



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Travaux relatifs au système PREV'AIR

Evaluations et améliorations du système (1/2)

Décembre 2007

Programme 2007

Frédéric MELEUX





PREAMBULE

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'Ecole des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement, sous la coordination technique de l'ADEME et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique supportés financièrement par la Direction des Préventions des Pollutions et des Risques du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.



Evaluations et améliorations du système (1/2)

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

THEME : Traitement numérique

Programme Financé par
la Direction des Préventions des Pollutions et des Risques (DPPR)

Décembre 2007

Frédéric Meleux

Ce document comporte 24 pages (hors couverture et annexes).


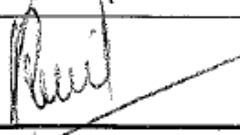

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	F.Meleux	L.Rouïl	M.Ramel
Qualité	Ingénieur Direction des Risques Chroniques	Responsable de l'Unité MECO Direction des Risques Chroniques	Responsable LCSQA Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIERES

1. RESUMÉ.....	2
2. INTRODUCTION	3
2.1 Evaluation et amélioration des prévisions d'ozone.....	3
2.2 Récapitulatif des conditions de l'été 2007	3
3. EVALUATION GEOGRAPHIQUE DE PREV'AIR	5
4. INSERTION D'UN CADASTRE À FINE RÉOLUTION	9
4.1 Spécification des données	10
4.2 Domaine et définition.....	10
4.3 Emissions Airmaraix.....	11
4.4 Impacts sur la prévision.....	12
4.4.1 Cas de l'été 2003.....	12
4.4.2 Le 26 Juillet 2003.....	13
4.4.3 Événement intense de pollution en 2003.....	14
4.4.4 Comparaison avec les valeurs observées	15
4.5 Conclusions et questionnement	17
4.5.1 Conclusions	17
4.5.2 questionnement	17
5. NOUVELLE CHAÎNE DE CALCUL AVEC FORÇAGE MÉTÉOROLOGIQUE ARPEGE.....	18
6. INDICES RÉGIONAUX DE DÉPASSEMENT DES SEUILS D'ALERTE.....	20
7. BILAN DES ACTIONS D'ASSISTANCE AUX UTILISATEURS.....	23
7.1 Comptes utilisateurs.....	23
Extraction des données	23
ANNEXE 1: SCORES DES PICS JOURNALIERS ASAFM ET ENS (MOYENNE DES PREVISIONS CHIMERE-GFS, CHIMERE-ARPEGE ET MOCAGE) SUR LA PERIODE 20/07/2007 AU 30/09/2007	25
SCORES MOCAGE ET CHIMERE	26

1. RESUME

Depuis 2003, le système Prev'Air délivre quotidiennement des informations sur la qualité de l'air en France et en Europe. Dans un souci de constante amélioration du système, en terme d'élément physique ou chimique pris en compte ou en terme de qualité des résultats, des développements sont en permanence à l'œuvre dans cet outil.

L'été 2005 a été marqué par la médiatisation des prévisions de Prev'Air qui impose un besoin de qualité encore plus contraignant sur les sorties des modèles. Suivant un protocole rigoureux, l'information est diffusée lorsque les niveaux d'ozone excèdent le seuil d'information dans au moins deux régions françaises distinctes. Alors qu'en 2005 et 2006 cela s'était produit à 18 reprises, les conditions météorologiques estivales de l'été 2007 fraîches et pluvieuses n'ont permis aucune diffusion.

Les prévisions du système Prev'Air ne se limitent pas à l'ozone et aux composés gazeux. Les niveaux de concentrations des particules dans l'air sont aussi prédites. Les prévisions particulières disponibles dès 2004 sur le domaine Europe de Prev'Air, le sont également sur le domaine France à une résolution plus fine depuis cette année. Des prévisions concernant les poussières désertiques sont également proposées sur le site web aux échelles globale, Européenne et nationale.

