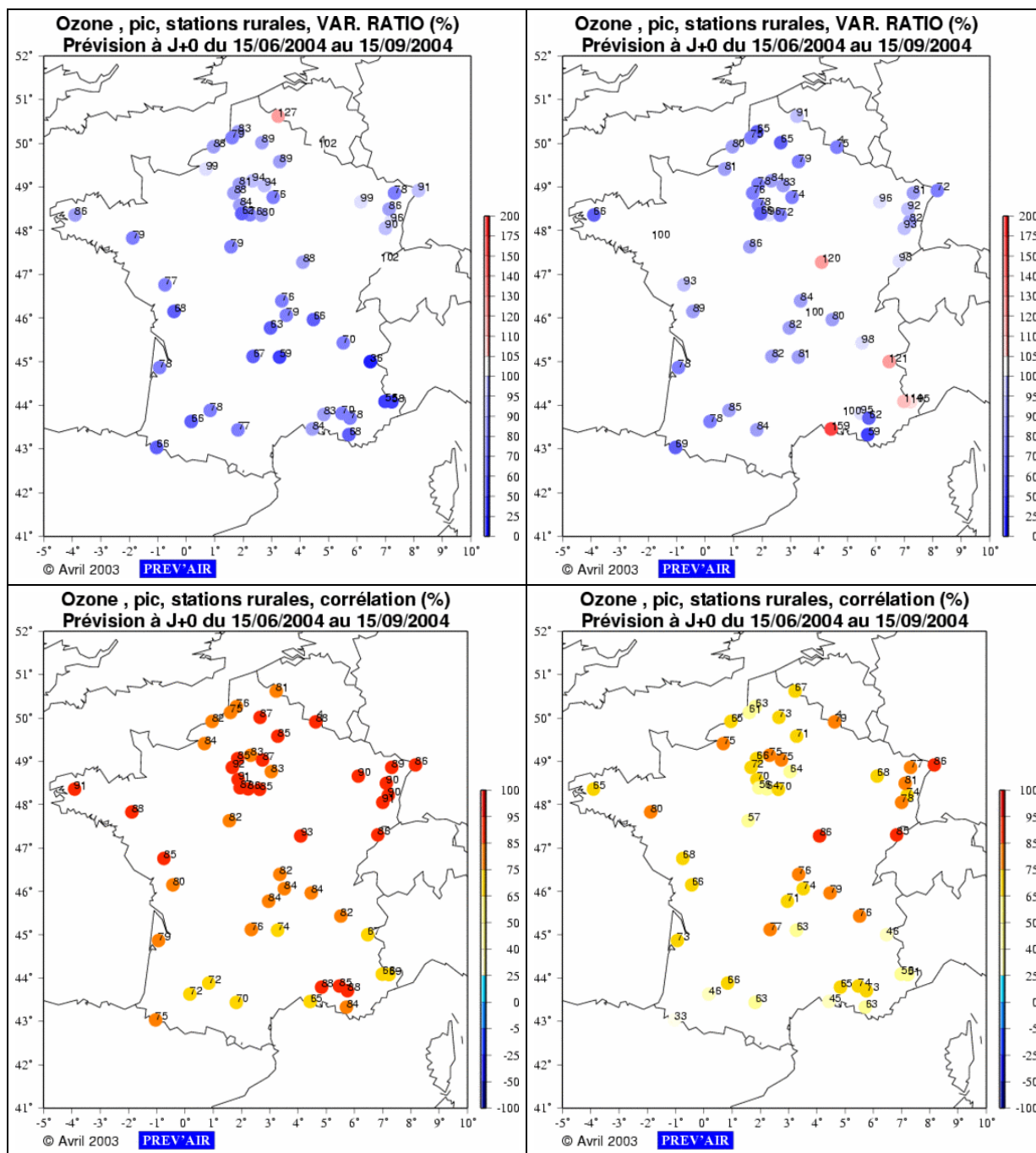


Figure 2-9 Même chose qu'en Figure 2-1 pour le modèle CHIMERE (figures de gauche) et le modèle MOCAGE (figures de droite) à l'échelle de la France. Les concentrations calculées par les deux modèles ont été comparées aux observations après adaptation statistique et ré interpolation sur le domaine.



Région par région,

- Biais :
  - en valeur absolue, en général plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations urbaines - sans dépasser toutefois 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sur les stations rurales et périurbaines, les résultats sont partagés.
  - CHIMERE surestime les concentrations sur tous les types de stations (sauf rurales de la région SSE (biais de  $-10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )).
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 10 à 45%), sauf sur les stations périurbaines de la région SO, pour lesquelles les deux modèles ont pratiquement la même RMSE. Pour tous les types de stations, la RMSE des deux modèles est la plus élevée sur la région SSE.
- RcMSE toujours plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 10 à 43%).
- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 10 à 51%. Pour tous les types de stations, la région SSE est associée à une faible corrélation des deux modèles.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est toujours plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci souvent plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE (atteint respectivement 35% et 31%), sauf sur les régions GBP, N et NE.

### 2.3.2 INDICATEURS STATISTIQUES (SORTIES BRUTES)

Dans un deuxième temps, on a comparé les observations aux séries temporelles obtenues par adaptation statistique des séries temporelles brutes interpolées sur site. Les concentrations modèles utilisées dans les calculs de scores n'ont pas fait l'objet d'une ré interpolation, comme c'est le cas au paragraphe précédent.

Remarque: en ce qui concerne le nombre d'observations prises en compte pour le calculs des indicateurs, la différence par rapport au cas précédent vient du fait que l'AS a été effectuée sur un jeu de stations plus restreint que celui dont on dispose pour l'évaluation.

On a bien, lorsqu'on compare ASMOCAF / ASMOCAF<sup>2</sup>, une amélioration des RMSE (passage de 23-25 à 22-23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et des corrélations (passage de 0.66-0.72 à 0.68-0.74). Les biais sont légèrement dégradés et la variabilité diminue, en cohérence avec le fait que l'on ne ré interpole pas.

---

<sup>2</sup> Cette comparaison a été faite sur un même jeu de données d'observation.

Lorsqu'on compare les sorties CHIMERE<sup>3</sup> et MOCAGE, les mêmes conclusions que précédemment sont valables, sauf pour la variabilité (cf. ci-dessous): la variabilité pour MOCAGE est plus éloignée que précédemment de celle des observations aux stations périurbaines et urbaines; sur ces stations, la variabilité de CHIMERE est plus proche de celle des observations.

	Obs.		ASCFM				ASMO CAF2					
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	106.1	3306	106.6	0.6	17.5	0.78	0.85	102.8	-3.3	22.4	0.81	0.74
Périurbaines	102.4	7127	107.0	4.7	17.5	0.86	0.84	99.7	-2.7	22.1	0.78	0.70
Urbaines	99.3	13902	106.1	6.8	19.4	0.87	0.80	96.4	-2.9	22.5	0.78	0.68

Toutes régions confondues,

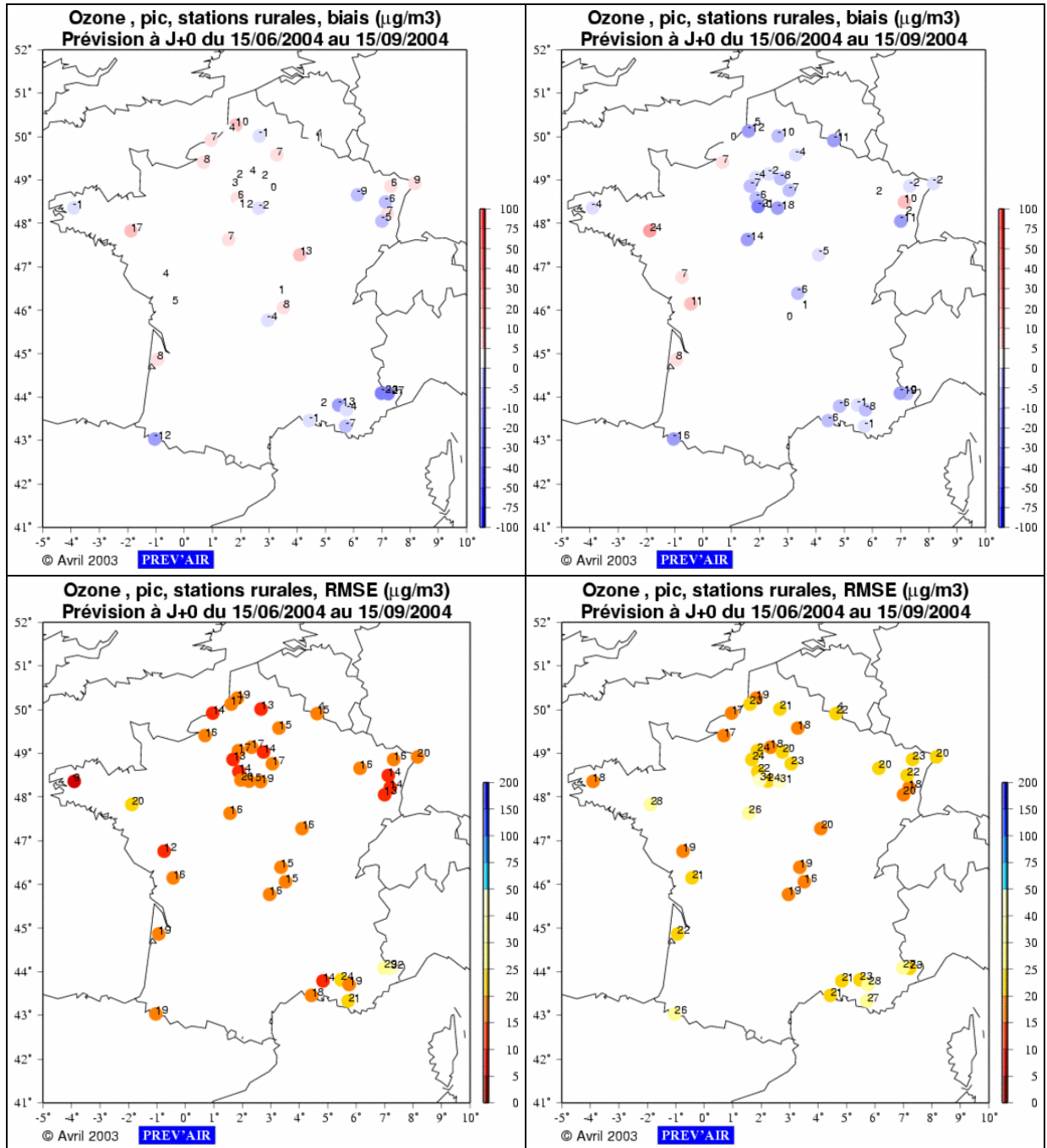
- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible (de 80%) pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations rurales; de l'ordre de deux fois plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations périurbaines et urbaines.
  - CHIMERE surestime les concentrations sur tous les types de stations; MOCAGE sous-estime les concentrations sur tous les types de stations.
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE de 15 à 20%.
- RcMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE d'environ 20%:

	ASCFM	ASMOCAF2
Type stations	RcMSE	RcMSE
Rurales	17.5	22.2
Périurbaines	16.9	21.9
Urbaines	18.2	22.3

- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 15 à 20%.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, toujours plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci plus élevé pour MOCAGE que pour CHIMERE sur les stations périurbaines et urbaines (sans excéder 22% par rapport aux observations). L'accord avec les observations sur les stations rurales demeure légèrement meilleur pour MOCAGE que pour CHIMERE.

---

<sup>3</sup> Les sorties CHIMERE sont issues du même calcul qu'au paragraphe précédent: il s'agit des sorties modèles adaptées statistiquement, krigées (pour obtenir des concentrations sur le domaine d'étude) et ré interpolées aux stations de mesure (cf. annexe 2).



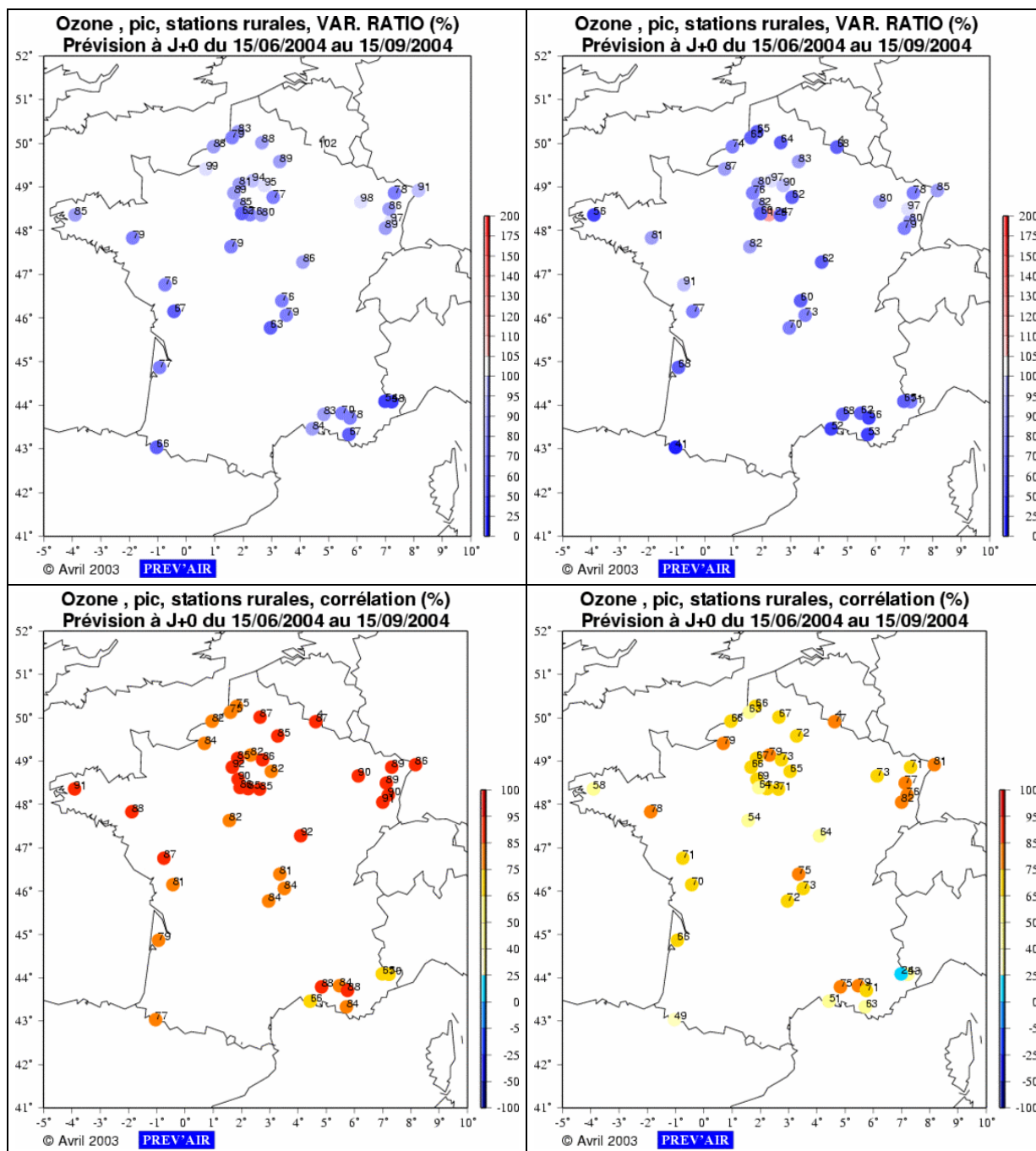


Figure 2-10 Même chose qu'en Figure 2-1 pour le modèle CHIMERE (figures de gauche) et le modèle MOCAGE (figures de droite) à l'échelle de la France. Les concentrations calculées par les deux modèles ont été comparées aux observations après adaptation statistique (elles n'ont pas fait l'objet d'une ré interpolation sur le domaine).

Région par région,

- Biais :
  - en valeur absolue, en général plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE sur toutes les stations périurbaines - sans dépasser toutefois 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (région SO).
  - CHIMERE surestime les concentrations sur tous les types de stations (sauf rurales de la région SSE (biais de  $-10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )), tandis que MOCAGE sous-estime en général les concentrations (sauf concentrations rurales dans la région O (biais de  $9.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )).
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 5 à 36%), sauf sur les stations périurbaines de la région SO, pour lesquelles les deux modèles ont pratiquement la même RMSE.
- RcMSE toujours plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 7 à 35%).
- Corrélation plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE de 12 à 36%.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est toujours plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci en général plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (atteint respectivement 34% et 48%, sur les stations rurales de la région SO), sauf sur les stations rurales.

### 2.3.3 HISTOGRAMMES DES ERREURS

Les figures ci-dessous représentent la distribution (en %) des erreurs moyennes (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le pic d'ozone, sur les stations périurbaines. On présente les figures pour différents seuils au-delà desquels sont prises en compte les observations: 0 (toutes observations), 120, 150 et 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (pics observés au-delà de 120, 150 et 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Le nombre d'observations prises en compte est respectivement de 8897, 2484, 726 et 150; on considère 15 classes de largeur 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre 0 et 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 3 classes au-delà (erreurs de 75 à 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , de 100 à 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et de 200 à 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

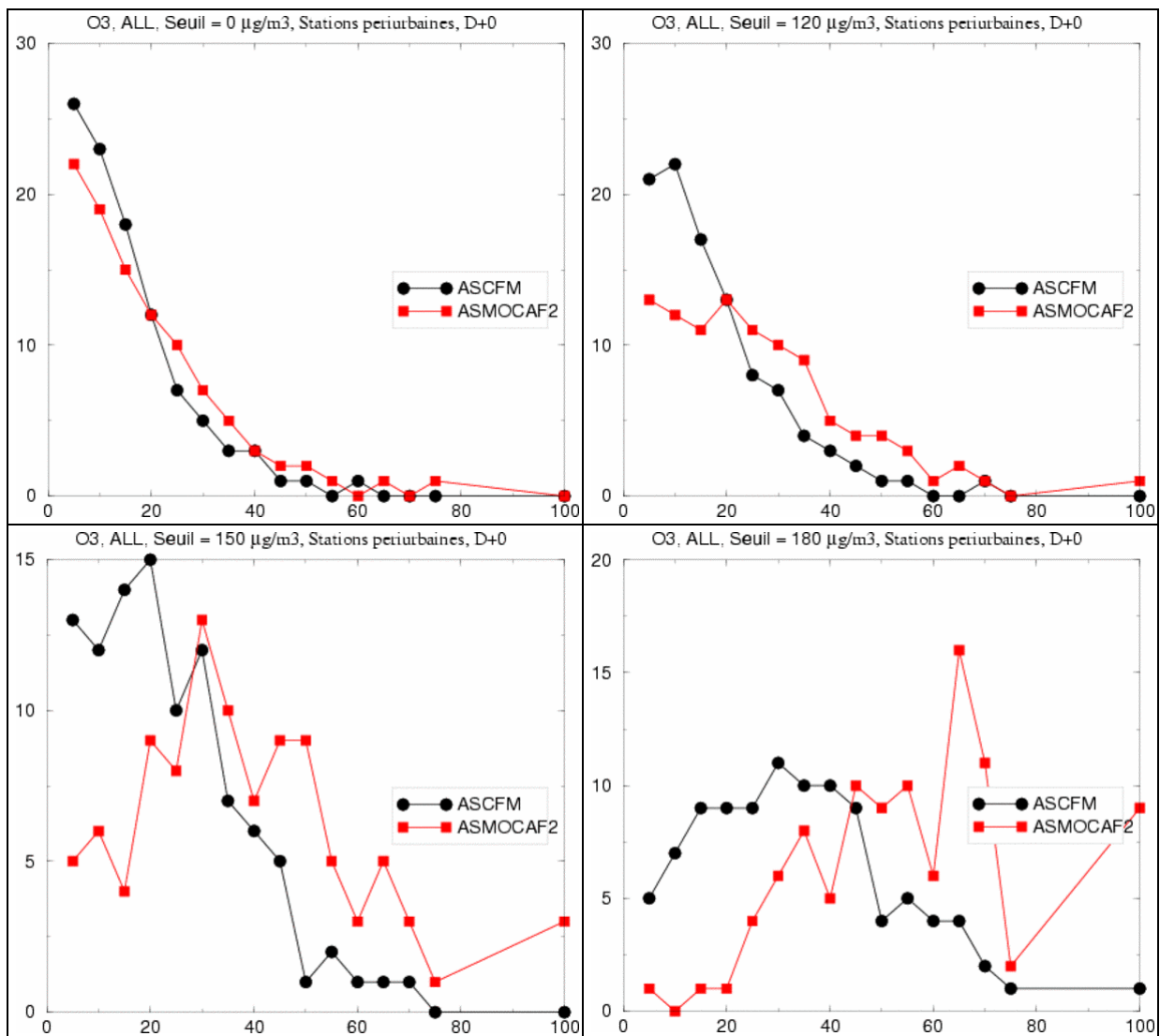


Figure 2-11 Même chose qu'en Figure 2-2 pour le modèle CHIMERE (figures de gauche) et le modèle MOCAGE (figures de droite) à l'échelle de la France. Les concentrations calculées par les deux modèles ont été comparées aux observations après adaptation statistique (elles n'ont pas fait l'objet d'une ré interpolation sur le domaine).

Ces figures mettent en évidence, en dessous du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, une distribution des erreurs moyennes sur le pic d'ozone qui est maximale entre 0 et 5 µg/m<sup>3</sup> pour les deux modèles: 27% pour CHIMERE contre 19% pour MOCAGE; pour les pics d'ozone au-delà de 120 µg/m<sup>3</sup>, l'erreur est de 19% pour CHIMERE contre 10% pour MOCAGE.

La distribution est plus "concentrée" autour des faibles erreurs pour CHIMERE que pour MOCAGE: 80% des erreurs sur les pics d'ozone sont inférieures à 21% pour CHIMERE et à 29% pour MOCAGE; 80% des erreurs sur les pics d'ozone au-delà de 120 µg/m<sup>3</sup> sont inférieures à 19% pour CHIMERE et à 28% pour MOCAGE.

Au-delà du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, le maximum d'erreur se déplace pour les deux modèles vers des valeurs plus élevées: 20-25 µg/m<sup>3</sup> pour CHIMERE (13% des erreurs sur le pic d'ozone sont dans cette gamme de valeurs) contre 25-30 µg/m<sup>3</sup> pour MOCAGE (10% des erreurs sur le pic d'ozone sont dans cette gamme de valeurs).