L'ensemble de ces efforts répond à notre souci constant d'améliorer la qualité des champs que nous fournissons quotidiennement aux utilisateurs de Prev'Air. 50 partenaires ont accès à présent à l'espace privé de Prev'Air.

2. INTRODUCTION

2.1 EVALUATION ET AMELIORATION DES PREVISIONS D'OZONE

Une évaluation des performances de Prev'Air est mise à jour quotidiennement sur le site Internet de Prev'Air. A partir d'indicateurs statistiques, cette étude a pour objectif de répondre à notre souci de transparence sur les aptitudes des modèles à prévoir et à retranscrire la qualité de l'air. L'ensemble des indicateurs est découpé selon trois catégories distinctes: urbaine, périurbaine et rurale et se composent des index classiques: biais, RMSE, corrélation, et percentiles.

Ainsi il est possible d'estimer le comportement global du système Prev'Air sur l'ensemble de la saison estivale et cela pour les différentes configurations des modèles utilisées (domaine Europe ou France, modèle Chimère ou Mocage, avec et sans adaptation statistique...).

Dans le cadre de cette évaluation, notre intérêt portera principalement sur les simulations domaine France réalisées avec le modèle Chimère (AFM).

Après une évaluation globale, une analyse des performances du modèle AASQA par AASQA permet d'identifier les zones où des difficultés subsistent. (chap3)

A l'aide de ce bilan, nous regarderons l'apport ainsi que les questionnements, liés à l'insertion d'un cadastre d'émissions plus fin, testé en PACA (chap4), étude réalisée grâce au soutien d'Airmaraix.

Le bilan s'intéressera aussi à la nouvelle filière mise en œuvre cet été, très similaire à la filière standard de Prev'Air mais avec un forçage météorologique différent puisque les prévisions météorologiques fournies par le modèle ARPEGE de MétéoFrance sont utilisées. (chap5)

Une analyse portera également sur des résultats préliminaires de carte obtenue en combinant plusieurs sorties de modèles différentes. Cette première étude ouvre la voie à l'hybridation de modèle ainsi qu'aux prévisions d'ensemble.

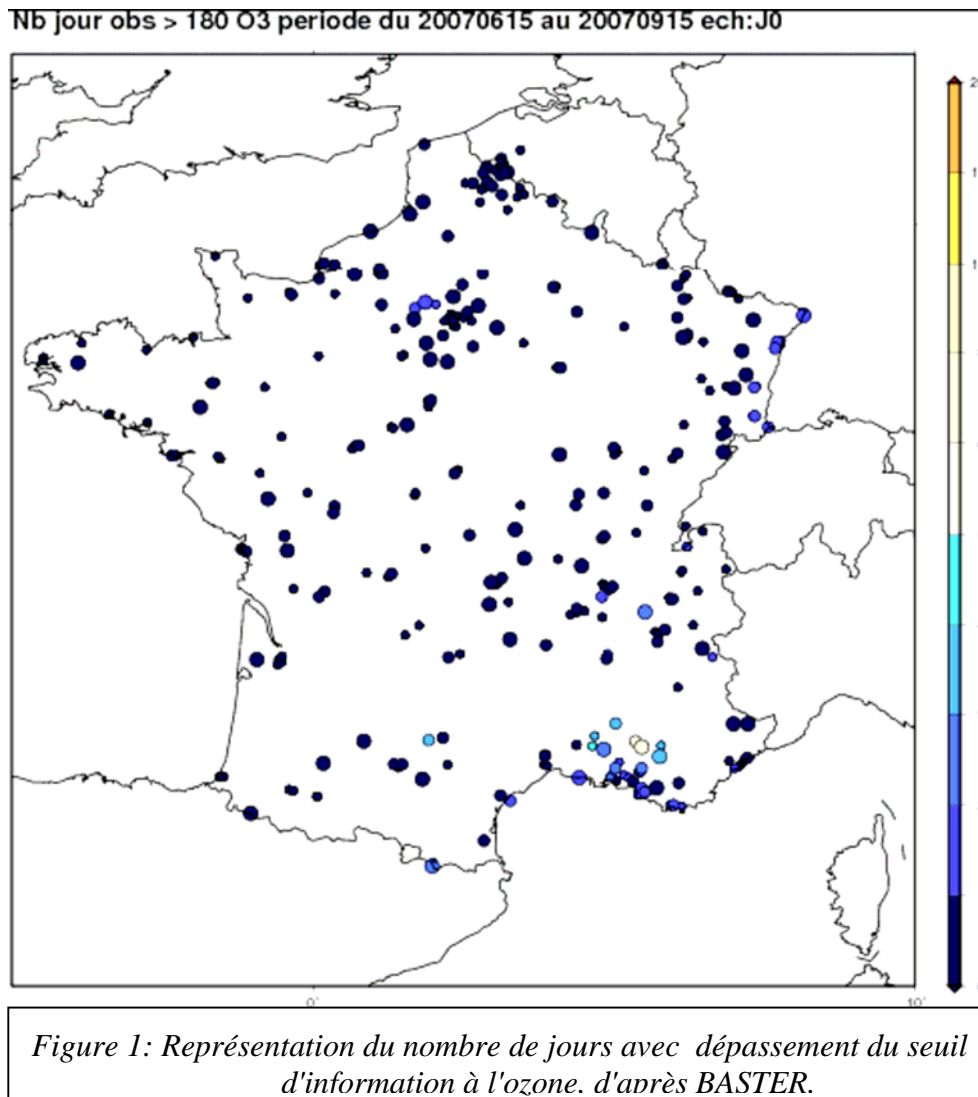
Enfin, en lien avec l'hybridation, l'outil développé par MétéoFrance sur l'ajustement des seuils modèles pour la prévision des dépassements de seuils réels (ex: seuil d'information à l'ozone) sera présenté. (chap6)

2.2 RECAPITULATIF DES CONDITIONS DE L'ETE 2007

Les conditions météorologiques de l'été 2007 n'ont pas été propices aux développements de panache de pollution photochimique. A l'exception, des régions du sud-est, les régions françaises n'ont été que très peu touchées par des pics d'ozone. De ce fait, et contrairement aux deux années précédentes, aucune information n'a été diffusée aux médias, car il n'y a jamais eu concomitance des deux critères nécessaires (deux régions avec des niveaux de pollutions élevés et persistance prévue de ces niveaux sur au moins deux jours).

D'après les observations (fig. 1), 93 données horaires ont dépassées le seuil d'information de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cela se situe bien en deçà des niveaux relevés en 2005 et 2006, respectivement avec 999 et 730 dépassements horaires.

De plus, cette année 2007 a été marquée par une forte hétérogénéité régionale puisque 67% de ces dépassements ont eu lieu en PACA.



En revanche les conditions météorologiques très douces du printemps 2007 (Mars avril ont été à l'origine de phénomènes d'évaporation massive des composés azotés et d'ammoniac agricoles pendant la période d'épandage. Ces conditions assez exceptionnelles ont provoqué des épisodes de pollution particulaire intenses que Prev'Air n'a pu reproduire du fait de leur caractère ponctuel. Ces situations sont discutées dans un rapport LCSQA paru en Juin 2007. (DRC-07-84894-17723A)

)

3. EVALUATION GEOGRAPHIQUE DE PREV'AIR POUR L'OZONE

Une évaluation des performances de Prev'Air est mise à jour quotidiennement sur le site Internet de Prev'Air. A partir d'indicateurs statistiques, cette étude a pour objectif de répondre à notre souci de transparence sur les aptitudes des modèles à simuler et à prévoir la qualité de l'air. L'ensemble des indicateurs est calculé pour trois catégories distinctes: urbaine, périurbaine et rurale et se compose des index classiques: biais, RMSE, corrélation, et percentiles.

Ainsi il est possible d'estimer le comportement global du système Prev'Air sur l'ensemble de la saison estivale et cela pour les différentes configurations de modèles utilisées (domaine Europe ou France, modèle Chimère ou Mocage ...).