Au-delà du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, le nombre d'observations est faible.

Les histogrammes d'erreurs sur les stations rurales ou urbaines sont très similaires à ceux établis pour les stations périurbaines. Seules les valeurs changent.

### 2.3.4 PREVISION DES DEPASSEMENTS DE SEUILS

Type stations	Obs.		ASCF M					ASMOCA F2				
Seuil = 120	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
Rurales	1070	2236	75.6	93.0	87.4	24.4	7.0	64.5	91.7	82.9	35.5	8.3
Périurbaines	2003	5124	79.9	89.8	87.0	20.1	10.2	53.2	91.7	80.9	46.8	8.3
Urbaines	3434	10468	81.0	88.3	86.5	19.0	11.7	49.6	92.9	82.2	50.4	7.1
Seuil = 150												
Rurales	354	2952	38.7	97.9	91.5	61.3	2.1	31.1	98.3	91.1	68.9	1.7
Périurbaines	566	6561	49.1	96.8	93.0	50.9	3.2	19.6	98.8	92.5	80.4	1.2
Urbaines	891	13011	45.7	96.4	93.2	54.3	3.6	15.6	99.0	93.7	84.4	1.0
Seuil = 180												
Rurales	84	3222	22.6	99.8	97.8	77.4	0.2	1.2	99.8	97.3	98.8	0.2
Périurbaines	115	7012	18.3	99.4	98.1	81.7	0.6	1.7	99.9	98.3	98.3	0.1
Urbaines	174	13728	19.0	99.4	98.4	81.0	0.6	2.9	99.8	98.6	97.1	0.2

En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions (BP), l'écart de performances entre modèles est faible (au maximum de 6% pour le seuil de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et inférieur à 1% pour les seuils de 150 et 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ce pourcentage est meilleur pour CHIMERE que pour MOCAGE pour le seuil de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions au-delà d'un seuil (BP+), les écarts de performances entre modèles sont plus marqués, et CHIMERE réalise de meilleures performances que MOCAGE, sur tous les types de stations, pour tous les seuils:

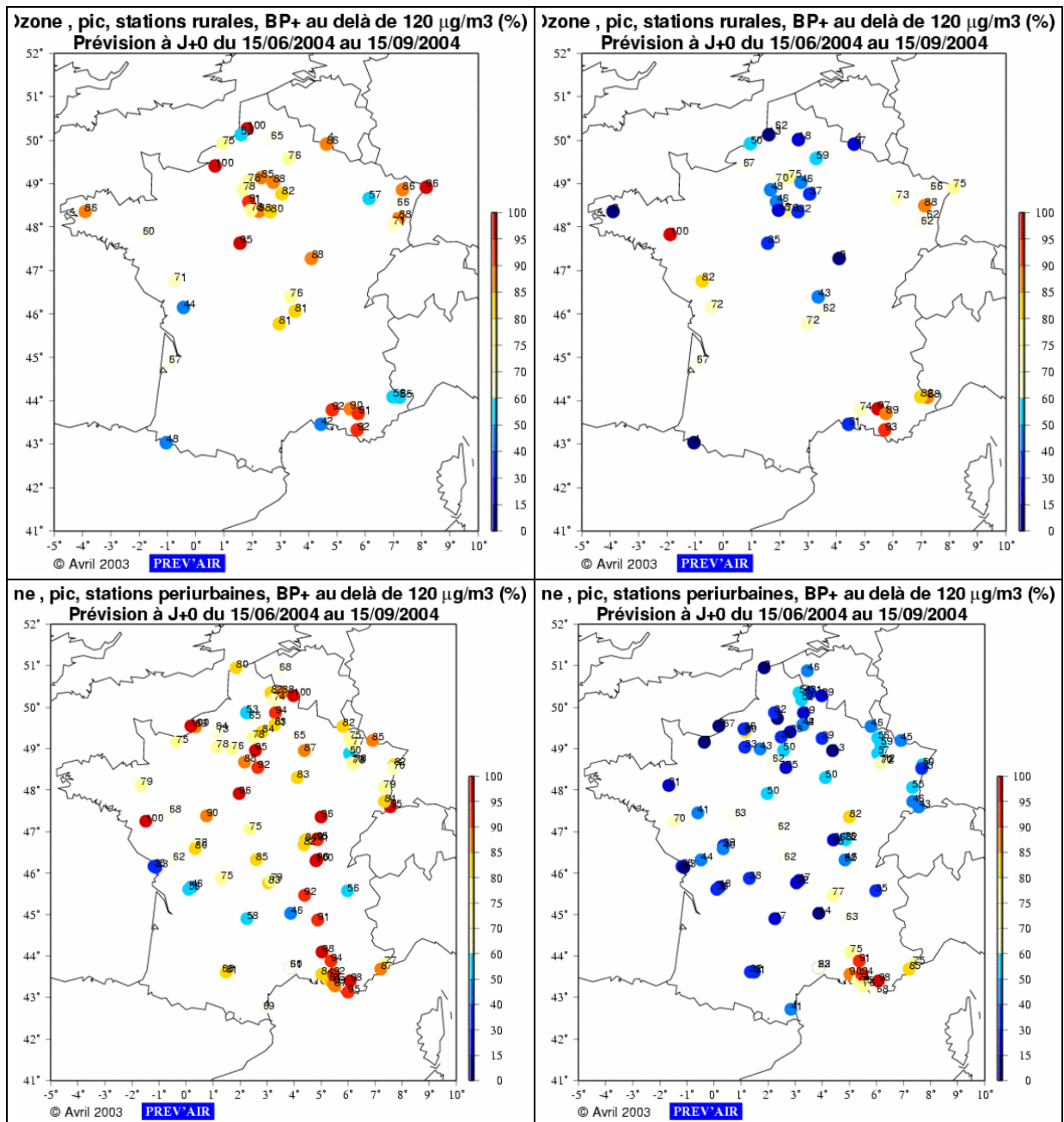
- pour le seuil de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (respectivement 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), CHIMERE prévoit correctement les dépassements dans environ 80% des cas, contre environ 54% pour MOCAGE (respectivement 46% contre 21%); l'écart de performances entre modèles est plus marqué (de l'ordre de 30%) pour les stations périurbaines et urbaines.
- pour le seuil de 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ils tombent respectivement à 20% et 2%. Les performances de MOCAGE sont très faibles dans ce cas.

Compte tenu des relations existant entre les indicateurs BP+ et ND d'une part et BP- et FA d'autre part, on a :

- Pour tous les seuils, CHIMERE crée moins de non dépassements à tort que MOCAGE; pour les seuils de 120 et 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'écart de performances entre modèles est plus marqué (de l'ordre de 30%) pour les stations périurbaines et urbaines.



- Le pourcentage de non-dépassements à tort pour CHIMERE varie de 20% à 80% lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; il varie de 43% à 98% pour MOCAGE.
- Le pourcentage de fausses alertes varie de 11% (resp. 8%) à moins de 1% (resp. 1%) pour CHIMERE (resp. MOCAGE) lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pour presque tous seuils et types de stations, CHIMERE crée un peu plus de fausses alertes que MOCAGE.



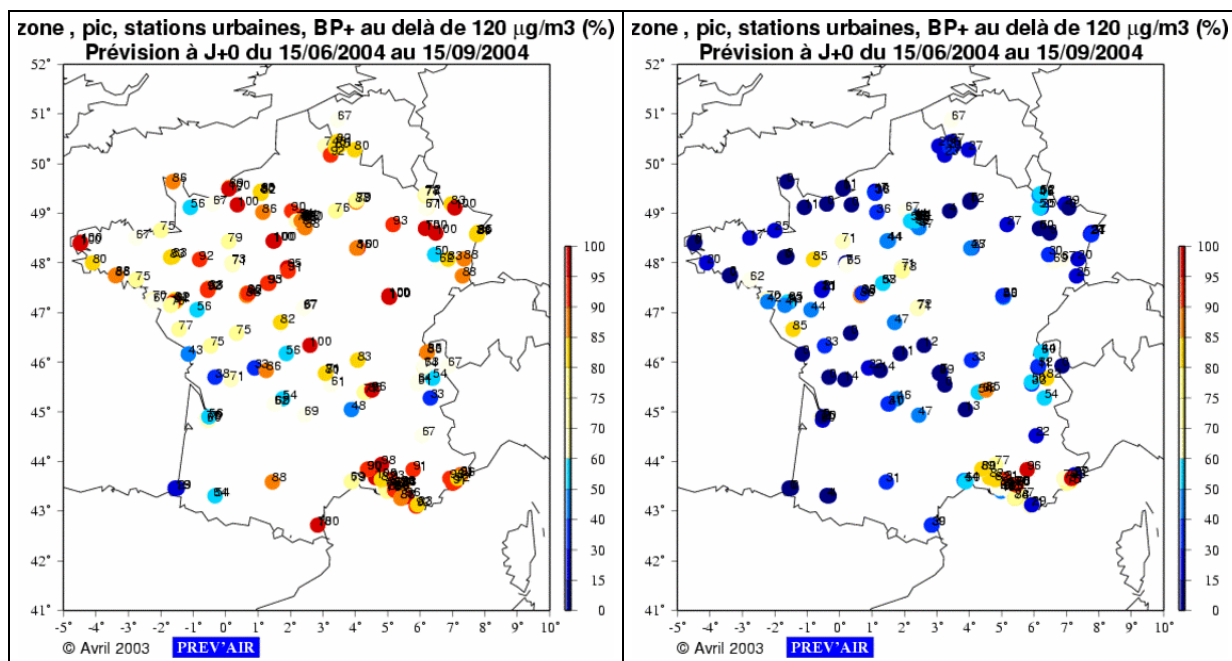


Figure 2-12 Même chose qu'en Figure 2-3 pour le modèle CHIMERE (figures de gauche) et le modèle MOCAGE (figures de droite) à l'échelle de la France. Les concentrations calculées par les deux modèles ont été comparées aux observations après adaptation statistique (elles n'ont pas fait l'objet d'une ré interpolation sur le domaine).

Région par région,

En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions (BP),

- pour le seuil de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'écart maximal de performances entre les deux modèles est de 12%; il se situe sur les régions SO (stations rurales) et RHONEALPES (stations périurbaines) ; le pourcentage de bonnes prévisions est meilleur pour CHIMERE que pour MOCAGE, pour tous les types de stations et sur toutes les régions.
- pour les seuils de 150 et 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , les pourcentages de bonnes prévisions sont équivalents pour les deux modèles (écart maximal inférieur à 2%).

En ce qui concerne le pourcentage de bonnes prévisions au-delà d'un seuil (BP+), on retrouve le fait que les écarts de performances entre modèles sont plus marqués, et:

- pour le seuil de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'écart maximal de performances entre les deux modèles atteint 53%; les écarts de performances entre les deux modèles sont élevés (supérieurs à 20%) dans toutes les régions sauf SSE ; CHIMERE prévoit mieux les dépassements que MOCAGE, sauf sur les stations rurales de la région SSE - pour lesquelles l'écart est de 10%: CHIMERE prévoit correctement les dépassements du seuil de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les stations rurales de la région SSE dans 73% des cas, contre 83% pour MOCAGE, le nombre de dépassements du seuil de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  étant de 403;

- pour le seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, l'écart maximal de performances entre les deux modèles atteint 55% sur la région GBP (stations périurbaines), 70% sur la région NE (stations urbaines), les écarts maximaux se situant sur les régions GBP, N et NE ; CHIMERE prévoit mieux les dépassements que MOCAGE, sauf sur les régions RHONEALPES (stations périurbaines) et SSE (stations rurales) : CHIMERE prévoit correctement les dépassements du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup> sur les stations rurales (resp. périurbaines) de la région SSE (resp. RHONEALPES) dans 34% (resp. 21%) des cas, contre 43% (resp. 30%) pour MOCAGE, le nombre de dépassements du seuil de 150 µg/m<sup>3</sup> sur ces types de stations / régions étant de 176 (resp. 33);
- pour le seuil de 150 µg/m<sup>3</sup>, les deux modèles prévoient mal les dépassements sur les régions CENTRE (tous types de stations) et SO (stations rurales et urbaines);
- le nombre de dépassements observés du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup> est faible, voire nul dans certaines régions (CENTRE, N, O, SO) ; les performances des deux modèles sont médiocres dans pratiquement toutes les régions;
- pour le seuil de 180 µg/m<sup>3</sup>, l'écart maximal de performances entre les deux modèles atteint 60% sur les stations urbaines de la région GBP, sur lesquelles le modèle CHIMERE réalise ses meilleures performances (67%) ; CHIMERE prévoit en général mieux les dépassements que MOCAGE.

### 3. EVALUATION SUR LE DIOXYDE D'AZOTE

#### 3.1 AWM / MOCAE, DIOXYDE D'AZOTE

##### 3.1.1 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES MOYENNES JOURNALIERES

- Meilleures performances pour CHIMERE que pour MOCAGE pour tous les types de stations et pour tous les indicateurs à l'exception de la corrélation sur les stations périurbaines, pour laquelle les deux modèles réalisent la même "performance".

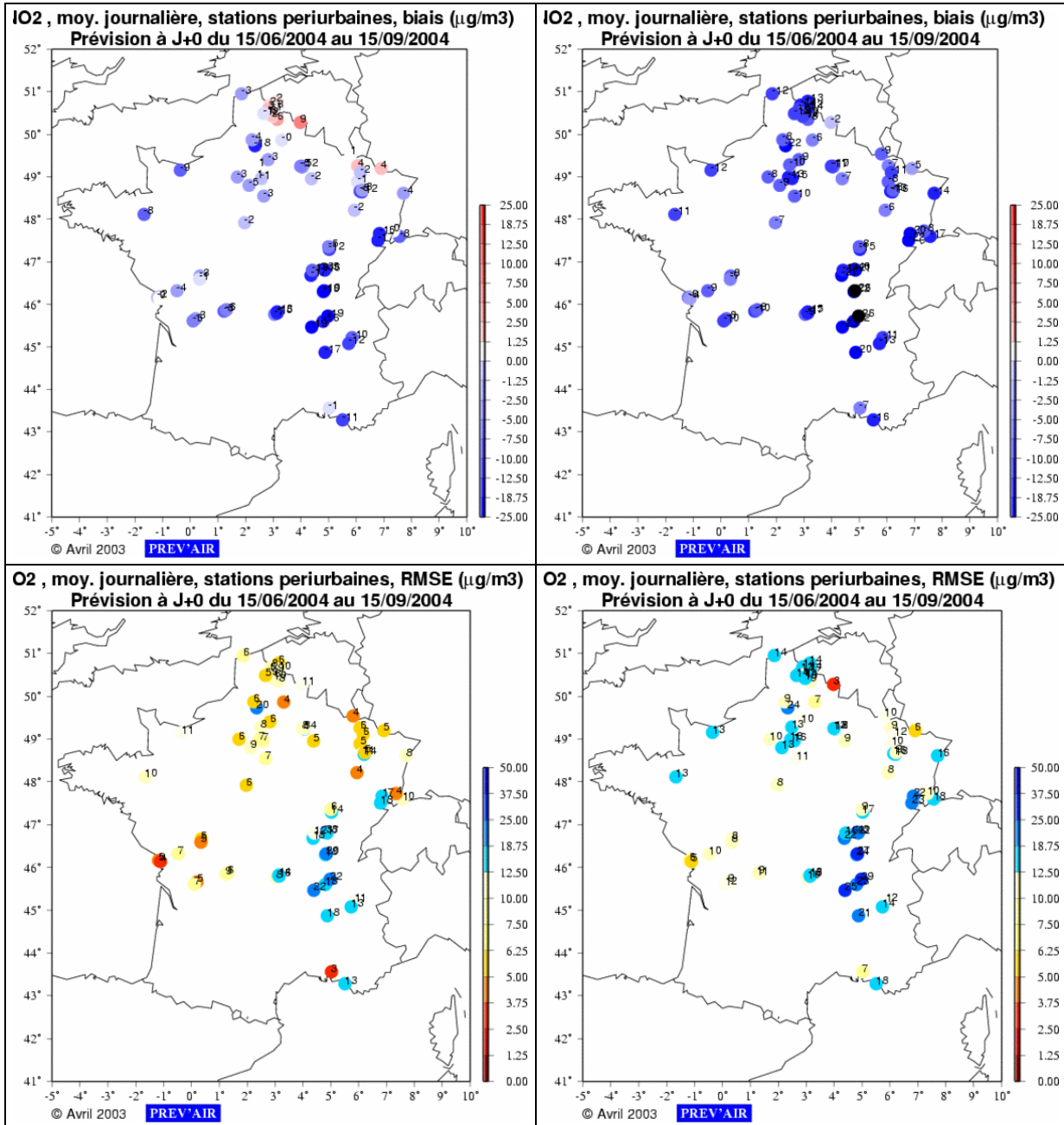
	Obs.		AWM				MOCAE					
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	8.4	842	10.0	1.6	5.2	0.97	0.54	4.4	-4.0	6.5	0.67	0.39
Périurbaines	16.8	5424	11.0	-5.8	11.5	0.77	0.36	4.3	-12.6	15.5	0.34	0.36
Urbaines	20.6	17546	10.3	-10.3	15.5	0.61	0.42	4.8	-15.8	19.5	0.33	0.40

Toutes régions confondues,

- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 60% sur les stations rurales, de 54% sur les périurbaines et de 35% sur les stations urbaines).
  - CHIMERE surestime les concentrations rurales, et sous estime les concentrations périurbaines et urbaines; MOCAGE sous estime les concentrations sur tous les types de stations.
  - Pour les deux modèles, en valeur absolue, le biais va croissant des stations rurales aux stations périurbaines puis urbaines.
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE de 20 à 25%. Pour les deux modèles, la RMSE va croissant des stations rurales aux stations périurbaines puis urbaines.
- Corrélation plus élevée de 40% sur les stations rurales pour CHIMERE que pour MOCAGE. Pour les autres types de stations, les résultats des deux modèles sont équivalents. Pour CHIMERE, sur les stations périurbaines et urbaines, les corrélations sont plus faibles que sur les stations rurales.

- Variabilité :

- pour les deux modèles, plus faible que celle des observations.
- écart à celle-ci plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 40 à 90% plus faible). Les écarts sont importants pour MOCAGE aux stations périurbaines et urbaines. Pour les deux modèles, sur les stations périurbaines et urbaines, les écarts sont plus importants que sur les stations rurales.



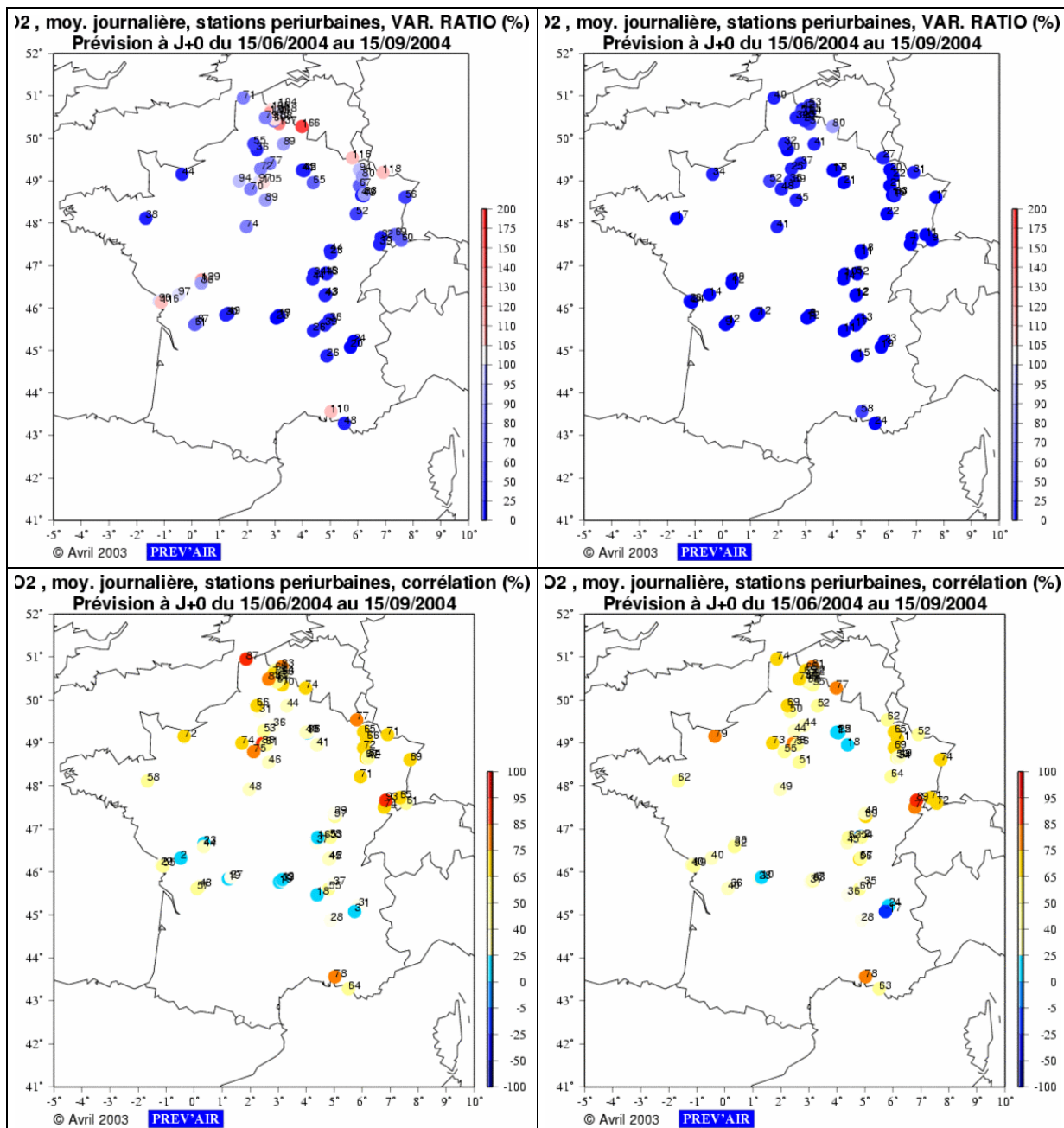


Figure 3-1 Indicateurs statistiques (biais, RMSE, variabilité et corrélation) calculés pour la moyenne journalière de dioxyde d'azote prévue à J+0 entre le 15/06/2004 et le 15/09/2004, sur chacune des stations rurales disponibles. Les figures de gauche sont relatives au modèle CHIMERE à l'échelle européenne; celles de droite au modèle MOCAGE à l'échelle européenne. Les biais, RMSE sont en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; les variabilités et corrélations en %.