Dans le cadre de cette évaluation, notre intérêt se portera sur les simulations d'ozone du domaine France réalisées avec le modèle Chimère (AFM). Le tableau 1 présente les indicateurs statistiques calculés entre le 15 juin et le 15 septembre 2007, qui sera la période de référence pour cette étude, en utilisant les données disponibles dans BASTER (données temps réel non validées).

DATE	Rural (microg/m3)		Suburban(microg/m3)	
	obs	forecast	obs	forecast
J-1	92.3	94.8	89.8	94.3
J+0	92.3	94.3	89.8	93.9
J+1	92.4	93.8	89.9	93.2
J+2	92.3	93.1	89.7	92.4
	Norm bias(%)	NMSE(%)	Norm bias(%)	NMSE(%)
J-1	5.7	18.8	8.5	22.5
J+0	5.2	19.3	8	22.7
J+1	4.7	19.9	7.4	23.1
J+2	4.2	20.4	6.8	23.5
	Correlation	E20(%)	Correlation	E20(%)
J-1	0.82	78	0.82	78
J+0	0.81	77	0.81	78
J+1	0.8	75	0.79	75
J+2	0.77	74	0.76	73

Tableau 1: Scores du modèle Chimère AFM d'après la base de données BASTER pour la prévision du pic d'ozone du jour courant (J+0)

Ces travaux d'évaluation sont réalisés en collaboration avec MétéoFrance, pour analyser les différences de comportement des 2 modèles Prev'Air. Pour plus de détails se trouve en annexe 2, un comparatif de scores obtenus par Chimere ainsi que par Mocage.

Afin d'apporter plus de détails spatiaux à ces résultats, d'identifier les zones pour lesquelles des difficultés subsistent, les scores du tab.1 sont recalculés en distinguant chaque AASQA pour faciliter la prise en compte des caractéristiques locales des régions dans l'évaluation des simulations du modèle.

Les tableaux 2, 3 et 4 détaillent ainsi AASQA par AASQA les résultats et scores de la prévision à D+0, respectivement pour les stations rurales et périurbaines. Sont indiqués dans les tableaux, outre les valeurs moyennes, les indicateurs statistiques classiques, tels que le biais, la RMSE (erreur quadratique moyenne), la variabilité (dispersion observation divisée par dispersion modèle) et la corrélation.

En se reportant aux résultats du tableau 1, il est ainsi possible d'identifier les AASQA pour lesquelles les indicateurs sont en deçà de la moyenne nationale.

Cependant, dresser une liste à partir de ces tableaux nécessite beaucoup de précautions et une analyse minutieuse, certains indicateurs pouvant être mauvais et d'autres convenables sur une même station.

AASQA	Obs	Sim	biais	RMSE	Variab	Corr
AIRAQ	96.3	96.7	-0.4	14.2	0.83	0.76
AIRBREIZH	83.2	77.6	5.6	12.5	0.95	0.77
AIRFOBEP	113.5	114.4	-0.9	20	0.72	0.76
AIRLOR	92.8	88.9	4	12.6	0.88	0.82
AIRLR	112.3	119.4	-7.2	18.2	0.71	0.71
AIRMARAIX	114.4	121.4	-7	19.6	0.71	0.75
AIRNORMAND	82.4	78.3	4.2	12.7	0.79	0.84
AIRPARIF	86.6	84.9	1.8	13.1	0.9	0.83
AIRPL	90.2	83.5	6.6	12.5	0.91	0.85
AREMALM	79.1	75.8	3.2	13.7	0.87	0.77
ARPAM	95	83.7	11.3	18.1	0.69	0.74
ASCOPARG	104.6	113.7	-9	20.2	0.66	0.58
ASPA	93.9	92	1.8	15.8	0.77	0.83
ATMOAUVERGNE	92.6	91.1	1.5	14.4	0.68	0.72
ATMOCA	85.4	82.3	3.1	13.1	0.81	0.81
ATMOPC	91.9	84.3	7.5	14.4	0.97	0.81
ATMOPICARDIE	85.4	79.5	5.8	13.9	0.94	0.77
BOURG-CE_ND	90.6	81.3	9.3	14.4	0.84	0.81
COPARLY	94.4	104.6	-10.2	19.4	0.62	0.8
LIGAIR	87.3	82.4	4.9	12.9	0.92	0.81
ORAMIP	100.3	90.6	9.8	18.1	0.96	0.73
QUALITAIR	109.5	112.9	-3.4	17.3	0.59	0.39
REMAPP	89	81.7	7.3	14.1	1	0.76