Région par région,

- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE sur tous les types de stations (de 14 à 99% plus faible), sauf les stations rurales des régions GBP et N.
  - MOCAGE sous estime les concentrations sur tous les types de stations.

- CHIMERE surestime les concentrations rurales dans les régions GBP, N et NE.
- CHIMERE sous estime en général les concentrations périurbaines et urbaines.
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (jusqu'à 46%), sauf sur les stations rurales des régions GBP et N.
- En ce qui concerne la corrélation, les résultats sont partagés sur tous les types de stations.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est presque toujours plus faible que celle des observations, sauf pour CHIMERE aux stations rurales.
  - écart à celle-ci en général plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (12 à 93% plus faible), sauf sur les stations rurales des régions GBP et O. Pour les deux modèles, sur les stations périurbaines et urbaines, les écarts sont importants, en particulier sur les régions CENTRE, RHONEALPES, SO et SSE. Les écarts sont importants (supérieurs à 100%) pour CHIMERE sur les stations rurales de la région SSE.

### 3.1.2 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES CONCENTRATIONS HORAIRES

- Meilleures performances pour CHIMERE que pour MOCAGE pour tous les types de stations et pour tous les indicateurs à l'exception de la RMSE sur les stations rurales.

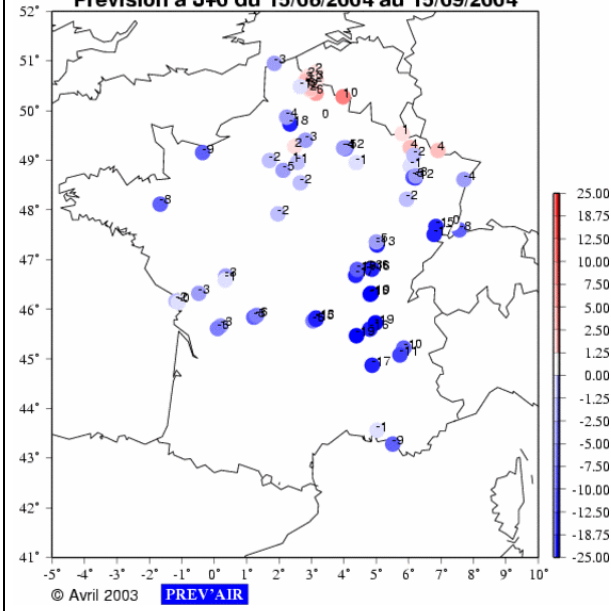
	Obs.		AWM					MOCAGE				
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	7.8	23237	9.7	1.9	8.7	1.23	0.41	4.3	-3.5	7.6	0.65	0.36
Périurbaines	16.4	136165	10.8	-5.6	15.3	0.78	0.36	4.2	-12.2	17.9	0.32	0.32
Urbaines	20.0	436456	10.2	-9.8	19.2	0.63	0.35	4.7	-15.3	22.2	0.31	0.31

Toutes régions confondues,

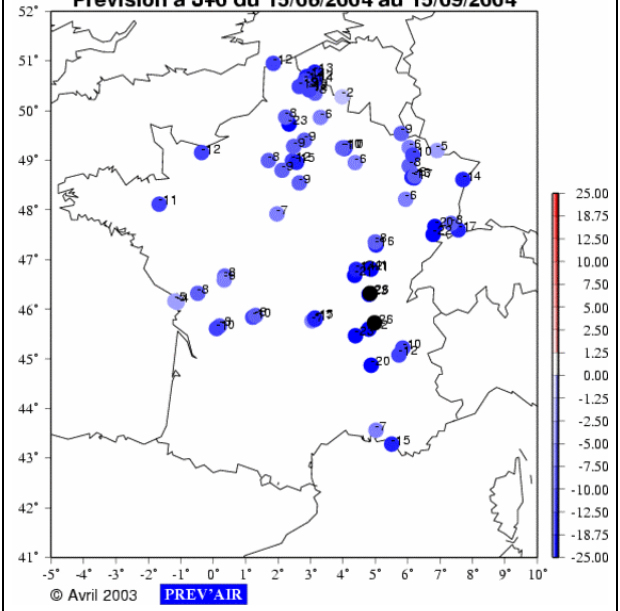
- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 46% sur les stations rurales, de 54% sur les périurbaines et de 36% sur les stations urbaines).
  - CHIMERE surestime les concentrations rurales, et sous estime les concentrations périurbaines et urbaines; MOCAGE sous estime les concentrations sur tous les types de stations.
  - Pour les deux modèles, en valeur absolue, le biais va croissant des stations rurales aux stations périurbaines puis urbaines.
- RMSE plus faible (de 15%) pour MOCAGE que pour CHIMERE sur les stations rurales; plus faible de 15% pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les autres types de stations. Pour les deux modèles, la RMSE va croissant des stations rurales aux stations périurbaines puis urbaines.
- Corrélation plus élevée de 13-14% sur tous les types de stations pour CHIMERE que pour MOCAGE. Pour CHIMERE, sur les stations périurbaines et urbaines, les corrélations sont légèrement plus faibles que sur les stations rurales.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, en général plus faible que celle des observations - sauf pour CHIMERE, sur les stations rurales.
  - écart à celle-ci plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 36 à 68% plus faible); les écarts sont importants pour MOCAGE aux stations périurbaines et urbaines, plus importants que sur les stations rurales; c'est aussi le cas pour CHIMERE aux stations urbaines.



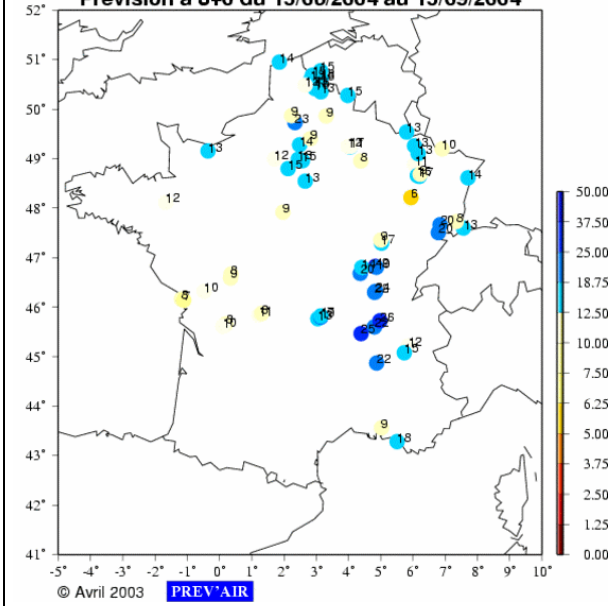
**NO2 , conc. horaire, stations periurbaines, biais ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



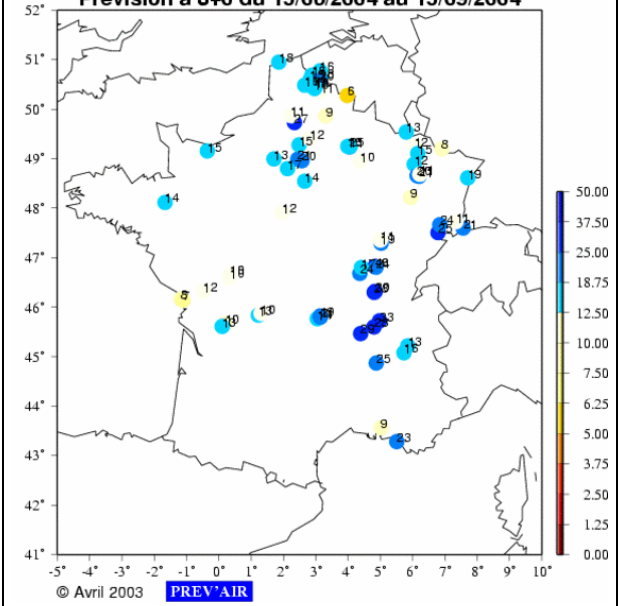
**NO2 , conc. horaire, stations periurbaines, biais ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



**NO2 , conc. horaire, stations periurbaines, RMSE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



**NO2 , conc. horaire, stations periurbaines, RMSE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



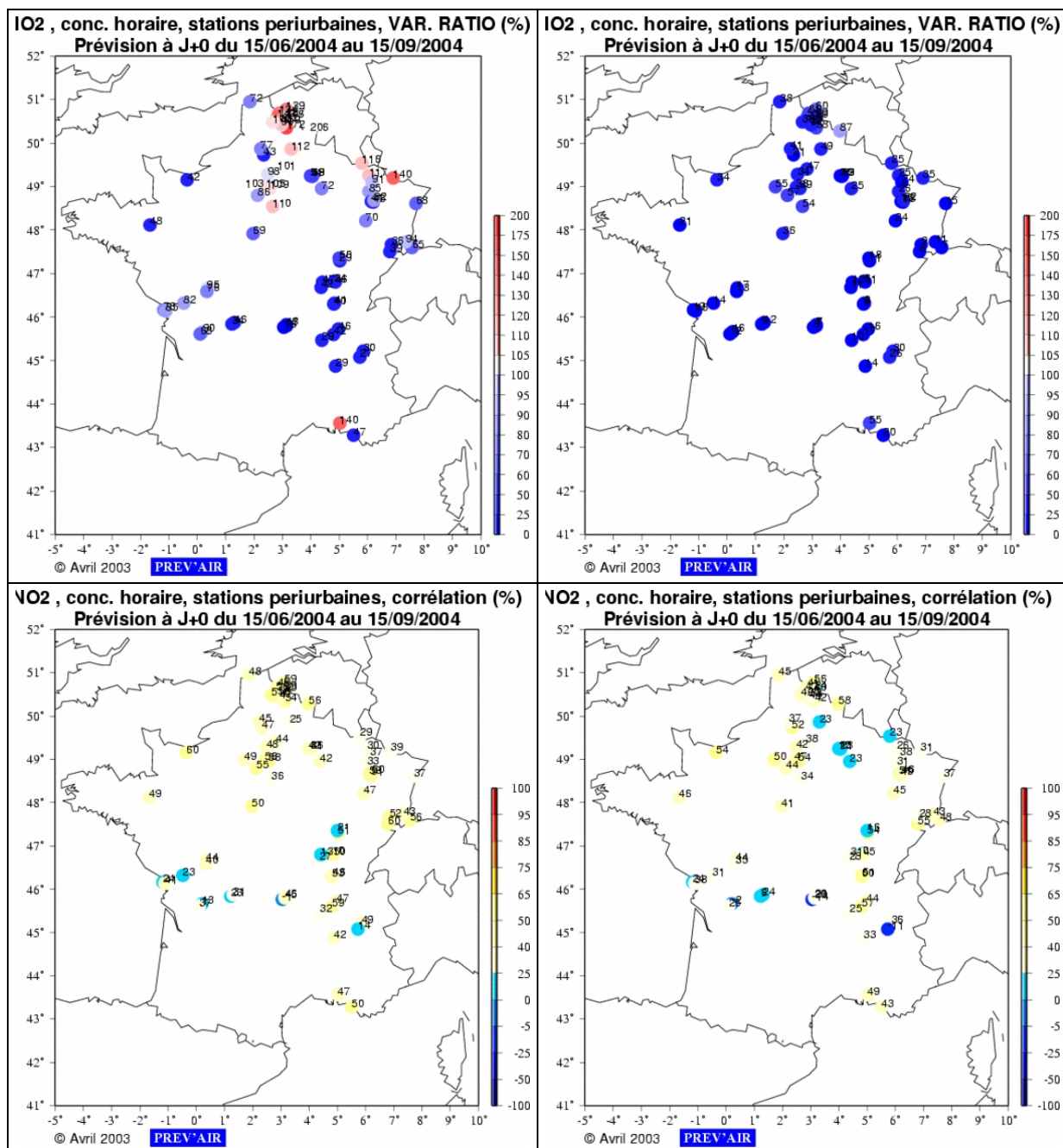


Figure 3-2 Même chose qu'en Figure 3-1 pour les concentrations horaires de dioxyde d'azote prévues à J+0.

Région par région,

■ Biais :

- en valeur absolue, plus faible (de 15 à 97%) pour CHIMERE que pour MOCAGE sur tous les types de stations, sauf les stations rurales des régions GBP (4.3 contre 0 µg/m<sup>3</sup>) et N (2.8 contre -1.2 µg/m<sup>3</sup>).
- MOCAGE sous estime les concentrations sur tous les types de stations.
- CHIMERE surestime les concentrations rurales, sauf dans les régions O et SSE. Dans ces dernières régions, la sous-estimation est faible (entre -0.3 et -0.1 µg/m<sup>3</sup>).

- CHIMERE sous estime les concentrations périurbaines et urbaines. Les plus fortes sous estimations sont observées dans les mêmes régions pour les deux modèles: régions RHONEALPES, GBP et CENTRE pour les stations périurbaines; régions CENTRE, NE, RHONEALPES, SO et SSE pour les stations urbaines.
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 9 à 20%), sauf sur les stations rurales (sur lesquelles la RMSE de CHIMERE est de 14 à 60% plus élevée que celle de MOCAGE).
- Corrélation en général plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE, sauf sur les stations rurales, où les résultats sont partagés.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est en général toujours plus faible que celle des observations, sauf pour CHIMERE sur les stations rurales.
  - écart à celle-ci en général plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 14 à 98% plus faible), sauf sur les stations rurales des régions GBP, N et SO. Pour les deux modèles, sur les stations périurbaines et urbaines, les écarts sont importants, en particulier sur les régions CENTRE, RHONEALPES, SO et SSE.

## 3.2 CFM / MOCAF, DIOXYDE D'AZOTE

### 3.2.1 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES MOYENNES JOURNALIERES

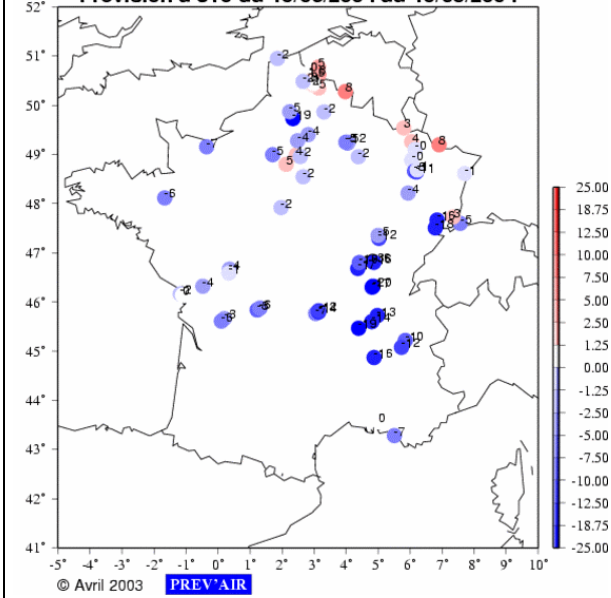
- On retrouve à quelques détails près les mêmes conclusions que pour les modèles à basse résolution.
- Meilleures performances pour CHIMERE que pour MOCAGE pour tous les types de stations et pour tous les indicateurs.

Type stations	Obs.		CFM					MOCAF				
	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	842	8.4	8.8	0.3	4.6	1.02	0.62	4.6	-3.8	7.0	0.87	0.31
Périurbaines	5424	16.8	11.6	-5.2	11.5	0.89	0.39	4.4	-12.4	15.4	0.41	0.34
Urbaines	17546	20.6	13.4	-7.2	14.8	1.00	0.46	5.4	-15.2	19.0	0.44	0.40

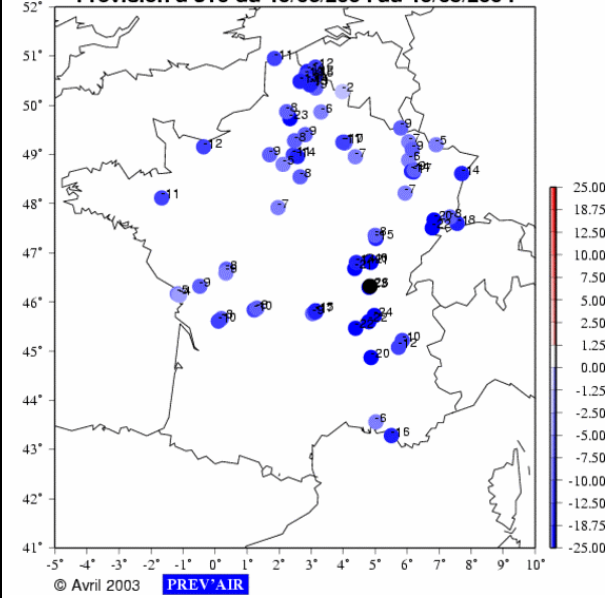
Toutes régions confondues,

- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (d'environ 90% sur les stations rurales, 60% sur les périurbaines et 50% sur les stations urbaines).
  - CHIMERE surestime légèrement les concentrations rurales, et sous estime les concentrations périurbaines et urbaines; MOCAGE sous estime les concentrations sur tous les types de stations.
  - Pour les deux modèles, en valeur absolue, le biais va croissant des stations rurales aux stations périurbaines puis urbaines.
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE de 20 à 35%. Pour les deux modèles, la RMSE va croissant des stations rurales aux stations périurbaines puis urbaines.
- Corrélation deux fois plus élevée sur les stations rurales pour CHIMERE que pour MOCAGE. Pour les autres types de stations, les résultats des deux modèles sont plus proches (corrélation plus élevée de 15% pour CHIMERE que pour MOCAGE). Pour CHIMERE, sur les stations périurbaines et urbaines, les corrélations sont plus faibles que sur les stations rurales.
- Variabilité :
  - pour MOCAGE, plus faible que celle des observations.
  - écart à celle-ci plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 2 à 96% plus faible). Les écarts sont importants pour MOCAGE aux stations périurbaines et urbaines, tandis que CHIMERE reproduit bien la variabilité des observations sur tous les types de stations.

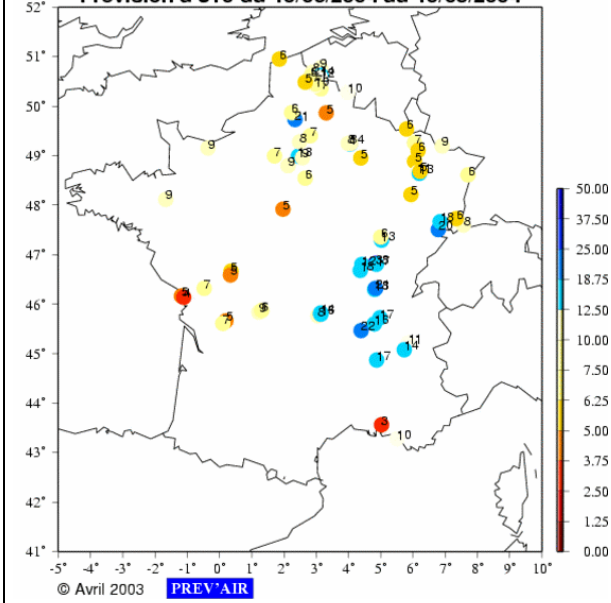
**IO2 , moy. journalière, stations periurbaines, biais ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**  
**Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



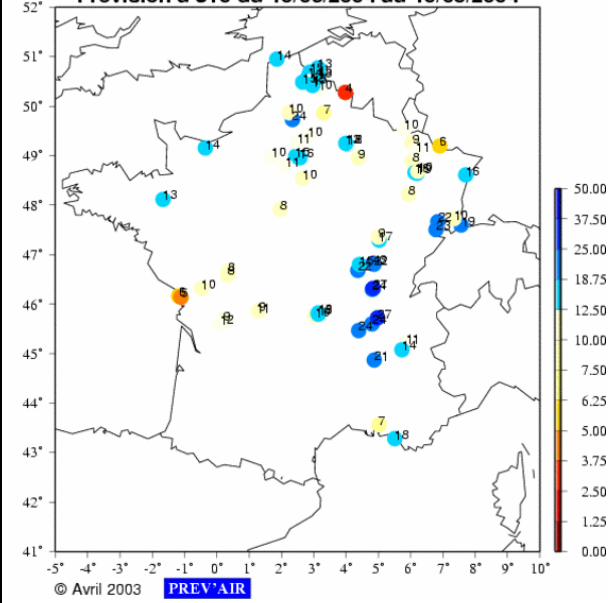
**IO2 , moy. journalière, stations periurbaines, biais ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**  
**Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



**O2 , moy. journalière, stations periurbaines, RMSE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**  
**Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



**O2 , moy. journalière, stations periurbaines, RMSE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**  
**Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



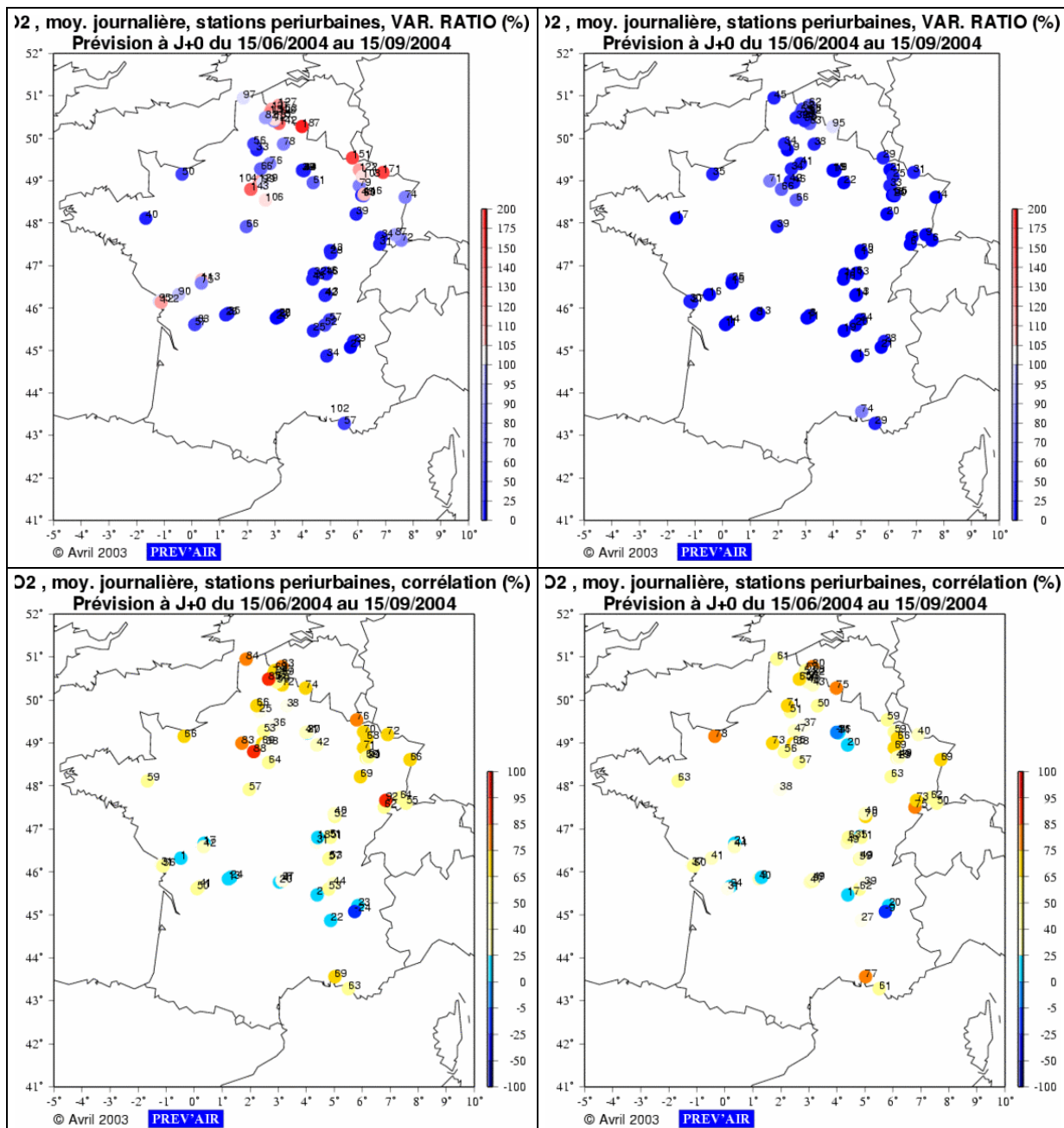


Figure 3-3 Même chose qu'en Figure 3-1 pour le modèle CHIMERE (figures de gauche) et le modèle MOCAGE (figures de droite) à l'échelle de la France.

Région par région,

- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible (de 15 à 98%) pour CHIMERE que pour MOCAGE sur tous les types de stations, sauf les stations rurales des régions GBP et N.
  - MOCAGE sous estime les concentrations sur tous les types de stations et toutes les régions, sauf les stations rurales des régions GBP et N.
  - CHIMERE sous estime en général les concentrations, sauf les concentrations rurales et urbaines dans les régions GBP et N.

- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (jusqu'à 52%), sauf sur les stations rurales des régions GBP et N.
- Corrélation souvent plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE, sauf sur les stations rurales de la région O; périurbaines des régions CENTRE et O; urbaines des régions CENTRE et SO.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est presque toujours plus faible que celle des observations, sauf pour CHIMERE aux stations rurales et sur les régions GBP et N, et pour MOCAGE aux stations rurales des régions GBP et N.
  - écart à celle-ci en général plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 2 à 96% plus faible), sauf sur les stations rurales des régions GBP et N. Pour les deux modèles, sur les stations périurbaines et urbaines, les écarts atteignant des valeurs importantes.

### 3.2.2 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES CONCENTRATIONS HORAIRES

- Toutes observations confondues, on retrouve à quelques détails près, les mêmes conclusions que pour les modèles à basse résolution, et que pour les concentrations moyennes journalières.
- Meilleures performances pour CHIMERE que pour MOCAGE pour tous les types de stations et pour tous les indicateurs, à l'exception de la variabilité sur les stations rurales.

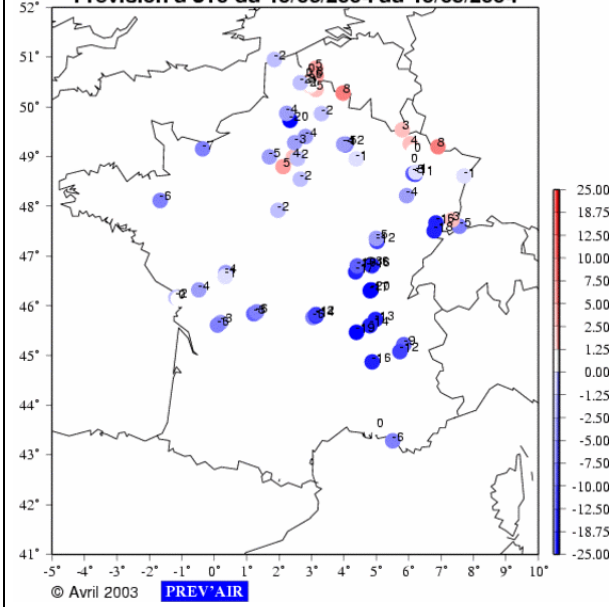
Type stations	Obs.		CFM					MOCAGE				
	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	7.7	23365	8.4	0.6	8.0	1.21	0.47	4.4	-3.4	8.3	0.85	0.30
Périurbaines	16.4	136968	11.3	-5.0	15.6	0.88	0.36	4.3	-12.1	17.9	0.38	0.30
Urbaines	20.0	438939	13.2	-6.8	19.3	0.93	0.38	5.3	-14.7	21.8	0.40	0.31

Toutes régions confondues,

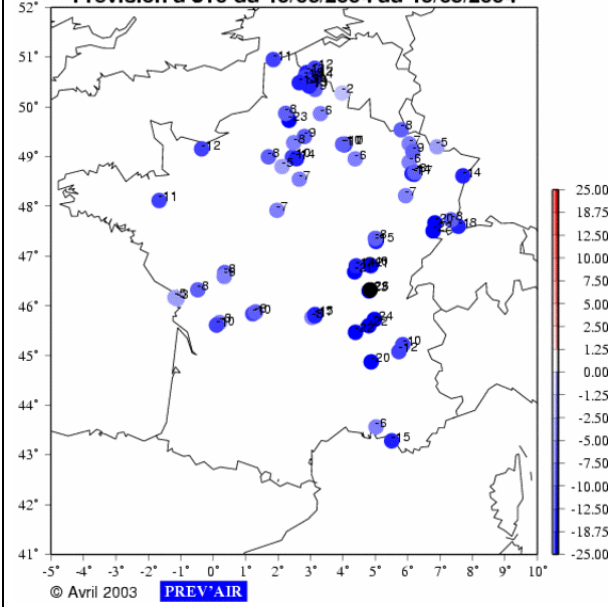
- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (d'environ 80% sur les stations rurales, 60% sur les périurbaines et 55% sur les stations urbaines).
  - CHIMERE surestime légèrement les concentrations rurales, et sous estime les concentrations périurbaines et urbaines; MOCAGE sous estime les concentrations sur tous les types de stations.
  - Pour les deux modèles, en valeur absolue, le biais va croissant des stations rurales aux stations périurbaines puis urbaines.
- RMSE légèrement plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE de 4 à 13%. Pour les deux modèles, la RMSE va croissant des stations rurales aux stations périurbaines puis urbaines.
- Corrélation plus élevée (de 57%) sur les stations rurales pour CHIMERE que pour MOCAGE. Pour les autres types de stations, les résultats des deux modèles sont plus proches (corrélation plus élevée de 20% pour CHIMERE que pour MOCAGE). Pour CHIMERE, sur les stations périurbaines et urbaines, les corrélations sont plus faibles que sur les stations rurales.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, en général plus faible que celle des observations, sauf pour CHIMERE aux stations rurales.
  - écart à celle-ci de 40% plus élevé aux stations rurales pour CHIMERE que pour MOCAGE, plus faible aux stations périurbaines et urbaines (de 80 à 90% plus faible); les écarts sont importants pour MOCAGE aux stations périurbaines et urbaines, plus importants que sur les stations rurales, tandis que CHIMERE reproduit bien la variabilité des observations sur tous les types de stations (écart inférieur à 20%).



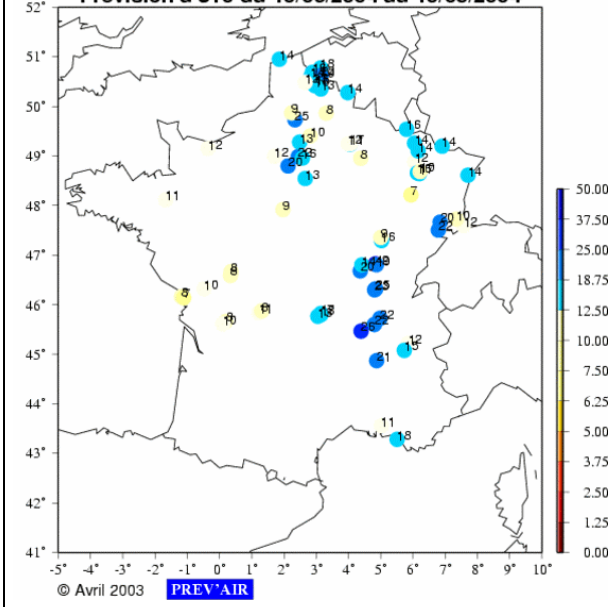
**NO<sub>2</sub> , conc. horaire, stations periurbaines, biais (µg/m<sup>3</sup>)  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



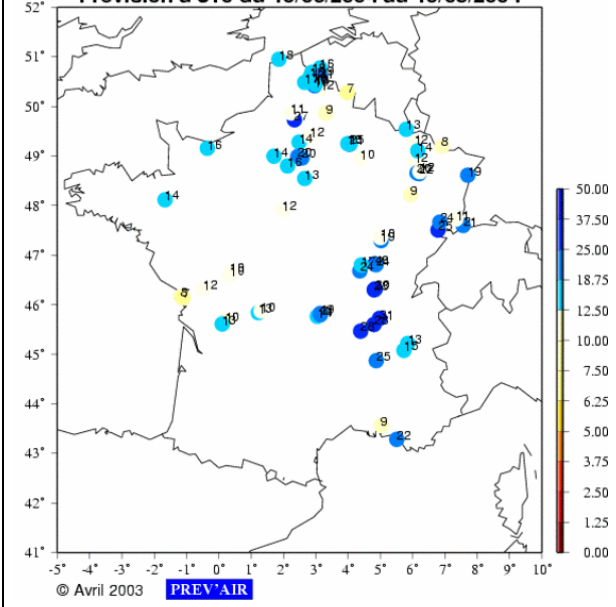
**NO<sub>2</sub> , conc. horaire, stations periurbaines, biais (µg/m<sup>3</sup>)  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



**NO<sub>2</sub> , conc. horaire, stations periurbaines, RMSE (µg/m<sup>3</sup>)  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



**NO<sub>2</sub> , conc. horaire, stations periurbaines, RMSE (µg/m<sup>3</sup>)  
Prévision à J+0 du 15/06/2004 au 15/09/2004**



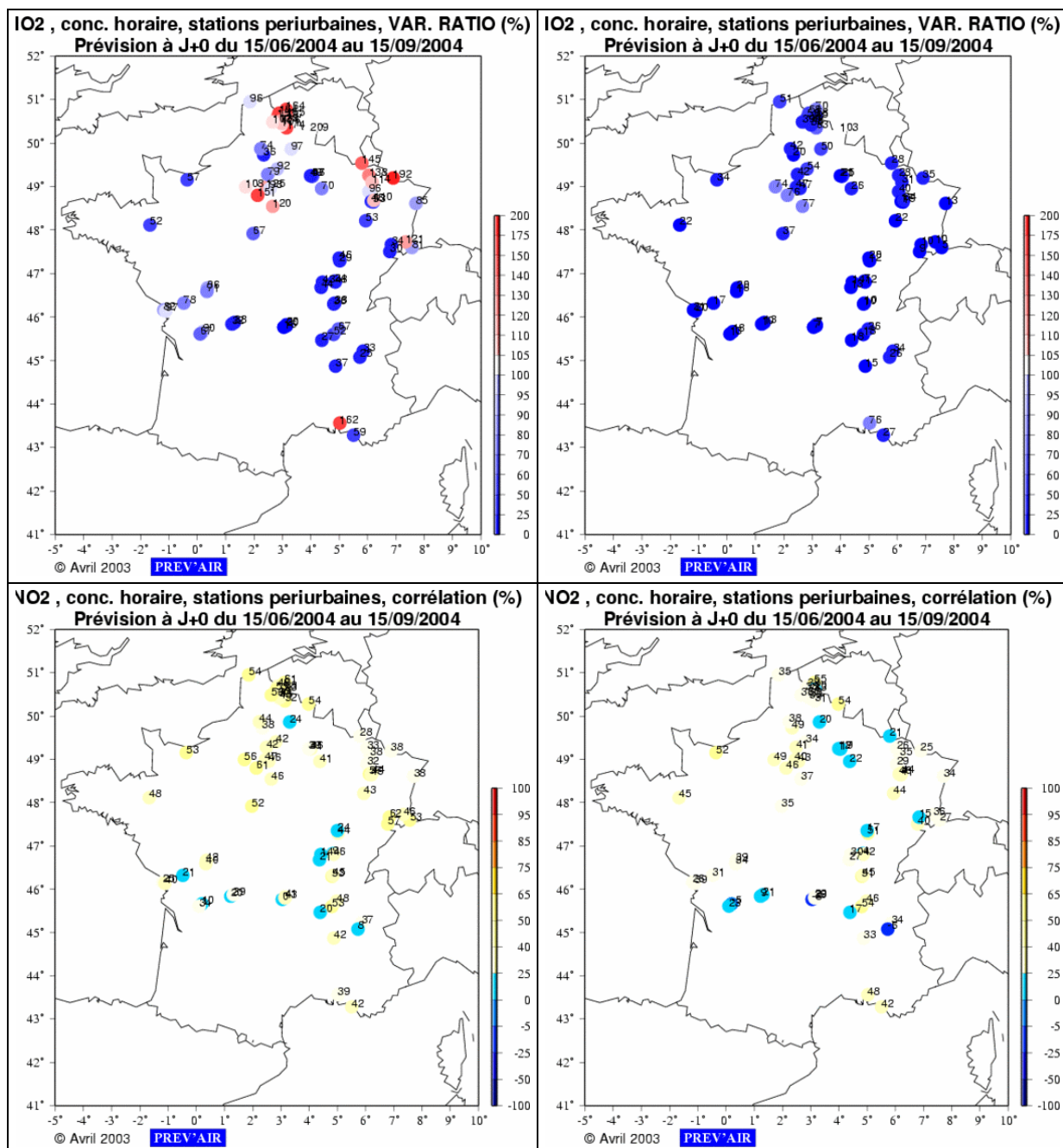


Figure 3-4 Même chose qu'en Figure 3-1 pour le modèle CHIMERE (figures de gauche) et le modèle MOCAGE (figures de droite) à l'échelle de la France.

### Région par région,

- Biais :
  - en valeur absolue, plus faible (de 15 à 100%) pour CHIMERE que pour MOCAGE sur tous les types de stations, sauf les stations rurales des régions GBP (2.7 contre 0.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et N (3.0 contre 1.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
  - MOCAGE sous estime les concentrations sur tous les types de stations, sauf stations rurales des régions GBP et N.

- CHIMERE surestime les concentrations rurales, sauf dans la région O (sous estimation faible de  $-1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- CHIMERE sous estime les concentrations périurbaines et urbaines, sauf dans les régions GBP et N (surestimation de  $3.4$  et  $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Les plus fortes sous estimations sont observées dans les mêmes régions pour les deux modèles: régions RHONEALPES, GBP et CENTRE pour les stations périurbaines; région SSE (puis régions CENTRE, NE, RHONEALPES et SO) pour les stations urbaines.
- RMSE plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 2 à 23%), sauf sur les stations rurales des régions GBP et N (sur lesquelles la RMSE de CHIMERE est environ 3 fois plus élevée que celle de MOCAGE).
- Corrélation en général plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE.
- Variabilité :
  - pour les deux modèles, elle est en général toujours plus faible que celle des observations, sauf pour CHIMERE sur les stations rurales.
  - écart à celle-ci en général plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (de 10 à 89% plus faible), sauf sur les stations rurales des régions GBP et N. Pour les deux modèles, sur les stations urbaines, les écarts atteignent des valeurs élevées.

## 4. CONCLUSIONS

### 4.1 SYNTHÈSE DES RESULTATS SUR L'OZONE

#### 4.1.1 PREVISION DES DEPASSEMENTS DE SEUILS

On s'est intéressé aux performances des modèles en terme de prévision du pic d'ozone relativement à un seuil donné. Aux deux échelles spatiales considérées, les scores réalisés par CHIMERE sont meilleurs que ceux de MOCAGE, en ce qui concerne<sup>4</sup>:

- le pourcentage de bonnes prévisions des dépassements des seuils de 120, 150 et 180 µg/m<sup>3</sup> (resp. 69, 41 et 13% de bonnes prévisions pour CHIMERE contre 54, 26 et 9% pour MOCAGE);
- le pourcentage de non dépassements à tort (de 31 à 87% pour CHIMERE contre 46 à 91% pour MOCAGE lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180 µg/m<sup>3</sup>).
- Le pourcentage de fausses alertes est faible (de moins de 1 à 8%) pour les deux modèles, pour tous les seuils, et un peu plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE.

En ce qui concerne les pics d'ozone issus des adaptations statistiques aux stations de mesure, ces conclusions restent valables:

- le pourcentage de bonnes prévisions des dépassements des seuils de 120, 150 et 180 µg/m<sup>3</sup> (resp. 80, 46, 20% de bonnes prévisions pour CHIMERE contre 54, 21, 2% pour MOCAGE);
- le pourcentage de non dépassements à tort (de 20 à 80% pour CHIMERE contre 46 à 98% pour MOCAGE lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180 µg/m<sup>3</sup>).
- Le pourcentage de fausses alertes est faible (de moins de 1 à 11%) pour les deux modèles, pour tous les seuils, et un peu plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE.

Région par région, le pourcentage de bonnes prévisions des dépassements des seuils de 120 et 150 µg/m<sup>3</sup> est généralement plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE, sauf sur les régions RHONEALPES et SSE (aux deux échelles considérées). Ceci est également valable pour les pics journaliers d'ozone issus des adaptations statistiques aux stations de mesure.

---

<sup>4</sup> Les pourcentages indiqués concernent l'échelle européenne, ils diffèrent peu de ceux obtenus à l'échelle française.

Ces scores sont cohérents avec les signes des biais sur les pics d'ozone obtenus pour les modèles aux deux échelles spatiales considérées (cf. paragraphe suivant): en effet, CHIMERE sous-estime légèrement les concentrations rurales (sauf pour les pics d'ozone issus des adaptations statistiques) et surestime les concentrations (péri)urbaines, tandis que MOCAGE sous-estime les concentrations sur tous les types de stations. Notons que les signes des biais sur les concentrations horaires d'ozone sont différents: CHIMERE surestime de façon importante les concentrations sur tous les types de stations; MOCAGE sous-estime les concentrations rurales et surestime les concentrations (péri)urbaines. Région par région, il y a des exceptions à ces tendances générales.

#### 4.1.2 INDICATEURS STATISTIQUES

Toutes régions confondues, pour les indicateurs RcmSE, corrélation et variabilité, les conclusions de l'exercice d'inter comparaison CHIMERE / MOCAGE sont les mêmes aux deux échelles spatiales considérées (européenne et française), et que l'on s'intéresse aux pics journaliers d'ozone ou aux concentrations horaires de ce polluant:

- La RcmSE est toujours meilleure (i.e. plus faible) pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE. Pour cet indicateur, l'écart de performances entre les deux modèles est de l'ordre de 25-30%<sup>5</sup>. Pour le pic d'ozone, il est plus faible (10-15%) lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone.

La RcmSE vaut, pour le pic d'ozone, entre 17 et 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre 23 à 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE; lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone, elle vaut entre 24 et 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre 28 à 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.

- La corrélation est toujours meilleure (i.e. plus élevée) pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE. Comme pour la RcmSE, l'écart de performances entre les deux modèles est plus faible pour les concentrations horaires d'ozone (10-20%) que pour les pics journaliers (15-30%).

La corrélation vaut, pour le pic d'ozone, de 0.80 à 0.83 pour CHIMERE contre 0.62 à 0.70 pour MOCAGE; lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone, elle vaut de 0.63 à 0.71 pour CHIMERE contre 0.57-0.61 pour MOCAGE.

- Enfin, la variabilité est toujours meilleure (i.e. plus proche de 1.0) pour le modèle MOCAGE que pour le modèle CHIMERE. Contrairement aux indicateurs précédents, on n'observe pas de différence de performances des deux modèles selon que l'on considère les concentrations horaires ou les pics journaliers.

La variabilité vaut, pour le pic d'ozone, de 0.75 à 0.84 pour CHIMERE contre 0.84-1.02 pour MOCAGE; lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone, elle vaut de 0.70 à 0.80 contre 0.82-0.92 pour MOCAGE.

Les conclusions ci-dessus sont également valables pour les pics journaliers d'ozone issus des adaptations statistiques aux stations de mesure, sauf pour la variabilité: aux stations (péri)urbaines, la variabilité de MOCAGE est plus éloignée de celle des observations que celle de CHIMERE.

---

<sup>5</sup> Tous les pourcentages sont exprimés relativement aux valeurs obtenues pour le modèle MOCAGE.

On obtient des conclusions différentes pour les indicateurs biais et RMSE selon que l'on s'intéresse aux pics journaliers d'ozone ou aux concentrations horaires de ce polluant:

- En ce qui concerne le pic d'ozone, le biais est meilleur (i.e. plus faible) pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE, sauf sur les stations urbaines; lorsqu'on considère les concentrations horaires, il est meilleur pour MOCAGE que pour CHIMERE, sauf sur les stations rurales.