Tableau 2 Scores (non normalisés) du modèle AFM pour différentes AASQA en zone rurale à J+0

Les AASQA pour lesquelles Chimere présente les plus mauvais scores sont ARPAM en Franche-Comté, ASCOPARG (Grenoble), AIRLR (Languedoc-Roussillon) ainsi que QUALITAIR et Airmaraix (PACA). Dans les autres AASQA, les statistiques sont plutôt satisfaisantes, en particulier pour la façade ouest et l'Île de France.

Globalement, pour les stations périurbaines (tableau 3) et les stations urbaines (tableau 4) les indicateurs statistiques confirment cette tendance exprimant des difficultés du modèle dans certaines régions, certainement dues à une orographie complexe ou à la présence de pôles industriels très développés dont les émissions sont mal estimées.

Il est difficile de généraliser un comportement selon le type de stations, cependant il semble dans la majeure partie des cas que le biais et la RMSE pour une AASQA se dégrade lorsque l'on se rapproche des sources d'émission.

AASQA	Obs	Sim	biais	RMSE	variab	corr
AERFOM	89.3	84.3	5	15.4	0.82	0.79
AIN_SAVOIE	101.7	93.4	8.3	18.3	0.63	0.73
AIRBREIZH	84	78.1	6	13	0.86	0.8
AIRCOM	83.6	73.6	10	14.4	0.98	0.82
AIRFOBEP	115.8	112.4	3.4	17.6	0.74	0.8
AIRLOR	91.3	82.9	8.4	16.2	0.78	0.83
AIRLR	106.8	106.5	0.3	19	0.86	0.67
AIRMARAIX	114.5	114.7	-0.2	18.6	0.72	0.75
AIRNORMAND	82.6	82	0.5	10.6	0.88	0.82
AIRPARIF	85	81.8	3.1	13.2	0.91	0.84
AIRPL	88.6	86.4	2.2	11.2	1.06	0.78
AMPASEL	96.6	92	4.5	19.7	0.68	0.62
AREMALM	80.5	77.9	2.6	12.9	0.86	0.8
AREMARTOIS	82	76.9	5.1	15.8	0.78	0.75
AREMASSE	82.1	78.9	3.2	16.2	0.75	0.74
ARPAM	95.2	88.1	7	16.7	0.72	0.8
ASCOPARG	101.2	103.9	-2.8	22.3	0.47	0.6
ASPA	96.4	95.7	0.7	17	0.75	0.84
ASQAB	95.4	88.4	7	16.6	0.71	0.77
ASQUADRA	105.2	104.2	1	16.7	0.7	0.8
ATMOAUVERGNE	92.8	87.1	5.6	15.7	0.69	0.66
ATMOCA	89.5	82.3	7.2	13.7	0.89	0.83
ATMOPC	91.9	83.7	8.2	14.5	0.96	0.8
ATMOPICARDIE	85.6	81	4.6	15.5	0.82	0.77
BOURG-CE_ND	93.3	97.2	-3.8	11.8	0.78	0.88
BOURG_SUD	95.5	88	7.5	16.1	0.74	0.83
COPARLY	100	90.5	9.4	21.8	0.79	0.7
ESPOL	91.4	87	4.4	16	0.79	0.82
LIGAIR	87.8	84.9	2.9	12.3	0.84	0.82
LIMAIR	88.9	83.7	5.2	13.2	0.75	0.77
OPALAIR	85	78	7	14.8	0.98	0.71
ORAMIP	100.2	92.7	7.6	16.1	0.94	0.77
QUALITAIR	123	117.9	5.1	17.3	0.87	0.57
REMAPP	82.8	82.9	-0.2	11.7	0.83	0.83