En valeur absolue, le biais vaut, pour le pic d'ozone, entre -2 et 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre -8 à -1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE; lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone, il vaut entre 8 et 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre -7 à 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.

- En ce qui concerne le pic d'ozone, la RMSE est meilleure (i.e. plus faible) pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE; lorsqu'on considère les concentrations horaires, elle est meilleure pour MOCAGE que pour CHIMERE (sauf stations rurales). Pour cet indicateur, l'écart de performances entre les deux modèles est de l'ordre de 25-30% pour le pic d'ozone, il est plus faible (5-10%) lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone.

La RMSE vaut, pour le pic d'ozone, entre 17 et 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre 24 à 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE; pour les concentrations horaires d'ozone, elle vaut entre 25 et 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre 28 à 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.

En ce qui concerne les pics d'ozone issus des adaptations statistiques aux stations de mesure,

- Le biais est meilleur pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations rurales, mais deux fois plus élevé sur les stations (péri)urbaines. En valeur absolue, le biais vaut entre 1 et 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre environ -3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.
- La RMSE est meilleure pour CHIMERE que pour MOCAGE sur tous les types de stations. En valeur absolue, la RMSE vaut entre 17 et 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre environ 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.

Un point intéressant est le fait que, dans les observations, les moyennes par type de stations sont différentes et conformes à ce que l'on attend. Dans les prévisions, c'est plus ou moins le cas, MOCAGE respectant le mieux cette caractéristique (en cohérence avec le fait que les champs CHIMERE sont plus lisses).

### 4.1.3 INDICATEURS STATISTIQUES REGION PAR REGION

Région par région, les mêmes conclusions que ci-dessus valent pour les indicateurs RcMSE et corrélation:

- La RcMSE est toujours plus faible pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE. Pour cet indicateur, l'écart de performances entre les deux modèles est de l'ordre de 10-45% pour le pic d'ozone, il est plus faible (de l'ordre de 5-25%) lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone. La RcMSE vaut, pour le pic d'ozone, de 14 à 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre 18-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE; lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone, elle vaut de 19 à 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre 21-35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.
- La corrélation est toujours plus élevée pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE. Comme pour la RcMSE, l'écart de performances entre les deux modèles est plus faible lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone (de l'ordre de 0-55%) que lorsqu'on s'intéresse aux pics journaliers (de l'ordre de 10-70%). La corrélation vaut, pour le pic d'ozone, de 0.65 à 0.89 pour CHIMERE contre 0.40 à 0.73 pour MOCAGE; lorsqu'on considère les concentrations horaires d'ozone, elle vaut de 0.57 à 0.72 pour CHIMERE contre 0.39 à 0.68 pour MOCAGE.

Les conclusions ci-dessus sont également valables pour les pics journaliers d'ozone issus des adaptations statistiques aux stations de mesure. La RcMSE (resp. la corrélation) vaut de 14 à 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (resp. de 0.66 à 0.88) pour CHIMERE contre 18 à 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (resp. de 0.52 à 0.74) pour MOCAGE.

Pour la variabilité, le biais et la RMSE, les conclusions sont plus variées lorsqu'on s'intéresse aux résultats région par région:

- En ce qui concerne le pic d'ozone, la variabilité est souvent moins bonne pour CHIMERE que pour MOCAGE - mais, à l'échelle européenne, les résultats ne sont pas clairement à l'avantage d'un des deux modèles. Lorsqu'on considère les concentrations horaires, la variabilité est moins bonne pour CHIMERE que pour MOCAGE, sauf sur les régions N et NE.
- En ce qui concerne le pic d'ozone, le biais est plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE à l'échelle européenne, sauf sur les stations urbaines; à l'échelle de la France, le biais est plus faible sur certaines régions pour CHIMERE que pour MOCAGE, et plus élevé sur d'autres. Lorsqu'on considère les concentrations horaires, le biais est bien plus élevé pour CHIMERE que pour MOCAGE, sauf sur les stations rurales des régions CENTRE, RHONEALPES et SSE.
- En ce qui concerne le pic d'ozone, la RMSE est plus faible (15-45%) pour CHIMERE que pour MOCAGE à l'échelle européenne; à l'échelle de la France, la RMSE est plus élevée pour CHIMERE que pour MOCAGE sur les stations périurbaines des régions RHONEALPES et urbaines des régions CENTRE, N, NE, O et RHONEALPES, équivalente pour les deux modèles sur les autres stations (péri)urbaines et plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE sur la plupart des stations rurales.

En ce qui concerne les pics journaliers d'ozone issus des adaptations statistiques aux stations de mesure, la RMSE est toujours plus faible pour le modèle CHIMERE (15-24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) que pour le modèle MOCAGE (18-25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Les résultats en terme de biais sont partagés (sur les stations (péri)urbaines, plus faible sur certaines régions pour CHIMERE que pour MOCAGE, et plus élevé sur d'autres). La variabilité est en général moins bonne pour CHIMERE que pour MOCAGE.

#### 4.1.4 HISTOGRAMMES DES ERREURS

Enfin, les histogrammes des erreurs sur les pics d'ozone (issu des prévisions brutes ou adaptés statistiquement) sont également à l'avantage du modèle CHIMERE: toutes observations confondues, 80% des erreurs sont inférieures à 22% pour CHIMERE contre 29% pour MOCAGE (à l'échelle européenne, ces pourcentages diffèrent peu à l'échelle française); 80% des erreurs sur les pics d'ozone observés au-delà de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sont inférieures à 20% pour CHIMERE contre 28% pour MOCAGE.

## 4.2 SYNTHÈSE DES RESULTATS SUR LE DIOXYDE D'AZOTE

### 4.2.1 INDICATEURS STATISTIQUES

Toutes régions confondues, pour tous les indicateurs, les conclusions de l'exercice d'inter comparaison CHIMERE / MOCAGE sont les mêmes aux deux échelles spatiales considérées (européenne et française), que l'on s'intéresse aux moyennes journalières de dioxyde d'azote ou aux concentrations horaires de ce polluant:

- Le biais est meilleur (i.e. plus faible) pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE.

Le biais vaut, pour les concentrations prévues à l'échelle européenne, respectivement 2 (stations rurales), -6 (stations périurbaines) et -10 (stations urbaines)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre respectivement -4, -12 et -15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE; lorsqu'on considère les concentrations prévues à l'échelle française, il vaut respectivement 0, -5 et -7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre respectivement -3, -12 et -15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.

CHIMERE surestime les concentrations rurales et sous-estime les concentrations (péri)urbaines, tandis que MOCAGE sous-estime les concentrations sur tous les types de stations. Pour les deux modèles, en valeur absolue, le biais va croissant des stations rurales aux périurbaines et aux stations urbaines.

- La RMSE est généralement<sup>6</sup> meilleure (i.e. plus faible) pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE. Pour cet indicateur, l'écart de performances entre les deux modèles vaut de 20 à 35% pour la moyenne journalière de dioxyde d'azote, il est plus faible (4-15%) lorsqu'on considère les concentrations horaires de dioxyde d'azote.

---

<sup>6</sup> i.e. toujours, sauf dans un cas de figure, cf. les scores ci-après.



La RMSE vaut, pour la moyenne journalière de dioxyde d'azote, respectivement 5 (stations rurales), 11.5 (stations périurbaines) et 15-15.5 (stations urbaines)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre respectivement 6.5-7, 15.5 et 19-19.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE; pour les concentrations horaires de dioxyde d'azote, elle vaut respectivement 8-9, 15-15.5 et 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre respectivement 8, 18 et 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.

Pour les deux modèles, la RMSE va croissant des stations rurales aux périurbaines et aux stations urbaines.

- La corrélation est toujours meilleure (i.e. plus élevée) pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE. Sur les stations rurales, l'écart de performances entre les deux modèles vaut de 40 à 200%. Il est relativement faible sur les stations périurbaines et urbaines, pour les concentrations horaires de dioxyde d'azote (10-20%) et les moyennes journalières (0-15%).

La corrélation vaut, pour la moyenne journalière de dioxyde d'azote, respectivement 0.50-0.60 (stations rurales), 0.35-0.40 (stations périurbaines) et 0.40-0.45 (stations urbaines) pour CHIMERE contre respectivement 0.30-0.40, 0.35 et 0.40 pour MOCAGE; pour les concentrations horaires de dioxyde d'azote, elle vaut respectivement 0.40-0.50, 0.35 et 0.35-0.40 pour CHIMERE contre respectivement 0.30-0.35, 0.30 et 0.30 pour MOCAGE.

Pour CHIMERE, les corrélations sont plus faibles sur les stations périurbaines et urbaines que sur les stations rurales.

- Enfin, la variabilité est généralement<sup>7</sup> meilleure (i.e. plus proche de 1.0) pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE. L'écart à la variabilité des observations est généralement plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE (jusqu'à presque 100% plus faible)

La variabilité des modèles est souvent<sup>8</sup> plus faible que celle des observations.

Pour MOCAGE, l'écart à la variabilité des observations est important sur les stations périurbaines et urbaines. Pour les deux modèles, l'écart à la variabilité des observations est généralement plus important aux stations péri(urbaines) qu'aux stations rurales.

La variabilité vaut, pour la moyenne journalière de dioxyde d'azote, respectivement 0.97-1.23 (stations rurales), 0.77-0.89 (stations périurbaines) et 0.61-1.00 (stations urbaines) pour CHIMERE contre respectivement 0.65-0.87, 0.32-0.41 et 0.31-0.44 pour MOCAGE.

---

<sup>7</sup> i.e. toujours, sauf dans un cas de figure.

<sup>8</sup> sauf pour les concentrations horaires de dioxyde d'azote calculées par le modèle CHIMERE aux stations rurales.

## 4.2.2 INDICATEURS STATISTIQUES REGION PAR REGION

Région par région :

- Le biais est, en valeur absolue, plus faible (de 15 à 100%) pour le modèle CHIMERE que pour le modèle MOCAGE, sauf sur les stations rurales des régions GBP et N.

Le biais varie de, pour les concentrations prévues à l'échelle européenne, respectivement -0.5 à 4.0 (stations rurales), -16.0 à 0.0 (stations périurbaines) et -17.0 à -1.0 (stations urbaines)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre respectivement -6.0 à 0.0 ; -20.0 à -8.0 et -21.0 à -10.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE; lorsqu'on considère les concentrations prévues à l'échelle française, il varie de, respectivement -1.5 à 3.0 ; -14.5 à -0.5 ; -14.5 à 0.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre respectivement -6.0 à -1.0 ; -20.0 à -8.0 ; -20.0 à -10.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.

Les modèles se comportent de façon différente sur les stations des régions GBP et N. CHIMERE surestime les concentrations rurales dans les régions GBP et N, et sous-estime les concentrations (péri)urbaines, sauf dans les régions GBP et N. MOCAGE sous-estime les concentrations sur tous les types de stations, sauf sur les stations rurales des régions GBP et N (concentrations de dioxyde d'azote).

- La RMSE est plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE, sauf pour les stations rurales des régions GBP et N. Pour cet indicateur, l'écart de performances entre les deux modèles vaut jusqu'à 50% pour la moyenne journalière de dioxyde d'azote, il est plus faible (jusqu'à 25%) lorsqu'on considère les concentrations horaires de dioxyde d'azote. Pour les stations rurales des régions GBP et N, l'écart de performances entre les deux modèles – en faveur de MOCAGE - vaut jusqu'à 80% pour la moyenne journalière de dioxyde d'azote et 60% lorsqu'on considère les concentrations horaires de dioxyde d'azote ; notons quand même que pour les stations rurales des régions GBP et N, les RMSE sur les moyennes journalières des concentrations de dioxyde d'azote sont peu élevées.

La RMSE varie de, pour la moyenne journalière de dioxyde d'azote, respectivement 3.5 à 8.0 (stations rurales), 6.5 à 19.0 (stations périurbaines) et 9.5 à 22.0 (stations urbaines)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre respectivement 2.5 à 9.0 ; 10.0 à 22.5 et 13.0 à 26.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE; pour les concentrations horaires de dioxyde d'azote, elles varient de, respectivement 4.5 à 10.0 ; 9.0 à 22.0 ; 13.0 à 26.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour CHIMERE contre respectivement 5.0 à 9.0 ; 11.5 à 26.0 ; 15.0 et 29.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour MOCAGE.

- En ce qui concerne les corrélations, les résultats sont partagés.

Les valeurs de la corrélation sont très dispersées, et dans certains cas, très faibles. Les valeurs « acceptables » de la corrélation varient de, pour la moyenne journalière du dioxyde d'azote, respectivement 0.30 à 0.75 (stations rurales), 0.30 à 0.55 (stations périurbaines) et 0.20 à 0.80 (stations urbaines) pour CHIMERE contre respectivement 0.30 à 0.80 ; 0.30 à 0.60 ; 0.20 à 0.70 pour MOCAGE; pour les concentrations horaires de dioxyde d'azote, elles varient de, respectivement 0.30 à 0.50 ; 0.30 à 0.50 ; 0.25 à 0.60 pour CHIMERE contre respectivement 0.25 à 0.60 ; 0.20 à 0.45 ; 0.15 à 0.50 pour MOCAGE.

- La variabilité des deux modèles est en général plus faible que celle des observations, sauf aux stations rurales pour CHIMERE.

L'écart à la variabilité des observations est en général plus faible pour CHIMERE que pour MOCAGE. Pour les deux modèles, cet écart est plus important sur les stations périurbaines et urbaines.

## 5. LISTE DES ANNEXES

<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>	<b>Nombre de pages</b>
Annexe 1	Filières de calcul mises en œuvre pendant l'été 2004	3
Annexe 2	Principe de l'adaptation statistique sur les prévisions	1
Annexe 3	Influence sur les scores de l'interpolateur spatial	1
Annexe 4	AWM / MOCAE Ozone	7
Annexe 5	CFM / MOCAF Ozone	7
Annexe 6	ASCFM / ASMOCAF Ozone	2
Annexe 7	ASCFM / ASMOCAF2 Ozone	6
Annexe 8	AWM / MOCAE Dioxyde d'azote	3
Annexe 9	CFM / MOCAF Dioxyde d'azote	3

## ANNEXE 1 : FILIERES DE CALCUL MISES EN ŒUVRE PENDANT L'ETE 2004

### Filière CHIMERE (IPSL/CNRS-INERIS)

Il s'agit de la version V200402D du modèle CHIMERE. Concernant les processus pris en compte dans cette version de CHIMERE et les paramétrisations physico-chimiques associées, on renvoie le lecteur à la documentation et aux références disponibles en ligne (<http://euler.lmd.polytechnique.fr/chimere>). Les différentes configurations mises en œuvre pendant l'été 2004 dans le cadre de PREV'AIR étaient les suivantes :

#### Echelle européenne (modèle AWM)

Domaine : CONT3, délimité par les points (10.5°O,35.0°N) et (22.5°E,57.0°N)

Résolution horizontale : 0.5°x0.5°

Résolution verticale : 8 niveaux jusqu'à 500hPa définis par des coordonnées hybrides sigma-pression. La pression (en hPa) au sommet du kième niveau du modèle est donnée par la formule suivante:  $P_k = a_k \cdot 10^5 + b_k \cdot P_{surf}$  (les coefficients  $a_k$  et  $b_k$  sont des paramètres standard du modèle)

Mécanisme chimique : MELCHIOR2 (mécanisme chimique réduit), 44 espèces gazeuses, 118 réactions chimiques

Module aérosol activé, 6 sections, spéciation: matière particulaire primaire; aérosol organique secondaire d'origine anthropique, aérosol organique secondaire d'origine biogénique, sulfate, nitrate, ammonium. Prise en compte des phénomènes d'érosion et de resuspension des particules.

Météorologie: AVN (prévisions de J-1, 12h00 TU) + MM5 sur le domaine EUR2

Emissions: EMEP pour l'année 2001, un seul niveau d'émissions

Conditions aux limites : MOZART2

#### Echelle européenne (modèle CWM)

Domaine : cf. ci-dessus

Résolution horizontale : cf. ci-dessus

Résolution verticale : cf. ci-dessus

Mécanisme chimique : cf. ci-dessus

Module aérosol inactivé

Météorologie: AVN + MM5

Emissions: cf. ci-dessus

Conditions aux limites : cf. ci-dessus

#### Echelle française (modèle CFM)

Domaine : FRA10, délimité par les points (05.0°O,41.0°N) et (10.0°E,52.0°N)

Résolution horizontale : 0.15°x0.1°

Résolution verticale : cf. ci-dessus

Mécanisme chimique : cf. ci-dessus

Module aérosol inactivé

Météorologie: AVN (prévisions de J-1, 12h00 TU) + MM5 sur le domaine FRA18

Emissions: cf. ci-dessus, re spatialisées en fonction de l'occupation des sols

Conditions aux limites : CHIMERE-CWM

#### Filière MOCAGE (CNRM/Météo France)

Concernant les processus pris en compte dans MOCAGE et les paramétrisations physico-chimiques associées, on renvoie le lecteur aux références ci-dessous:

Cathala, M.-L., J. Pailleux and V.-H. Peuch, Improving global simulations of UTLS ozone with assimilation of MOZAIC data, *Tellus*, 55B, 1-10, 2003.

Dufour, A., M. Amodei, G. Ancellet and V.-H. Peuch, Observed and modelled "chemical weather" during ESCOMPTE, en révision, *Atmos. Res.*, 74 (1-4), 161-189, doi:10.1016/j.atmosres.2004.04.013, 2004.

Josse B., Simon P. and V.-H. Peuch, Rn-222 global simulations with the multiscale CTM MOCAGE, *Tellus*, 56B, 339-356, 2004.

Les différentes configurations mises en œuvre pendant l'été 2004 dans le cadre de PREV'AIR étaient les suivantes :

#### Echelle globale (modèle MOCAG)

Domaine : GLO, i.e. le globe tout entier

Résolution horizontale : 4.0°x4.0°

Résolution verticale : 47 niveaux jusqu'à 5hPa

Mécanisme chimique : RACMOBUS (mécanisme chimique combinant RACM et REPROBUS), 120 espèces gazeuses, 350 réactions chimiques

Module aérosol inactif

Météorologie: ARPEGE (prévisions de J-1, 00h00 TU)

Emissions: inventaires globaux GEIA et EDGAR

Conditions aux limites : climatologies calculées à l'aide d'une autre version du modèle couvrant toute la stratosphère et la mésosphère, mise en œuvre en mode climatique

#### Echelle européenne (modèle MOCAE)

Domaine : EUR, délimité par les points (11.75°O,34.25°N) et (27.75°E,61.75°N)

Résolution horizontale : 0.5°x0.5°

Résolution verticale : cf. ci-dessus

Mécanisme chimique : cf. ci-dessus

Module aérosol inactif

Météorologie: cf. ci-dessus

Emissions: EMEP pour l'année 2001

Conditions aux limites : MOCAG

#### Echelle française (modèle MOCAF)

Domaine : FRA, délimité par les points (4.95°O,41.05°N) et (9.95°E,51.95 °N)

Résolution horizontale : 0.10°x0.10°

Résolution verticale : cf. ci-dessus

Mécanisme chimique : cf. ci-dessus

Module aérosol inactif

Météorologie: ALADIN (prévisions de J-1, 00h00 TU)

Emissions: cf. ci-dessus

Conditions aux limites : MOCAE

## ANNEXE 2 : PRINCIPE DE L'ADAPTATION STATISTIQUE SUR LES PREVISIONS

Filière CHIMERE (IPSL/CNRS-INERIS), modèle ASCFM

Les prévisions brutes pour l'ozone sur le domaine France - issues du modèle CFM - sont corrigées en chaque point de mesure des concentrations d'ozone par une méthode d'adaptation statistique.

Cette méthode calcule, en chaque point de mesure des concentrations d'ozone, à partir d'une climatologie des différences entre observations et simulations enregistrées les années antérieures, le champs correctif à ajouter en fonction des conditions météorologiques (en pratique le champ de température) et de pollution :

$$Estimation(O_3^{obs} - O_3^{mod}) = \alpha.O_3^{mod} + \beta.T^{mod} + \gamma$$

En mode prévision, étant données les conditions météorologiques et de pollution prévues par PREV'AIR, on corrige les concentrations d'ozone prévues aux points de mesure sur la base de la relation ci-dessus :

$$O_3^{AS} = O_3^{prévu} + \alpha.O_3^{prévu} + \beta.T^{prévu} + \gamma$$

Ces prévisions adaptées statistiquement sont des prévisions ponctuelles. Une méthode de krigeage des innovations est utilisée pour interpoler horizontalement ces valeurs et construire ainsi une carte 2D de prévision adaptée statistiquement.

En ce qui concerne la filière CHIMERE, la procédure décrite ci-dessus porte sur le pic d'ozone.

Filière MOCAGE (CNRM/Météo France), modèle ASMOCAF

Le même principe de correction ponctuelle que celui décrit ci-dessus est appliqué à l'échelle de la France et de l'Europe aux sorties MOCAGE brutes, sur les concentrations horaires d'ozone. Le pic d'ozone prévu adapté statistiquement est calculé ensuite à partir des concentrations horaires.

Une différence entre les deux filières de prévision adaptées statistiquement provient également du nombre de prédicteurs utilisés pour établir la relation ci-dessus : dans le cas de MOCAGE, les prédicteurs utilisés sont sélectionnés parmi les paramètres suivants pour l'élaboration de la prévision statistique à l'heure H :

- $O_3^{prévu}$  à H
- Température à H
- Humidité à H
- Vent à H
- Température maximale du jour
- Amplitude thermique du jour
- Vent la nuit (à 00HTU)
- Type de jour

Le pic d'ozone est ensuite déterminé à partir des concentrations horaires.



### ANNEXE 3 : INFLUENCE DE L'INTERPOLATION SPATIALE

« Evaluer une carte 2D » à partir de stations au sol est problématique : on est confronté aux questions de représentativité et de répartition géographique du réseau de surveillance de la qualité de l'air que l'on considère. En revanche, ce que l'on peut faire, c'est bien « évaluer les performances d'un modèle par rapport à un jeu d'observation donné ». Notons que l'évaluation des cartes de concentrations de polluants en surface ne constitue pas une évaluation des performances des modèles stricto sensu. En effet, on compare des champs calculés près du sol à des mesures effectuées pour certaines en altitude.