Tableau 3 Scores (non normalisés) du modèle AFM pour différentes AASQA en zone périurbaine à J+0

Plusieurs perspectives devraient permettre encore d'améliorer les performances du modèle dans les années à venir. D'une part, la haute définition des émissions bientôt fournie par l'inventaire national spatialisé (INS) devrait doter le territoire français d'émissions plus précises que celles dont nous disposons à l'heure actuelle et conduire à accroître les performances du modèle.

D'autre part, au niveau météorologique, l'année 2008 verra l'avènement de prévisions météorologiques à très fine échelle (2-3 km) produite par le modèle méso - échelle de MétéoFrance: AROME. Les prévisions dont nous disposerons alors devraient permettre de nettement améliorer la simulation du transport des polluants dans les zones complexes telles que les régions montagneuses ou la région PACA. Cela permettra également de mieux prendre en compte certains paramètres météorologiques dans les modèles influant le devenir des polluants, comme les précipitations.

AASQA	Obs	Sim	biais	RMSE	variab	corr
AERFOM	90.1	88.3	1.8	14.8	0.8	0.83
AIN_SAVOIE	101	91.6	9.4	19.2	0.63	0.69
AIRAQ	96.7	88.1	8.6	16.3	0.98	0.76
AIRBREIZH	83.2	77	6.2	12.5	0.92	0.77
AIRCOM	84.1	74.2	9.9	16.6	0.79	0.75
AIRFOBEP	116	108.1	7.9	18.7	0.79	0.76
AIRLOR	91.9	82	9.9	16.9	0.77	0.81
AIRLR	110.3	102	8.3	18.3	0.96	0.72
AIRMARAIX	116.3	110.3	6	20.2	0.72	0.68
AIRNORMAND	81.5	81.9	-0.4	10.8	0.87	0.81
AIRPARIF	77.6	78.1	-0.5	14	0.96	0.83
AIRPL	86.8	82	4.8	12.8	0.91	0.8
AMPASEL	95.7	88	7.7	20.3	0.66	0.66
AREMALM	78.6	78	0.6	13.4	0.87	0.77
AREMARTOIS	82.5	78.7	3.8	14.2	0.81	0.79
AREMASSE	82.3	77	5.3	16.5	0.8	0.72
ARPAM	93.5	89	4.6	13.5	0.74	0.85
ASCOPARG	100.6	94.8	5.8	20.4	0.54	0.65
ASPA	95.9	90	5.9	17.4	0.77	0.85
ASQAB	95.2	87.8	7.4	17.2	0.74	0.77
ASQUADRA	104.8	102.7	2.2	16.9	0.7	0.79
ATMOAUVERGNE	92.9	85	7.9	16.4	0.68	0.67
ATMOCA	89.5	79	10.5	15.3	0.9	0.85
ATMOPC	92	77.2	14.8	19.8	1.06	0.75
ATMOPICARDIE	87.8	81.6	6.1	13.2	0.89	0.84
BOURG-CE_ND	93	81.4	11.6	17.7	0.78	0.82
COPARLY	99.8	89.1	10.7	21.4	0.85	0.69
ESPOL	91.8	67.5	24.3	30.5	1.01	0.62
LIGAIR	87.6	83.3	4.3	12.2	0.88	0.82
LIMAIR	89.4	83.2	6.2	14	0.79	0.74
ORAMIP	100.1	93	7.1	16.2	0.95	0.74
QUALITAIR	116.4	107.2	9.2	21.1	0.72	0.65
REMAPPA	82.7	79.5	3.3	13	0.81	0.82
SUPAIRE	99.8	88.1	11.7	23.5	0.74	0.66