Pour MOCAGE, au vu de la résolution effective des structures sur l'horizontale et également, de la résolution verticale du modèle, l'interpolation utilisée a une influence potentiellement non négligeable sur les scores calculés. Ceci est illustré par les résultats présentés pour l'Europe dans les tableaux ci-dessous : les scores calculés par l'INERIS sur les sorties MOCAGE interpolées bi linéairement aux stations de mesure sont comparés à ceux obtenus par le CNRM pour les sorties MOCAGE ayant fait l'objet d'une interpolation tri cubique.

L'impact de l'interpolateur utilisé est très fort sur les moyennes simulées (et donc les biais) ainsi que sur la variabilité, mais sans incidence notable sur la corrélation ou la RMSE. Aussi, alors que dans le calcul des scores effectué par le CNRM, on a une distinction entre les différents types de station, cela disparaît presque totalement dans celui effectué dans le cadre de PREV'AIR.

Type stations	Moy obs	Nobs	Moy mod	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	105.6	4067	97.2	-8.3	24.8	0.84	0.70
	<i>105.9</i>	<i>3283</i>	<i>104.6</i>	<i>-1.2</i>	<i>24.4</i>	<i>0.96</i>	<i>0.71</i>
Périurbaines	102.1	8897	96.0	-6.2	24.0	0.86	0.69
	<i>102.6</i>	<i>7091</i>	<i>98.9</i>	<i>-3.6</i>	<i>24.4</i>	<i>0.94</i>	<i>0.67</i>
Urbaines	99.8	16870	97.3	-2.5	25.2	0.94	0.64
	<i>99.4</i>	<i>13988</i>	<i>98.5</i>	<i>-0.9</i>	<i>25.7</i>	<i>1.01</i>	<i>0.64</i>

*Effet de l'interpolateur sur les scores du modèle MOCAGE relatifs à l'ozone : en première ligne, les scores obtenus par l'INERIS, en seconde ligne, en italique, les scores obtenus par le CNRM.*

Type stations	Moy obs	Nobs	Moy mod	Biais	RMSE	Var	Corr
Rurales	8.4	842	4.4	-4.0	6.5	0.67	0.39
	<i>6.8</i>	<i>993</i>	<i>3.6</i>	<i>-3.2</i>	<i>6.0</i>	<i>0.84</i>	<i>0.43</i>
Périurbaines	16.8	5424	4.3	-12.6	15.5	0.34	0.36
	<i>15.5</i>	<i>4492</i>	<i>3.7</i>	<i>-11.9</i>	<i>14.9</i>	<i>0.39</i>	<i>0.29</i>
Urbaines	20.6	17546	4.8	-15.8	19.5	0.33	0.40
	<i>19.9</i>	<i>15535</i>	<i>5.0</i>	<i>-14.8</i>	<i>18.7</i>	<i>0.44</i>	<i>0.41</i>

*Même chose que dans le tableau précédent, pour le dioxyde d'azote.*

Ce point ne remet pas en cause les résultats qui sont présentés dans ce rapport.

## ANNEXE 4 : AWM / MOCAE OZONE

Ozone, toutes observations - Résultats statistiques (pics journaliers)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	105.6	4067	103.7	-1.9	19.0	0.78	0.81	97.2	-8.3	24.8	0.84	0.70
CENTRE	107.3	387	99.6	-7.7	17.1	0.66	0.82	87.2	-20.1	28.6	0.81	0.64
GBP	101.7	917	100.1	-1.6	15.9	0.93	0.86	99.1	-2.6	23.2	0.90	0.68
N	88.3	624	96.4	8.1	17.9	1.00	0.80	85.8	-2.5	22.4	0.89	0.57
NE	106.2	621	107.8	1.6	15.1	0.94	0.87	97.1	-9.1	22.5	0.73	0.73
O	88.0	320	91.7	3.7	14.9	0.76	0.82	82.6	-5.4	19.6	0.85	0.67
RHONEALPES	119.7	220	109.7	-10.0	20.1	0.65	0.81	98.5	-21.2	30.5	0.85	0.67
SO	100.2	362	103.6	3.5	19.3	0.74	0.65	91.1	-9.1	25.5	0.80	0.44
SSE	134.4	616	119.2	-15.2	28.0	0.60	0.69	123.2	-11.2	28.2	0.82	0.63
D+0, stations périurbaines												
France	102.1	8897	103.8	1.7	17.4	0.83	0.83	96.0	-6.2	24.0	0.86	0.69
CENTRE	101.9	535	98.7	-3.2	17.0	0.63	0.78	87.8	-14.1	25.8	0.81	0.60
GBP	99.3	1205	101.9	2.5	15.5	0.89	0.86	94.3	-5.0	23.2	0.83	0.67
N	92.1	2297	97.1	4.9	18.1	0.95	0.82	88.9	-3.2	23.3	0.81	0.65
NE	103.3	1333	106.3	3.0	15.4	0.87	0.88	93.5	-9.7	25.5	0.68	0.67
O	91.0	1091	93.4	2.4	13.9	0.78	0.82	84.6	-6.4	19.2	0.82	0.68
RHONEALPES	115.8	667	110.0	-5.8	20.6	0.62	0.79	104.8	-11.0	25.2	0.86	0.70
SO	101.0	272	105.9	4.9	15.9	0.84	0.77	91.2	-9.9	21.3	0.79	0.62
SSE	120.9	1497	119.9	-1.0	20.3	0.74	0.72	118.4	-2.5	26.5	1.02	0.60
D+0, stations urbaines												

France	99.8	16870	104.5	4.7	19.1	0.84	0.80	97.3	-2.5	25.2	0.94	0.64
CENTRE	97.8	1106	98.6	0.7	17.4	0.63	0.75	87.5	-10.3	23.7	0.78	0.60
GBP	95.9	2777	100.2	4.3	17.3	0.94	0.83	97.3	1.4	24.3	0.91	0.63
N	91.0	1701	96.9	5.9	20.9	0.89	0.79	88.4	-2.6	24.5	0.76	0.66
NE	96.3	2266	106.2	9.8	19.6	0.91	0.84	93.8	-2.6	22.9	0.71	0.68
O	87.4	3074	92.4	5.0	14.8	0.80	0.82	83.3	-4.1	19.0	0.87	0.68
RHONEALPES	110.9	1926	108.8	-2.2	18.6	0.61	0.80	95.6	-15.3	30.2	0.94	0.58
SO	100.1	945	104.9	4.8	19.4	0.76	0.67	89.2	-10.9	27.9	0.86	0.40
SSE	116.6	3075	122.7	6.1	23.2	0.76	0.65	125.8	9.2	29.2	1.00	0.55

#### Ozone, toutes observations - Résultats statistiques (concentrations horaires)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	74.3	98606	81.9	7.6	25.4	0.72	0.71	67.2	-7.1	29.3	0.82	0.60
CENTRE	82.1	9426	87.1	4.9	22.4	0.56	0.70	61.3	-20.9	35.5	0.77	0.45
GBP	65.8	22112	73.9	8.0	24.7	0.81	0.70	64.8	-1.0	25.9	0.90	0.65
N	55.1	14914	74.7	19.6	28.0	0.81	0.72	59.3	4.2	26.1	0.81	0.51
NE	78.3	15042	85.7	7.5	25.2	0.82	0.67	70.4	-7.9	28.9	0.77	0.54
O	60.7	7987	74.1	13.4	24.0	0.69	0.69	57.7	-3.0	22.5	0.81	0.61
RHONEALPES	89.3	5281	92.6	3.4	23.3	0.63	0.69	69.4	-19.9	33.9	0.85	0.57
SO	72.7	8897	79.8	7.1	24.8	0.80	0.59	63.9	-8.8	30.2	0.88	0.42
SSE	99.9	14947	95.6	-4.3	27.6	0.65	0.62	85.5	-14.4	33.5	0.96	0.61
D+0, stations périurbaines												
France	64.5	213397	80.9	16.4	28.9	0.76	0.71	66.0	1.4	27.7	0.83	0.61
CENTRE	68.3	12902	86.9	18.6	31.7	0.50	0.60	61.9	-6.4	31.8	0.75	0.41

GBP	61.9	28835	78.2	16.3	28.8	0.76	0.71	63.3	1.4	27.6	0.78	0.60
N	56.9	55352	71.4	14.5	26.0	0.87	0.72	59.6	2.7	24.9	0.81	0.61
NE	64.3	32056	82.9	18.6	30.4	0.76	0.72	64.9	0.6	29.0	0.71	0.56
O	61.6	26001	74.8	13.2	23.7	0.68	0.72	58.8	-2.8	22.3	0.82	0.64
RHONEALPES	66.7	15921	90.1	23.4	37.8	0.55	0.68	72.7	6.0	31.6	0.75	0.64
SO	69.1	6559	78.6	9.4	23.6	0.84	0.72	62.9	-6.2	23.6	0.82	0.68
SSE	77.8	35771	94.7	16.9	30.5	0.67	0.71	83.2	5.4	31.1	0.92	0.60
D+0, stations urbaines												
France	63.7	406798	82.2	18.5	30.6	0.77	0.67	67.0	3.3	28.3	0.89	0.59
CENTRE	63.5	26562	86.2	22.7	34.8	0.50	0.60	61.1	-2.3	30.9	0.71	0.44
GBP	61.1	66917	74.2	13.1	26.2	0.84	0.71	64.0	2.9	26.4	0.90	0.62
N	55.2	40949	71.0	15.8	27.7	0.87	0.70	59.3	4.1	25.1	0.79	0.63
NE	59.0	54555	82.8	23.8	33.8	0.82	0.69	65.0	6.1	28.4	0.75	0.56
O	60.4	75403	75.3	15.0	24.5	0.70	0.68	58.5	-1.8	21.4	0.87	0.64
RHONEALPES	66.8	45977	92.1	25.3	37.9	0.53	0.65	66.1	-0.7	33.2	0.79	0.51
SO	65.1	22867	81.3	16.2	28.6	0.73	0.66	63.0	-2.1	29.7	0.81	0.46
SSE	75.4	73568	94.8	19.4	32.6	0.75	0.65	87.9	12.5	32.6	0.99	0.60

Tables de contingence, Obs. du pic d'ozone > 120 µg/m<sup>3</sup>

	Obs.		AWM					MOCAE				
D+0, stations rurales	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
France	1279	2788	62.9	94.0	84.2	37.1	6.0	51.4	94.9	81.2	48.6	5.1
CENTRE	112	275	36.6	98.9	80.9	63.4	1.1	18.8	98.5	75.5	81.3	1.5
GBP	243	674	79.4	94.7	90.6	20.6	5.3	56.4	91.4	82.1	43.6	8.6
N	82	542	89.0	93.2	92.6	11.0	6.8	46.3	97.8	91.0	53.7	2.2

NE	197	424	74.6	92.9	87.1	25.4	7.1	46.7	96.2	80.5	53.3	3.8
O	48	272	45.8	97.1	89.4	54.2	2.9	27.1	97.8	87.2	72.9	2.2
RHONEALPES	106	114	48.1	97.4	73.6	51.9	2.6	34.9	95.6	66.4	65.1	4.4
SO	79	283	44.3	87.6	78.2	55.7	12.4	21.5	96.8	80.4	78.5	3.2
SSE	412	204	58.7	92.6	70.0	41.3	7.4	73.3	84.3	76.9	26.7	15.7
D+0, stations périurbaines												
France	2484	6413	69.0	93.3	86.5	31.0	6.7	51.7	93.9	82.1	48.3	6.1
CENTRE	127	408	35.4	97.5	82.8	64.6	2.5	25.2	97.8	80.6	74.8	2.2
GBP	302	903	72.5	94.9	89.3	27.5	5.1	44.0	94.5	81.8	56.0	5.5
N	447	1850	80.1	94.4	91.6	19.9	5.6	45.6	96.3	86.4	54.4	3.7
NE	373	960	76.4	92.5	88.0	23.6	7.5	41.3	97.1	81.5	58.7	2.9
O	164	927	48.8	96.5	89.4	51.2	3.5	32.9	98.6	88.7	67.1	1.4
RHONEALPES	292	375	53.1	95.5	76.9	46.9	4.5	61.0	94.1	79.6	39.0	5.9
SO	54	218	61.1	87.6	82.4	38.9	12.4	18.5	98.2	82.4	81.5	1.8
SSE	725	772	74.2	83.8	79.2	25.8	16.2	71.6	74.6	73.1	28.4	25.4
D+0, stations urbaines												
France	4260	12610	71.5	90.5	85.7	28.5	9.5	56.4	90.5	81.9	43.6	9.5
CENTRE	234	872	38.5	96.7	84.4	61.5	3.3	23.9	97.9	82.3	76.1	2.1
GBP	615	2162	81.5	91.5	89.3	18.5	8.5	55.3	90.7	82.8	44.7	9.3
N	322	1379	77.3	93.2	90.2	22.7	6.8	44.4	96.4	86.5	55.6	3.6
NE	483	1783	83.0	88.8	87.6	17.0	11.2	51.8	96.2	86.8	48.2	3.8
O	389	2685	67.1	97.1	93.3	32.9	2.9	48.6	98.6	92.3	51.4	1.4
RHONEALPES	709	1217	53.0	95.1	79.6	47.0	4.9	45.4	94.4	76.4	54.6	5.6
SO	204	741	50.5	86.6	78.8	49.5	13.4	17.2	96.6	79.5	82.8	3.4
SSE	1304	1771	81.7	74.1	77.3	18.3	25.9	81.7	58.5	68.4	18.3	41.5

Tables de contingence, Obs. du pic d'ozone > 150 µg/m<sup>3</sup>

	Obs.		AWM					MOCAE				
D+0, stations rurales	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
France	400	3667	34.3	97.9	91.6	65.8	2.1	24.0	98.3	91.0	76.0	1.7
CENTRE	26	361	15.4	100.0	94.3	84.6	0.0	0.0	100.0	93.3	100.0	0.0
GBP	69	848	47.8	97.5	93.8	52.2	2.5	34.8	96.7	92.0	65.2	3.3
N	21	603	47.6	97.2	95.5	52.4	2.8	0.0	99.0	95.7	100.0	1.0
NE	58	563	74.1	95.9	93.9	25.9	4.1	17.2	99.8	92.1	82.8	0.2
O	3	317	66.7	99.4	99.1	33.3	0.6	33.3	100.0	99.4	66.7	0.0
RHONEALPES	30	190	23.3	98.9	88.6	76.7	1.1	10.0	98.9	86.8	90.0	1.1
SO	14	348	7.1	99.1	95.6	92.9	0.9	0.0	100.0	96.1	100.0	0.0
SSE	179	437	20.7	97.9	75.5	79.3	2.1	32.4	94.1	76.1	67.6	5.9
D+0, stations périurbaines												
France	726	8171	42.7	97.4	93.0	57.3	2.6	22.9	97.9	91.8	77.1	2.1
CENTRE	27	508	3.7	99.6	94.8	96.3	0.4	0.0	100.0	95.0	100.0	0.0
GBP	74	1131	68.9	98.2	96.4	31.1	1.8	14.9	98.4	93.3	85.1	1.6
N	123	2174	48.8	96.6	94.0	51.2	3.4	15.4	98.8	94.3	84.6	1.2
NE	123	1210	66.7	96.9	94.1	33.3	3.1	7.3	99.9	91.4	92.7	0.1
O	23	1068	26.1	99.1	97.5	73.9	0.9	0.0	99.9	97.8	100.0	0.1
RHONEALPES	91	576	19.8	99.1	88.3	80.2	0.9	27.5	96.7	87.3	72.5	3.3
SO	11	261	0.0	98.1	94.1	100.0	1.9	0.0	100.0	96.0	100.0	0.0
SSE	254	1243	36.2	95.5	85.4	63.8	4.5	40.2	91.5	82.8	59.8	8.5
D+0, stations urbaines												
France	1136	15734	43.3	96.9	93.3	56.7	3.1	28.3	96.8	92.2	71.7	3.2

CENTRE	40	1066	0.0	99.7	96.1	100.0	0.3	0.0	100.0	96.4	100.0	0.0
GBP	147	2630	66.0	97.1	95.5	34.0	2.9	27.2	96.8	93.1	72.8	3.2
N	103	1598	52.4	97.6	94.8	47.6	2.4	13.6	99.2	94.1	86.4	0.8
NE	147	2119	77.6	95.3	94.2	22.4	4.7	10.2	99.8	94.0	89.8	0.2
O	75	2999	25.3	98.7	96.9	74.7	1.3	5.3	99.9	97.6	94.7	0.1
RHONEALPES	200	1726	17.0	99.2	90.7	83.0	0.8	18.5	98.7	90.4	81.5	1.3
SO	37	908	5.4	98.2	94.6	94.6	1.8	0.0	100.0	96.1	100.0	0.0
SSE	387	2688	44.4	92.4	86.4	55.6	7.6	54.8	86.2	82.3	45.2	13.8

Tables de contingence, Obs. du pic d'ozone > 180 µg/m<sup>3</sup>

	Obs.		AWM					MOCAE				
D+0, stations rurales	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
France	94	3973	7.4	99.5	97.3	92.6	0.5	3.2	99.7	97.5	96.8	0.3
CENTRE	1	386	0.0	100.0	99.7	100.0	0.0	0.0	100.0	99.7	100.0	0.0
GBP	15	902	6.7	99.2	97.7	93.3	0.8	6.7	99.7	98.1	93.3	0.3
N	0	624	-999.0	99.4	99.4	-999.0	0.6	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0
NE	13	608	23.1	99.0	97.4	76.9	1.0	0.0	100.0	97.9	100.0	0.0
O	0	320	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0
RHONEALPES	8	212	0.0	100.0	96.4	100.0	0.0	0.0	100.0	96.4	100.0	0.0
SO	2	360	0.0	100.0	99.4	100.0	0.0	0.0	100.0	99.4	100.0	0.0
SSE	55	561	5.5	99.3	90.9	94.5	0.7	3.6	98.6	90.1	96.4	1.4
D+0, stations périurbaines												
France	150	8747	14.7	99.2	97.8	85.3	0.8	6.0	99.7	98.2	94.0	0.3
CENTRE	6	529	0.0	100.0	98.9	100.0	0.0	0.0	100.0	98.9	100.0	0.0
GBP	15	1190	13.3	98.7	97.7	86.7	1.3	6.7	99.9	98.8	93.3	0.1

N	21	2276	19.0	98.5	97.7	81.0	1.5	0.0	100.0	99.0	100.0	0.0
NE	34	1299	29.4	99.3	97.5	70.6	0.7	2.9	100.0	97.5	97.1	0.0
O	1	1090	0.0	100.0	99.9	100.0	0.0	0.0	100.0	99.9	100.0	0.0
RHONEALPES	19	648	0.0	100.0	97.2	100.0	0.0	0.0	100.0	97.2	100.0	0.0
SO	1	271	0.0	100.0	99.6	100.0	0.0	0.0	100.0	99.6	100.0	0.0
SSE	53	1444	11.3	99.2	96.1	88.7	0.8	13.2	98.6	95.6	86.8	1.4
D+0, stations urbaines												
France	230	16640	13.5	99.3	98.2	86.5	0.7	13.5	99.5	98.3	86.5	0.5
CENTRE	8	1098	0.0	100.0	99.3	100.0	0.0	0.0	100.0	99.3	100.0	0.0
GBP	23	2754	26.1	99.5	98.9	73.9	0.5	52.2	99.7	99.4	47.8	0.3
N	24	1677	12.5	98.4	97.2	87.5	1.6	0.0	100.0	98.6	100.0	0.0
NE	31	2235	35.5	98.6	97.7	64.5	1.4	0.0	99.9	98.5	100.0	0.1
O	0	3074	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0
RHONEALPES	44	1882	0.0	100.0	97.7	100.0	0.0	0.0	99.9	97.6	100.0	0.1
SO	2	943	0.0	100.0	99.8	100.0	0.0	0.0	100.0	99.8	100.0	0.0
SSE	98	2977	11.2	98.6	95.8	88.8	1.4	19.4	97.5	95.0	80.6	2.5



## ANNEXE 5 : CFM / MOCAF OZONE

Ozone, toutes observations - Résultats statistiques (pics journaliers)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	105.4	4111	104.5	-0.8	18.7	0.75	0.81	101.8	-3.5	25.2	0.97	0.69
CENTRE	106.9	392	100.9	-6.0	16.8	0.62	0.82	94.0	-12.8	25.1	0.98	0.65
GBP	101.6	928	100.2	-1.4	15.9	0.88	0.85	104.5	2.9	25.4	1.08	0.67
N	88.3	631	97.9	9.6	18.9	1.00	0.79	88.1	-0.2	23.3	0.98	0.56
NE	105.9	628	108.6	2.8	15.1	0.84	0.87	100.1	-5.8	22.6	0.86	0.71
O	87.7	322	92.1	4.4	15.1	0.73	0.82	83.8	-4.0	19.5	0.91	0.68
RHONEALPES	119.3	223	110.0	-9.3	19.8	0.61	0.82	105.8	-13.6	27.5	0.94	0.64
SO	100.0	365	104.3	4.4	19.1	0.74	0.67	96.7	-3.3	25.8	0.88	0.41
SSE	134.1	622	120.5	-13.6	26.3	0.64	0.72	129.6	-4.5	30.1	1.01	0.58
D+0, stations périurbaines												
France	101.9	8997	104.4	2.5	17.4	0.83	0.83	98.1	-3.8	25.6	0.96	0.65
CENTRE	101.6	540	99.4	-2.2	17.4	0.59	0.77	87.8	-13.8	25.8	0.83	0.59
GBP	99.1	1219	102.0	2.9	15.6	0.87	0.86	98.4	-0.7	26.7	1.03	0.61
N	92.1	2323	97.6	5.5	18.5	0.95	0.81	89.5	-2.6	24.1	0.91	0.65
NE	102.9	1348	106.4	3.4	15.2	0.82	0.89	94.3	-8.7	27.9	0.75	0.58
O	90.7	1103	94.4	3.7	14.3	0.77	0.82	87.9	-2.8	19.8	0.91	0.64
RHONEALPES	115.5	675	111.6	-3.8	20.0	0.67	0.78	108.2	-7.3	26.2	0.91	0.64
SO	100.8	275	106.4	5.6	15.2	0.85	0.80	98.2	-2.6	20.5	0.96	0.61
SSE	120.6	1514	120.6	0.0	19.8	0.77	0.73	120.8	0.2	28.9	1.15	0.58
D+0, stations urbaines												
France	99.6	17039	104.4	4.8	18.9	0.84	0.80	99.0	-0.6	26.9	1.02	0.62