Tableau 4 Scores (non normalisés) du modèle AFM pour différentes AASQA en zone urbaine à J+0

Au delà de ces développements qui permettront d'apporter plus de fiabilité dans la prévision du système, l'adaptation statistique (ASAFM) permet depuis 3 ans de corriger à posteriori les simulations brutes à partir des climatologies passées. Cette rectification du modèle s'applique exclusivement aux pics. Difficile d'estimer précisément cet apport au cours de l'été 2007 (tab 5) du fait de la faiblesse des pics observés, les méthodes mises en place s'appuyant sur des années pour lesquelles des événements de pollution intense s'étaient produits. Néanmoins dans la plupart des régions, l'erreur quadratique moyenne et la corrélation se trouvent sensiblement améliorées. Cette correction sera revue en 2008, avec une période d'apprentissage étendue entre 2000 et 2007, afin d'appliquer une méthode plus robuste quelque soit le niveau de pollution ambiant.

AASQA	Obs	Sim	biais	RMSE	Variab	Corr
AIRAQ	99.5	96.7	2.8	13.8	0.92	0.79
AIRBREIZH	79.3	77.6	1.7	11.7	0.95	0.75
AIRFOBEP	115.1	114.4	0.7	18.2	0.82	0.8
AIRLOR	93.7	88.9	4.8	12.7	1.02	0.85
AIRLR	112.3	119.4	-7.1	17.7	0.79	0.73
AIRMARAIX	120.4	121.4	-1	18.8	0.85	0.74
AIRNORMAND	76.2	78.3	-2.1	12.6	0.78	0.82
AIRPARIF	89.5	84.9	4.6	14.1	0.85	0.82
AIRPL	90.4	83.5	6.9	12.9	0.91	0.84
AREMALM	82	75.8	6.2	15.2	0.89	0.76
ARPAM	89.4	83.7	5.8	14.3	1	0.81
ASCOPARG	107.8	113.7	-5.9	17.8	0.74	0.66
ASPA	96	92	4	15.2	0.89	0.85
ATMOAUVERGNE	97.4	91.1	6.2	14.3	0.83	0.78
ATMOCA	86.7	82.3	4.4	13.9	0.98	0.81
ATMOPC	91.8	84.3	7.4	14.8	0.99	0.8
ATMOPICARDIE	84	79.5	4.5	13.5	0.92	0.76
BOURG-CE_ND	90.6	81.3	9.3	14.2	0.93	0.83
COPARLY	101.9	104.6	-2.6	15.1	0.73	0.84
LIGAIR	90.6	82.4	8.1	15.1	0.93	0.78
ORAMIP	99.8	90.6	9.2	17.6	0.96	0.74
QUALITAIR	126.9	112.9	14	21.7	0.67	0.45
REMAPP	85.2	81.7	3.5	11.9	0.92	0.77

Tableau 5: Scores (non normalisés) du modèle ASAFM pour différentes AASQA en zone rurale à J+0

L'INS jouera certainement un rôle important sur la qualité des prévisions de la qualité de l'air réalisées dans Prev'Air. Afin de préparer son arrivée, des études préliminaires ont été effectuées pour analyser la faisabilité d'insérer un cadastre d'émission à haute résolution dans un autre à plus large définition. (voir chap 4)

4. INSERTION D'UN CADASTRE A FINE RESOLUTION

L'évaluation des émissions est difficile car elles sont rarement mesurées directement, et une approche « bottom - up » est le plus souvent utilisée. Cette approche permet d'estimer assez précisément les émissions à partir de la connaissance des émissions globales annuelles d'un pays sur lesquelles sont appliquées des fonctions de redistribution temporelle et spatiale. L'évaluation des émissions s'avère difficile alors que la qualité de cette donnée est primordiale pour une modélisation réaliste de la qualité de l'air. Il est communément admis que cette variable fournie en entrée des modèles de prévision de la qualité de l'air est le pilote principal d'une simulation. Dans ce contexte, le travail réalisé consiste à améliorer le cadastre actuellement utilisé dans Prev'Air en insérant dans celui-ci un cadastre à plus fine résolution développé par l'association de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) Airmaraix.