CENTRE	97.6	1113	99.1	1.5	18.0	0.59	0.74	88.1	-9.6	25.8	0.85	0.52
GBP	95.7	2811	97.6	1.9	16.6	0.95	0.84	102.4	6.7	28.6	1.09	0.60
N	91.0	1720	97.0	6.0	21.1	0.90	0.78	90.1	-0.9	25.9	0.85	0.63
NE	96.0	2291	106.2	10.2	19.4	0.86	0.85	94.5	-1.6	25.2	0.78	0.61
O	87.1	3101	92.7	5.6	14.8	0.80	0.83	82.9	-4.2	19.8	0.94	0.67
RHONEALPES	110.6	1948	109.9	-0.7	18.5	0.63	0.79	97.8	-12.9	30.4	0.95	0.54
SO	100.0	951	106.1	6.1	19.3	0.80	0.69	94.2	-5.8	24.6	0.85	0.47
SSE	116.4	3104	122.7	6.3	22.9	0.76	0.66	126.3	9.9	31.6	1.12	0.54

Toutes observations - Résultats statistiques (concentrations horaires)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	74.2	99165	84.6	10.3	26.2	0.70	0.71	68.8	-5.4	29.1	0.88	0.61
CENTRE	82.0	9481	89.0	7.0	23.1	0.53	0.71	64.2	-17.8	33.7	0.91	0.51
GBP	65.9	22243	76.6	10.8	26.6	0.77	0.66	66.7	0.8	27.1	0.97	0.64
N	55.1	15004	76.6	21.5	30.0	0.82	0.68	59.1	4.0	26.4	0.85	0.51
NE	78.2	15130	90.6	12.4	24.4	0.76	0.75	70.6	-7.6	28.3	0.87	0.58
O	60.6	8023	75.7	15.0	24.8	0.66	0.69	57.5	-3.2	22.6	0.85	0.62
RHONEALPES	89.2	5310	95.2	6.0	23.5	0.56	0.71	75.1	-14.1	31.2	0.91	0.58
SO	72.7	8945	81.7	9.0	25.3	0.80	0.59	65.8	-6.9	30.0	0.91	0.42
SSE	99.8	15029	98.0	-1.8	27.2	0.63	0.62	88.7	-11.2	33.4	0.96	0.57
D+0, stations périurbaines												
France	64.5	214681	81.4	16.9	30.0	0.76	0.68	65.4	0.9	28.7	0.86	0.59
CENTRE	68.2	12972	88.1	19.9	32.9	0.46	0.58	59.1	-9.0	32.4	0.75	0.40
GBP	61.9	29011	79.1	17.2	30.1	0.75	0.68	64.9	3.0	29.1	0.84	0.57

N	56.9	55697	72.6	15.7	27.8	0.87	0.68	57.9	1.0	25.1	0.83	0.61
NE	64.3	32251	83.1	18.8	31.2	0.74	0.69	64.2	0.0	31.3	0.74	0.48
O	61.5	26157	75.3	13.7	24.3	0.71	0.70	59.2	-2.3	22.7	0.89	0.64
RHONEALPES	66.7	16010	88.4	21.7	37.9	0.62	0.62	74.2	7.5	33.4	0.77	0.60
SO	69.1	6598	78.8	9.7	24.5	0.87	0.69	63.0	-6.1	24.5	0.94	0.67
SSE	77.8	35985	94.9	17.2	31.8	0.66	0.66	81.8	4.0	31.7	0.93	0.58
D+0, stations urbaines												
France	63.7	409090	81.4	17.7	31.3	0.80	0.63	65.6	2.0	29.1	0.92	0.57
CENTRE	63.4	26683	87.2	23.7	36.1	0.46	0.57	59.1	-4.3	32.5	0.73	0.39
GBP	61.1	67306	70.0	8.9	27.0	0.93	0.65	64.6	3.5	27.5	0.97	0.61
N	55.2	41217	71.2	16.0	29.3	0.89	0.66	58.1	2.9	25.5	0.83	0.61
NE	59.0	54885	83.5	24.5	35.1	0.80	0.66	63.8	4.9	29.9	0.79	0.51
O	60.3	75797	75.0	14.7	24.8	0.73	0.66	56.1	-4.3	22.2	0.91	0.63
RHONEALPES	66.8	46248	92.6	25.9	39.6	0.55	0.58	66.6	-0.2	34.9	0.80	0.46
SO	65.1	22985	81.4	16.3	29.5	0.77	0.63	63.1	-2.0	28.7	0.84	0.51
SSE	75.4	73969	93.2	17.8	31.8	0.77	0.64	84.5	9.1	32.7	0.99	0.57

Tables de contingence, Obs. du pic d'ozone > 120 µg/m<sup>3</sup>

	Obs.		CFM					MOCAF				
D+0, stations rurales	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
France	1281	2830	63.3	94.2	84.6	36.7	5.8	62.6	90.5	81.8	37.4	9.5
CENTRE	112	280	37.5	98.2	80.9	62.5	1.8	42.9	92.5	78.3	57.1	7.5
GBP	243	685	77.4	96.1	91.2	22.6	3.9	73.3	87.0	83.4	26.7	13.0
N	82	549	87.8	93.4	92.7	12.2	6.6	50.0	94.7	88.9	50.0	5.3
NE	197	431	75.6	92.1	86.9	24.4	7.9	61.9	94.0	83.9	38.1	6.0

O	48	274	39.6	97.1	88.5	60.4	2.9	37.5	96.0	87.3	62.5	4.0
RHONEALPES	106	117	47.2	98.3	74.0	52.8	1.7	50.0	91.5	71.7	50.0	8.5
SO	79	286	46.8	89.9	80.5	53.2	10.1	30.4	90.6	77.5	69.6	9.4
SSE	414	208	61.4	89.4	70.7	38.6	10.6	76.8	73.1	75.6	23.2	26.9
D+0, stations périurbaines												
France	2484	6513	70.9	93.7	87.4	29.1	6.3	54.8	92.0	81.8	45.2	8.0
CENTRE	127	413	36.2	97.8	83.3	63.8	2.2	29.1	97.3	81.3	70.9	2.7
GBP	302	917	76.2	95.1	90.4	23.8	4.9	56.6	91.6	82.9	43.4	8.4
N	447	1876	80.8	94.9	92.2	19.2	5.1	49.7	94.9	86.2	50.3	5.1
NE	373	975	76.7	92.9	88.4	23.3	7.1	40.2	94.5	79.5	59.8	5.5
O	164	939	51.2	96.8	90.0	48.8	3.2	47.0	96.0	88.7	53.0	4.0
RHONEALPES	292	383	60.6	94.5	79.9	39.4	5.5	59.2	91.9	77.8	40.8	8.1
SO	54	221	68.5	89.1	85.1	31.5	10.9	38.9	92.3	81.8	61.1	7.7
SSE	725	789	74.6	85.4	80.3	25.4	14.6	70.3	75.4	73.0	29.7	24.6
D+0, stations urbaines												
France	4261	12778	72.0	91.7	86.8	28.0	8.3	56.6	88.7	80.7	43.4	11.3
CENTRE	234	879	40.2	97.2	85.2	59.8	2.8	22.2	97.0	81.3	77.8	3.0
GBP	615	2196	76.9	94.2	90.4	23.1	5.8	64.1	85.5	80.8	35.9	14.5
N	322	1398	78.6	94.1	91.2	21.4	5.9	51.2	94.3	86.3	48.8	5.7
NE	483	1808	81.2	89.2	87.5	18.8	10.8	53.6	93.1	84.8	46.4	6.9
O	389	2712	67.6	97.1	93.4	32.4	2.9	49.6	97.2	91.2	50.4	2.8
RHONEALPES	709	1239	59.0	95.4	82.1	41.0	4.6	41.0	92.2	73.6	59.0	7.8
SO	204	747	59.8	88.0	81.9	40.2	12.0	23.5	93.8	78.8	76.5	6.2
SSE	1305	1799	80.8	77.3	78.8	19.2	22.7	77.4	62.6	68.8	22.6	37.4

Tables de contingence, Obs. du pic d'ozone > 150 µg/m<sup>3</sup>

	Obs.		CFM					MOCAF				
D+0, stations rurales	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
France	400	3711	34.5	97.7	91.5	65.5	2.3	34.3	95.8	89.8	65.8	4.2
CENTRE	26	366	11.5	99.7	93.9	88.5	0.3	11.5	100.0	94.1	88.5	0.0
GBP	69	859	43.5	97.9	93.9	56.5	2.1	44.9	93.0	89.4	55.1	7.0
N	21	610	42.9	95.7	94.0	57.1	4.3	9.5	98.4	95.4	90.5	1.6
NE	58	570	69.0	96.0	93.5	31.0	4.0	12.1	97.4	89.5	87.9	2.6
O	3	319	66.7	99.7	99.4	33.3	0.3	33.3	99.7	99.1	66.7	0.3
RHONEALPES	30	193	20.0	100.0	89.2	80.0	0.0	20.0	97.4	87.0	80.0	2.6
SO	14	351	14.3	98.3	95.1	85.7	1.7	0.0	98.6	94.8	100.0	1.4
SSE	179	443	25.7	97.3	76.7	74.3	2.7	48.6	86.2	75.4	51.4	13.8
D+0, stations périurbaines												
France	726	8271	42.8	97.2	92.8	57.2	2.8	29.9	96.7	91.3	70.1	3.3
CENTRE	27	513	0.0	99.6	94.6	100.0	0.4	3.7	100.0	95.2	96.3	0.0
GBP	74	1145	68.9	98.3	96.5	31.1	1.7	27.0	96.7	92.5	73.0	3.3
N	123	2200	50.4	95.9	93.5	49.6	4.1	20.3	97.8	93.7	79.7	2.2
NE	123	1225	61.0	97.0	93.7	39.0	3.0	13.0	99.6	91.7	87.0	0.4
O	23	1080	26.1	99.2	97.6	73.9	0.8	0.0	99.9	97.8	100.0	0.1
RHONEALPES	91	584	24.2	98.3	88.3	75.8	1.7	34.1	95.9	87.6	65.9	4.1
SO	11	264	36.4	98.1	95.6	63.6	1.9	18.2	99.2	96.0	81.8	0.8
SSE	254	1260	35.8	95.2	85.2	64.2	4.8	48.0	87.9	81.2	52.0	12.1
D+0, stations urbaines												
France	1136	15903	42.1	96.9	93.3	57.9	3.1	32.7	95.8	91.6	67.3	4.2
CENTRE	40	1073	0.0	99.8	96.2	100.0	0.2	0.0	99.7	96.1	100.0	0.3

GBP	147	2664	60.5	97.4	95.5	39.5	2.6	29.3	93.8	90.4	70.7	6.2
N	103	1617	57.3	96.6	94.2	42.7	3.4	29.1	98.5	94.3	70.9	1.5
NE	147	2144	71.4	95.9	94.4	28.6	4.1	14.3	99.1	93.7	85.7	0.9
O	75	3026	24.0	99.0	97.2	76.0	1.0	6.7	99.8	97.5	93.3	0.2
RHONEALPES	200	1748	16.0	99.0	90.5	84.0	1.0	23.5	98.2	90.6	76.5	1.8
SO	37	914	24.3	97.7	94.8	75.7	2.3	8.1	99.8	96.2	91.9	0.2
SSE	387	2717	42.9	92.2	86.1	57.1	7.8	57.6	84.8	81.4	42.4	15.2

Tables de contingence, Obs. du pic d'ozone > 180 µg/m3

	Obs.		CFM					MOCAP				
D+0, stations rurales	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
France	94	4017	16.0	99.6	97.7	84.0	0.4	21.3	98.7	96.9	78.7	1.3
CENTRE	1	391	0.0	100.0	99.7	100.0	0.0	0.0	100.0	99.7	100.0	0.0
GBP	15	913	40.0	99.7	98.7	60.0	0.3	33.3	97.6	96.6	66.7	2.4
N	0	631	-999.0	99.2	99.2	-999.0	0.8	-999.0	99.8	99.8	-999.0	0.2
NE	13	615	0.0	99.3	97.3	100.0	0.7	7.7	99.8	97.9	92.3	0.2
O	0	322	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0
RHONEALPES	8	215	0.0	100.0	96.4	100.0	0.0	0.0	100.0	96.4	100.0	0.0
SO	2	363	0.0	99.7	99.2	100.0	0.3	0.0	100.0	99.5	100.0	0.0
SSE	55	567	16.4	99.5	92.1	83.6	0.5	25.5	95.1	88.9	74.5	4.9
D+0, stations périurbaines												
France	150	8847	19.3	99.3	98.0	80.7	0.7	11.3	99.0	97.5	88.7	1.0
CENTRE	6	534	0.0	100.0	98.9	100.0	0.0	0.0	100.0	98.9	100.0	0.0
GBP	15	1204	13.3	98.9	97.9	86.7	1.1	13.3	99.2	98.1	86.7	0.8
N	21	2302	23.8	98.9	98.2	76.2	1.1	0.0	99.5	98.6	100.0	0.5

NE	34	1314	23.5	99.8	97.8	76.5	0.2	5.9	99.8	97.4	94.1	0.2
O	1	1102	0.0	100.0	99.9	100.0	0.0	0.0	100.0	99.9	100.0	0.0
RHONEALPES	19	656	15.8	99.5	97.2	84.2	0.5	0.0	98.6	95.9	100.0	1.4
SO	1	274	0.0	100.0	99.6	100.0	0.0	0.0	100.0	99.6	100.0	0.0
SSE	53	1461	20.8	98.8	96.0	79.2	1.2	24.5	96.1	93.6	75.5	3.9
D+0, stations urbaines												
France	230	16809	20.0	99.4	98.4	80.0	0.6	21.7	98.5	97.5	78.3	1.5
CENTRE	8	1105	0.0	100.0	99.3	100.0	0.0	0.0	99.9	99.2	100.0	0.1
GBP	23	2788	56.5	99.7	99.4	43.5	0.3	56.5	97.6	97.3	43.5	2.4
N	24	1696	20.8	98.8	97.7	79.2	1.2	0.0	99.7	98.3	100.0	0.3
NE	31	2260	29.0	99.3	98.4	71.0	0.7	0.0	99.8	98.5	100.0	0.2
O	0	3101	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0
RHONEALPES	44	1904	11.4	99.6	97.6	88.6	0.4	0.0	99.4	97.2	100.0	0.6
SO	2	949	0.0	100.0	99.8	100.0	0.0	0.0	100.0	99.8	100.0	0.0
SSE	98	3006	14.3	98.5	95.9	85.7	1.5	37.8	94.6	92.8	62.2	5.4

## ANNEXE 6 : ASCFM / ASMOCAF OZONE

Ozone, toutes observations - Résultats statistiques (pics journaliers, cartes 2D)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	105.4	4066	106.9	1.5	17.9	0.77	0.83	103.8	-1.6	23.2	0.89	0.71
CENTRE	107.0	387	108.1	1.1	15.9	0.69	0.80	101.1	-5.9	19.6	0.85	0.71
GBP	101.6	917	105.0	3.4	16.0	0.81	0.86	96.3	-5.3	24.0	0.82	0.65
N	88.3	624	94.6	6.3	16.6	0.93	0.80	89.7	1.5	19.4	0.76	0.65
NE	105.7	621	106.1	0.4	15.8	0.92	0.86	101.2	-4.5	20.1	0.86	0.77
O	87.8	318	93.3	5.5	15.1	0.77	0.83	90.0	2.1	20.9	0.89	0.62
RHONEALPES	119.6	220	119.0	-0.6	17.8	0.65	0.80	122.3	2.7	21.6	0.93	0.71
SO	100.0	363	109.2	9.2	20.8	0.70	0.66	102.8	2.8	23.3	0.79	0.48
SSE	134.3	616	123.7	-10.7	23.4	0.71	0.77	134.8	0.4	30.8	0.91	0.51
D+0, stations périurbaines												
France	101.9	8898	106.1	4.2	17.7	0.87	0.83	100.8	-1.1	23.4	0.89	0.69
CENTRE	101.6	536	104.9	3.3	17.1	0.68	0.77	96.9	-4.7	19.2	0.76	0.70
GBP	99.3	1205	108.1	8.8	18.6	0.89	0.84	98.3	-1.0	21.1	0.85	0.72
N	92.1	2297	96.3	4.2	17.4	0.90	0.83	89.9	-2.1	22.4	0.72	0.67
NE	102.9	1333	103.7	0.8	15.2	0.91	0.88	95.4	-7.5	27.6	0.78	0.59
O	90.7	1091	96.5	5.8	15.2	0.78	0.82	89.8	-0.9	19.5	0.87	0.64
RHONEALPES	115.5	667	116.7	1.2	19.7	0.80	0.77	118.3	2.8	22.8	0.90	0.71
SO	100.9	272	110.8	9.9	17.9	0.86	0.78	101.9	1.1	18.3	0.88	0.66
SSE	120.8	1497	123.5	2.8	20.1	0.81	0.74	125.9	5.1	27.1	0.98	0.58
D+0, stations urbaines												
France	99.6	16863	105.9	6.3	19.1	0.87	0.81	102.1	2.5	24.4	0.94	0.67



CENTRE	97.7	1106	102.8	5.1	17.4	0.70	0.78	94.4	-3.3	21.4	0.82	0.62
GBP	95.8	2778	104.0	8.2	19.1	0.92	0.82	98.6	2.8	22.4	0.86	0.69
N	91.0	1700	95.3	4.3	19.9	0.87	0.80	89.0	-2.1	25.5	0.69	0.62
NE	96.0	2265	102.6	6.5	17.9	0.93	0.85	93.8	-2.3	25.2	0.79	0.62
O	87.2	3066	93.2	6.1	14.8	0.82	0.84	88.8	1.6	18.8	0.84	0.67
RHONEALPES	110.7	1928	113.4	2.7	18.8	0.78	0.77	110.6	0.0	23.7	0.93	0.65
SO	100.0	945	107.3	7.3	19.6	0.81	0.70	97.0	-3.0	21.7	0.78	0.56
SSE	116.6	3075	124.7	8.2	23.6	0.79	0.66	130.9	14.3	31.1	0.95	0.53

## ANNEXE 7 : ASCFM / ASMOCAF2 OZONE

Ozone, toutes observations - Résultats statistiques (pics journaliers, sorties brutes)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	106.1	3306	106.6	0.6	17.5	0.78	0.85	102.8	-3.3	22.4	0.81	0.74
CENTRE	106.7	263	108.3	1.6	15.6	0.71	0.82	105.1	-1.6	18.1	0.71	0.73
GBP	102.7	897	106.0	3.3	16.1	0.81	0.85	94.7	-8.0	24.7	0.84	0.65
N	89.2	537	95.0	5.9	16.0	0.88	0.81	86.8	-2.4	19.4	0.74	0.65
NE	106.6	599	106.8	0.2	15.7	0.92	0.86	104.9	-1.7	20.8	0.86	0.74
O	87.8	314	93.6	5.9	14.9	0.76	0.84	97.1	9.4	21.6	0.84	0.66
RHONEALPES												
SO	109.5	93	107.4	-2.1	19.2	0.66	0.75	105.2	-4.3	24.2	0.52	0.55
SSE	134.3	603	123.7	-10.6	23.3	0.71	0.77	128.4	-5.9	24.4	0.67	0.68
D+0, stations périurbaines												
France	102.4	7127	107.0	4.7	17.5	0.86	0.84	99.7	-2.7	22.1	0.78	0.70
CENTRE	102.0	523	105.3	3.3	17.2	0.68	0.77	96.3	-5.7	20.3	0.60	0.67
GBP	99.9	1180	108.9	9.0	18.9	0.88	0.83	97.4	-2.5	22.8	0.80	0.66
N	92.0	1509	97.3	5.2	16.5	0.92	0.83	87.9	-4.1	21.2	0.75	0.67
NE	103.9	1258	104.7	0.8	15.4	0.90	0.88	99.5	-4.3	24.1	0.69	0.68
O	90.9	977	97.3	6.4	15.6	0.78	0.82	90.5	-0.4	18.5	0.70	0.66
RHONEALPES	114.0	261	112.9	-1.1	17.3	0.77	0.81	110.1	-3.9	22.2	0.83	0.68
SO	103.0	176	113.9	10.9	19.0	0.84	0.78	103.5	0.6	19.0	0.79	0.65
SSE	122.3	1243	125.5	3.2	20.4	0.81	0.73	122.1	-0.3	24.0	0.71	0.59
D+0, stations urbaines												
France	99.3	13902	106.1	6.8	19.4	0.87	0.80	96.4	-2.9	22.5	0.78	0.68

CENTRE	98.1	1075	103.3	5.3	17.6	0.69	0.78	91.5	-6.5	22.1	0.66	0.60
GBP	95.2	2175	104.3	9.1	19.4	0.94	0.81	94.9	-0.3	21.6	0.83	0.68
N	89.5	1132	95.8	6.3	20.2	0.88	0.79	83.5	-6.0	25.1	0.66	0.62
NE	96.6	2112	103.8	7.2	18.5	0.92	0.84	89.1	-7.5	23.9	0.66	0.69
O	87.4	2853	93.8	6.4	15.0	0.81	0.84	86.8	-0.6	19.1	0.74	0.64
RHONEALPES	109.1	1156	110.0	0.9	17.7	0.76	0.78	103.5	-5.6	22.1	0.80	0.66
SO	98.8	471	105.5	6.7	21.1	0.82	0.67	89.2	-9.6	25.0	0.74	0.53
SSE	116.3	2928	124.5	8.3	23.8	0.78	0.66	117.4	1.2	24.0	0.69	0.59

Tables de contingence, Obs. du pic d'ozone > 120 µg/m<sup>3</sup>

	Obs.		ASCFM					ASMOCAF2				
D+0, stations rurales	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
France	1070	2236	75.6	93.0	87.4	24.4	7.0	64.5	91.7	82.9	35.5	8.3
CENTRE	73	190	79.5	87.9	85.6	20.5	12.1	61.6	92.6	84.0	38.4	7.4
GBP	243	654	84.0	93.6	91.0	16.0	6.4	46.1	96.2	82.6	53.9	3.8
N	74	463	74.3	95.7	92.7	25.7	4.3	40.5	97.8	89.9	59.5	2.2
NE	195	404	76.9	92.1	87.1	23.1	7.9	66.2	87.4	80.5	33.8	12.6
O	47	267	61.7	96.6	91.4	38.3	3.4	68.1	93.6	89.8	31.9	6.4
RHONEALPES												
SO	35	58	54.3	94.8	79.6	45.7	5.2	25.7	93.1	67.7	74.3	6.9
SSE	403	200	73.0	86.0	77.3	27.0	14.0	82.6	68.0	77.8	17.4	32.0
D+0, stations périurbaines												
France	2003	5124	79.9	89.8	87.0	20.1	10.2	53.2	91.7	80.9	46.8	8.3
CENTRE	126	397	68.3	91.9	86.2	31.7	8.1	23.0	98.0	79.9	77.0	2.0
GBP	302	878	90.4	87.7	88.4	9.6	12.3	51.7	93.3	82.6	48.3	6.7

N	285	1224	76.5	94.9	91.5	23.5	5.1	37.2	98.4	86.8	62.8	1.6
NE	363	895	78.2	93.0	88.7	21.8	7.0	49.3	92.8	80.3	50.7	7.2
O	152	825	63.8	94.7	89.9	36.2	5.3	33.6	97.6	87.6	66.4	2.4
RHONEALPES	103	158	79.6	88.6	85.1	20.4	11.4	57.3	82.9	72.8	42.7	17.1
SO	41	135	73.2	70.4	71.0	26.8	29.6	31.7	83.0	71.0	68.3	17.0
SSE	631	612	84.0	74.3	79.2	16.0	25.7	75.0	67.0	71.0	25.0	33.0
D+0, stations urbaines												
France	3434	10468	81.0	88.3	86.5	19.0	11.7	49.6	92.9	82.2	50.4	7.1
CENTRE	234	841	66.2	93.3	87.4	33.8	6.7	21.4	97.4	80.8	78.6	2.6
GBP	462	1713	89.0	89.1	89.1	11.0	10.9	55.2	92.9	84.9	44.8	7.1
N	199	933	80.4	93.9	91.5	19.6	6.1	26.6	98.5	85.9	73.4	1.5
NE	457	1655	80.3	89.8	87.8	19.7	10.2	31.9	98.3	83.9	68.1	1.7
O	364	2489	77.7	95.8	93.5	22.3	4.2	33.8	98.8	90.5	66.2	1.2
RHONEALPES	384	772	71.9	88.6	83.0	28.1	11.4	49.5	91.1	77.2	50.5	8.9
SO	111	360	58.6	85.3	79.0	41.4	14.7	13.5	95.8	76.4	86.5	4.2
SSE	1223	1705	86.9	70.1	77.1	13.1	29.9	71.3	74.3	73.1	28.7	25.7

Tables de contingence, Obs. du pic d'ozone > 150 µg/m<sup>3</sup>

	Obs.		ASCFM					ASMOCAF2				
D+0, stations rurales	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
France	354	2952	38.7	97.9	91.5	61.3	2.1	31.1	98.3	91.1	68.9	1.7
CENTRE	19	244	15.8	99.6	93.5	84.2	0.4	10.5	99.6	93.2	89.5	0.4
GBP	69	828	40.6	97.6	93.2	59.4	2.4	14.5	98.7	92.2	85.5	1.3
N	20	517	35.0	98.3	95.9	65.0	1.7	0.0	99.6	95.9	100.0	0.4
NE	58	541	63.8	96.3	93.2	36.2	3.7	36.2	97.8	91.8	63.8	2.2

O	3	311	66.7	99.7	99.4	33.3	0.3	66.7	99.7	99.4	33.3	0.3
RHONEALPES												
SO	9	84	11.1	98.8	90.3	88.9	1.2	0.0	98.8	89.2	100.0	1.2
SSE	176	427	33.5	97.4	78.8	66.5	2.6	42.6	94.8	79.6	57.4	5.2
D+0, stations périurbaines												
France	566	6561	49.1	96.8	93.0	50.9	3.2	19.6	98.8	92.5	80.4	1.2
CENTRE	27	496	0.0	99.6	94.5	100.0	0.4	3.7	100.0	95.0	96.3	0.0
GBP	74	1106	68.9	96.7	94.9	31.1	3.3	13.5	99.1	93.7	86.5	0.9
N	57	1452	43.9	97.0	95.0	56.1	3.0	8.8	99.4	96.0	91.2	0.6
NE	123	1135	65.0	97.2	94.0	35.0	2.8	17.1	99.9	91.8	82.9	0.1
O	20	957	25.0	99.1	97.5	75.0	0.9	0.0	99.9	97.9	100.0	0.1
RHONEALPES	33	228	21.2	97.8	88.1	78.8	2.2	30.3	98.2	89.7	69.7	1.8
SO	8	168	50.0	98.2	96.0	50.0	1.8	25.0	99.4	96.0	75.0	0.6
SSE	224	1019	47.3	92.1	84.0	52.7	7.9	27.7	94.9	82.8	72.3	5.1
D+0, stations urbaines												
France	891	13011	45.7	96.4	93.2	54.3	3.6	15.6	99.0	93.7	84.4	1.0
CENTRE	40	1035	0.0	99.8	96.1	100.0	0.2	2.5	99.9	96.3	97.5	0.1
GBP	102	2073	66.7	96.6	95.2	33.3	3.4	27.5	99.5	96.1	72.5	0.5
N	53	1079	60.4	97.1	95.4	39.6	2.9	3.8	99.8	95.3	96.2	0.2
NE	140	1972	71.4	96.1	94.5	28.6	3.9	0.7	99.8	93.3	99.3	0.2
O	71	2782	21.1	99.1	97.2	78.9	0.9	7.0	99.8	97.5	93.0	0.2
RHONEALPES	100	1056	17.0	99.0	91.9	83.0	1.0	17.0	98.9	91.8	83.0	1.1
SO	19	452	15.8	97.1	93.8	84.2	2.9	5.3	99.8	96.0	94.7	0.2
SSE	366	2562	47.0	90.7	85.3	53.0	9.3	23.0	96.3	87.2	77.0	3.7

Tables de contingence, Obs. du pic d'ozone > 180 µg/m3

	Obs.		ASCFM					ASMOCAF2				
D+0, stations rurales	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
France	84	3222	22.6	99.8	97.8	77.4	0.2	1.2	99.8	97.3	98.8	0.2
CENTRE	1	262	0.0	100.0	99.6	100.0	0.0	0.0	100.0	99.6	100.0	0.0
GBP	15	882	33.3	99.7	98.6	66.7	0.3	0.0	99.3	97.7	100.0	0.7
N	0	537	-999.0	99.8	99.8	-999.0	0.2	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0
NE	13	586	0.0	99.8	97.7	100.0	0.2	0.0	100.0	97.8	100.0	0.0
O	0	314	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0
RHONEALPES												
SO	1	92	0.0	100.0	98.9	100.0	0.0	0.0	100.0	98.9	100.0	0.0
SSE	54	549	25.9	99.6	93.0	74.1	0.4	1.9	100.0	91.2	98.1	0.0
D+0, stations périurbaines												
France	115	7012	18.3	99.4	98.1	81.7	0.6	1.7	99.9	98.3	98.3	0.1
CENTRE	6	517	0.0	100.0	98.9	100.0	0.0	0.0	100.0	98.9	100.0	0.0
GBP	15	1165	20.0	99.1	98.1	80.0	0.9	0.0	99.8	98.6	100.0	0.2
N	7	1502	0.0	99.2	98.7	100.0	0.8	0.0	99.9	99.5	100.0	0.1
NE	34	1224	20.6	99.8	97.6	79.4	0.2	0.0	100.0	97.3	100.0	0.0
O	1	976	0.0	100.0	99.9	100.0	0.0	0.0	100.0	99.9	100.0	0.0
RHONEALPES	3	258	0.0	100.0	98.9	100.0	0.0	0.0	99.2	98.1	100.0	0.8
SO	1	175	0.0	100.0	99.4	100.0	0.0	0.0	100.0	99.4	100.0	0.0
SSE	48	1195	22.9	98.5	95.6	77.1	1.5	4.2	99.7	96.1	95.8	0.3
D+0, stations urbaines												
France	174	13728	19.0	99.4	98.4	81.0	0.6	2.9	99.8	98.6	97.1	0.2
CENTRE	8	1067	0.0	100.0	99.3	100.0	0.0	0.0	100.0	99.3	100.0	0.0

GBP	15	2160	66.7	99.6	99.4	33.3	0.4	6.7	100.0	99.3	93.3	0.0
N	9	1123	11.1	98.7	98.0	88.9	1.3	0.0	99.8	99.0	100.0	0.2
NE	30	2082	23.3	99.3	98.2	76.7	0.7	0.0	100.0	98.6	100.0	0.0
O	0	2853	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0	-999.0	100.0	100.0	-999.0	0.0
RHONEALPES	16	1140	0.0	99.9	98.5	100.0	0.1	6.3	99.6	98.3	93.8	0.4
SO	1	470	0.0	100.0	99.8	100.0	0.0	0.0	100.0	99.8	100.0	0.0
SSE	95	2833	15.8	98.6	95.9	84.2	1.4	3.2	99.5	96.4	96.8	0.5

## ANNEXE 8 : AWM / MOCAE DIOXYDE D'AZOTE

Dioxyde d'azote, toutes observations - Résultats statistiques (moyennes journalières)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	8.4	842	10.0	1.6	5.2	0.97	0.54	4.4	-4.0	6.5	0.67	0.39
CENTRE												
GBP	9.1	159	13.2	4.1	6.2	1.26	0.64	9.0	-0.1	3.5	0.89	0.70
N	8.1	93	10.9	2.8	4.3	1.11	0.71	6.9	-1.2	2.8	0.75	0.80
NE	8.7	379	10.1	1.4	4.8	0.82	0.65	2.8	-5.9	7.8	0.27	0.53
O	7.2	93	6.9	-0.3	3.7	2.14	0.36	2.1	-5.1	5.3	0.39	0.61
RHONEALPES	8.4	80	8.1	-0.3	8.1	0.35	-0.06	3.9	-4.5	8.5	0.18	0.28
SO	6.1	38	5.6	-0.5	2.5	0.95	0.57	2.2	-3.9	4.6	0.30	0.37
SSE												
D+0, stations périurbaines												
France	16.8	5424	11.0	-5.8	11.5	0.77	0.36	4.3	-12.6	15.5	0.34	0.36
CENTRE	13.9	370	3.6	-10.3	12.1	0.19	0.09	1.3	-12.5	14.0	0.07	0.40
GBP	21.7	1050	11.3	-10.4	15.5	0.72	0.30	5.4	-16.4	20.0	0.43	0.14
N	17.1	1314	17.2	0.1	8.9	0.94	0.50	6.2	-10.9	13.5	0.39	0.52
NE	13.9	1330	10.0	-3.9	8.3	0.60	0.40	3.2	-10.7	13.0	0.20	0.37
O	11.2	725	6.9	-4.3	7.0	0.60	0.38	2.5	-8.6	10.0	0.24	0.62
RHONEALPES	24.1	483	7.8	-16.3	18.6	0.39	0.54	3.9	-20.2	22.5	0.15	0.37
SO												
SSE	16.6	152	11.8	-4.7	8.6	0.57	0.48	6.1	-10.5	12.8	0.30	0.47
D+0, stations urbaines												
France	20.6	17546	10.3	-10.3	15.5	0.61	0.42	4.8	-15.8	19.5	0.33	0.40



CENTRE	15.7	1067	3.3	-12.5	15.0	0.16	0.19	1.1	-14.6	16.8	0.05	0.45
GBP	22.4	3470	15.6	-6.8	11.4	0.76	0.71	8.8	-13.6	16.7	0.46	0.70
N	18.0	1962	16.6	-1.4	9.6	0.87	0.52	6.4	-11.5	14.6	0.37	0.52
NE	22.4	2573	10.1	-12.3	16.5	0.41	0.43	3.0	-19.4	22.7	0.13	0.26
O	14.0	2893	6.5	-7.5	10.7	0.44	0.39	3.2	-10.8	13.3	0.25	0.35
RHONEALPES	21.1	1721	6.5	-14.6	17.1	0.33	0.55	3.2	-17.9	20.3	0.15	0.54
SO	17.6	460	5.9	-11.8	14.6	0.32	0.02	1.6	-16.1	18.1	0.10	0.01
SSE	26.1	3400	9.5	-16.6	22.3	0.33	0.20	4.8	-21.4	26.0	0.17	0.20

Dioxyde d'azote, toutes observations - Résultats statistiques (concentrations horaires)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	7.8	23237	9.7	1.9	8.7	1.23	0.41	4.3	-3.5	7.6	0.65	0.36
CENTRE												
GBP	8.8	4173	13.1	4.3	10.2	1.48	0.51	8.8	0.0	6.4	0.96	0.58
N	8.2	2207	11.0	2.8	8.3	1.28	0.42	7.0	-1.2	6.1	0.78	0.45
NE	8.1	10387	9.8	1.7	8.8	1.14	0.41	2.8	-5.3	8.7	0.31	0.37
O	7.2	2205	7.0	-0.3	5.9	2.07	0.45	2.1	-5.1	5.8	0.41	0.49
RHONEALPES	6.2	3076	7.5	1.3	8.9	0.75	0.12	3.7	-2.4	7.8	0.33	0.21
SO	5.1	1189	5.1	-0.1	4.5	1.15	0.46	2.0	-3.1	4.9	0.30	0.30
SSE												
D+0, stations périurbaines												
France	16.4	136165	10.8	-5.6	15.3	0.78	0.36	4.2	-12.2	17.9	0.32	0.32
CENTRE	13.0	10081	3.5	-9.6	14.6	0.21	0.26	1.3	-11.7	16.2	0.08	0.17
GBP	21.7	25346	11.3	-10.4	19.2	0.72	0.33	5.4	-16.3	22.7	0.38	0.20

N	16.9	32173	17.2	0.3	14.4	1.09	0.43	6.2	-10.8	16.0	0.41	0.39
NE	13.7	33280	9.9	-3.7	12.5	0.69	0.35	3.2	-10.5	15.5	0.21	0.30
O	10.4	19262	6.5	-3.9	9.6	0.65	0.36	2.4	-8.0	11.6	0.22	0.43
RHONEALPES	23.9	11794	7.8	-16.1	21.9	0.40	0.51	4.0	-19.9	25.8	0.16	0.37
SO												
SSE	17.1	4229	12.3	-4.8	14.0	0.65	0.41	6.3	-10.8	16.9	0.26	0.39
D+0, stations urbaines												
France	20.0	436456	10.2	-9.8	19.2	0.63	0.35	4.7	-15.3	22.2	0.31	0.31
CENTRE	15.3	26423	3.2	-12.1	17.2	0.19	0.24	1.1	-14.2	18.9	0.06	0.18
GBP	21.9	84950	15.5	-6.4	17.0	0.85	0.53	8.7	-13.2	19.9	0.46	0.52
N	17.5	49056	16.4	-1.1	15.6	0.99	0.40	6.4	-11.1	17.4	0.39	0.35
NE	21.8	63151	10.0	-11.8	19.6	0.53	0.32	3.0	-18.8	24.6	0.15	0.18
O	13.6	72358	6.4	-7.2	13.1	0.51	0.31	3.2	-10.4	15.1	0.25	0.23
RHONEALPES	20.5	43165	6.4	-14.0	20.2	0.34	0.43	3.2	-17.3	23.1	0.16	0.32
SO	17.1	11835	6.1	-11.1	17.3	0.38	0.17	1.6	-15.6	20.4	0.09	0.07
SSE	25.3	85518	9.4	-15.8	26.4	0.38	0.22	4.7	-20.5	29.4	0.16	0.17

## ANNEXE 9 : CFM / MOCAF DIOXYDE D'AZOTE

Dioxyde d'azote, toutes observations - Résultats statistiques (moyennes journalières)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	8.4	842	8.8	0.3	4.6	1.02	0.62	4.6	-3.8	7.0	0.87	0.31
CENTRE												
GBP	9.1	159	11.6	2.6	5.6	1.48	0.69	10.0	0.9	4.6	1.24	0.64
N	8.1	93	11.2	3.1	4.3	1.11	0.75	9.3	1.1	2.9	1.06	0.80
NE	8.7	379	8.4	-0.3	4.0	0.87	0.75	2.4	-6.4	8.4	0.25	0.34
O	7.2	93	5.6	-1.6	3.4	1.60	0.28	2.0	-5.2	5.4	0.39	0.55
RHONEALPES	8.4	80	6.8	-1.6	7.1	0.29	0.36	3.2	-5.1	8.8	0.21	0.32
SO	6.1	38	5.6	-0.5	2.8	1.08	0.51	2.2	-3.9	4.6	0.34	0.42
SSE												
D+0, stations périurbaines												
France	16.8	5424	11.6	-5.2	11.5	0.89	0.39	4.4	-12.4	15.4	0.41	0.34
CENTRE	13.9	370	3.9	-10.0	11.7	0.19	0.33	1.3	-12.6	14.0	0.07	0.37
GBP	21.7	1050	11.9	-9.8	15.9	0.92	0.31	5.9	-15.8	19.8	0.55	0.14
N	17.1	1314	16.6	-0.4	9.7	1.12	0.51	5.9	-11.2	13.9	0.45	0.44
NE	13.9	1330	11.2	-2.7	8.5	0.78	0.36	3.1	-10.8	13.1	0.25	0.27
O	11.2	725	7.2	-3.9	6.6	0.60	0.45	2.6	-8.5	10.0	0.23	0.58
RHONEALPES	24.1	483	9.6	-14.5	17.0	0.61	0.53	4.5	-19.6	21.9	0.22	0.42
SO												
SSE	16.6	152	13.9	-2.7	7.0	0.59	0.61	6.7	-9.9	12.3	0.37	0.44
D+0, stations urbaines												
France	20.6	17546	13.4	-7.2	14.8	1.00	0.46	5.4	-15.2	19.0	0.44	0.40

CENTRE	15.7	1067	3.3	-12.5	14.9	0.16	0.31	1.1	-14.7	16.9	0.05	0.40
GBP	22.4	3470	25.6	3.2	12.5	1.49	0.79	11.0	-11.4	14.8	0.65	0.68
N	18.0	1962	18.2	0.2	9.5	1.02	0.58	6.5	-11.5	14.7	0.45	0.45
NE	22.4	2573	11.0	-11.4	15.6	0.53	0.48	2.9	-19.4	22.8	0.14	0.19
O	14.0	2893	7.7	-6.3	10.1	0.59	0.37	3.2	-10.8	13.3	0.23	0.38
RHONEALPES	21.1	1721	7.9	-13.2	16.0	0.59	0.49	3.5	-17.6	20.0	0.19	0.49
SO	17.6	460	7.6	-10.0	13.6	0.46	-0.03	2.0	-15.7	17.7	0.11	0.05
SSE	26.1	3400	11.6	-14.5	20.4	0.38	0.30	5.7	-20.4	25.1	0.22	0.26

Toutes observations - Résultats statistiques (concentrations horaires)

	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
D+0, stations rurales												
France	7.7	23365	8.4	0.6	8.0	1.21	0.47	4.4	-3.4	8.3	0.85	0.30
CENTRE												
GBP	8.8	4195	11.4	2.7	10.3	1.61	0.51	9.6	0.8	8.5	1.33	0.51
N	8.2	2220	11.2	3.0	8.5	1.32	0.43	9.3	1.1	7.2	1.13	0.43
NE	8.1	10449	8.1	0.0	7.7	1.08	0.49	2.3	-5.8	9.2	0.30	0.24
O	7.2	2218	5.6	-1.6	4.9	1.53	0.39	2.0	-5.2	6.0	0.41	0.45
RHONEALPES	6.2	3090	6.2	0.1	7.4	0.60	0.31	3.0	-3.1	7.9	0.33	0.26
SO	5.1	1193	5.1	0.0	4.8	1.25	0.46	2.0	-3.1	4.9	0.34	0.30
SSE												
D+0, stations périurbaines												
France	16.4	136968	11.3	-5.0	15.6	0.88	0.36	4.3	-12.1	17.9	0.38	0.30
CENTRE	13.0	10128	3.7	-9.3	14.3	0.21	0.31	1.2	-11.8	16.3	0.07	0.16
GBP	21.7	25495	11.9	-9.7	20.0	0.87	0.31	5.9	-15.8	22.6	0.49	0.19

N	16.9	32376	16.5	-0.4	15.4	1.20	0.42	5.8	-11.1	16.5	0.47	0.33
NE	13.6	33484	11.1	-2.6	13.2	0.84	0.32	3.2	-10.5	15.6	0.24	0.24
O	10.4	19377	6.8	-3.6	9.4	0.68	0.39	2.5	-7.9	11.5	0.22	0.40
RHONEALPES	23.8	11854	9.6	-14.3	20.8	0.55	0.48	4.5	-19.3	25.1	0.22	0.39
SO												
SSE	17.1	4254	14.2	-2.8	14.4	0.79	0.38	6.7	-10.4	16.6	0.36	0.36
D+0, stations urbaines												
France	20.0	438939	13.2	-6.8	19.3	0.93	0.38	5.3	-14.7	21.8	0.40	0.31
CENTRE	15.3	26539	3.2	-12.1	17.1	0.19	0.28	1.1	-14.3	18.9	0.06	0.16
GBP	21.9	85453	25.3	3.4	20.0	1.41	0.60	10.8	-11.1	18.8	0.64	0.50
N	17.5	49364	17.9	0.4	16.2	1.13	0.43	6.4	-11.1	17.6	0.46	0.32
NE	21.7	63533	10.9	-10.8	18.9	0.62	0.37	2.9	-18.8	24.7	0.16	0.15
O	13.6	72742	7.5	-6.1	12.8	0.64	0.31	3.1	-10.5	15.1	0.25	0.24
RHONEALPES	20.4	43418	7.8	-12.6	19.4	0.52	0.40	3.5	-16.9	22.8	0.19	0.31
SO	17.1	11880	7.9	-9.2	16.5	0.51	0.17	2.0	-15.1	20.0	0.11	0.11
SSE	25.2	86010	11.6	-13.7	25.2	0.47	0.25	5.6	-19.6	28.6	0.22	0.22