Par défaut dans le système Prev'Air, les inventaires d'émission utilisés sont ceux fournis par le programme européen EMEP, couvrant l'ensemble de l'Europe à une

résolution de ½ degré. A partir de ces données standards, une méthodologie a été mise en place afin de raffiner la description spatiale des sources de polluant. Sur la base des fichiers décrivant la couverture et le type de sol (urbain, agricole, route..) à haute résolution (1 km), les émissions sont redistribuées à cette résolution puis à la résolution du domaine dans un second temps.

L'objectif ici est d'évaluer l'impact qu'aurait la prise en compte d'un cadastre plus fin sur les performances du système Prev'Air. Et à travers cette étude il s'agira de soulever les questionnements liés à l'intégration de cadastres de résolutions différentes afin de préparer l'utilisation de l'INS (Inventaire National Spatialisé).

Pour cette étude pilote, nous avons bénéficié du support d'Airmaraix qui a fourni un cadastre à 3 km de résolution sur la région PACA, découlant des travaux réalisés dans le cadre de la campagne Escompte.

4.1 SPECIFICATION DES DONNEES

Les émissions fournies sont de deux types : les émissions surfaciques (SRF) et les émissions des Grandes Sources Ponctuelles (GSP).

La catégorie des sources surfaciques couvre, d'une part, les sources fixes non incluses dans la catégorie des Grandes Sources Ponctuelles et, d'autre part, les sources mobiles en particulier la circulation urbaine.

Cette classification vise à renforcer la fiabilité des estimations et procure des informations plus appropriées à la modélisation de la qualité de l'air. En effet, pour certaines substances comme le SO₂ on observe qu'une part importante des émissions provient d'un nombre limité de sources ponctuelles.

4.2 DOMAINE ET DEFINITION

Le domaine d'émission d'Airmaraix est une grille de 279 km par 267 km sur la région PACA. La résolution spatiale est un maillage UTM (Mercator) régulier de 3km de côté. La grille de définition contient 93 mailles en X et 89 mailles en Y, soit 8277 mailles.

Les fichiers de données sont fournis par heure et par jour pour une semaine considérée comme représentative des émissions d'un mois. En ce qui concerne les émissions standards (EMEP), elles sont données pour 3 types de jour et pour les 12 mois de l'année, différenciant les jours de semaine (type1), le samedi (type 2) et le dimanche (type3).

Cette différence de définition temporelle représente un premier aspect à traiter, résolu dans le pré traitement des émissions calculant le cadastre qui alimentera la simulation réalisée par Chimere. Néanmoins, la variabilité durant la semaine ne sera pas la même selon la zone, puisque le cadastre EMEP considère uniquement 3 journées représentatives alors que Airmaraix a 5 jours d'émission différents.

Un autre problème est soulevé par la prise en compte d'un ensemble d'espèces chimiques qui diffère selon le cadastre utilisé. Le problème est résolu en dédoublant la matrice d'agrégation qui permet de passer des espèces du cadastre vers les espèces Chimere. Cette opération est essentielle pour le traitement des espèces COVNM (composées organiques volatiles non méthanique).

4.3 EMISSIONS AIRMARAIX

AIRMARAIX répartit les émissions sur la région dans 2 fichiers, l'un détaillant les émissions surfaciques et l'autre les émissions ponctuelles. Ces données sont exprimées en kg/maille/h. Une étape de conversion est nécessaire pour les exprimer en molécules/cm²/s, unité utilisée dans Chimere.

Cette étude porte sur le domaine France utilisé dans Prev'Air dénommé FRA10, à 10 km de résolution horizontale. La technique de substitution consiste à remplacer les émissions EMEP dans la région PACA par les émissions fournies par le cadastre Airmaraix (fig2).

La résolution spatiale n'étant pas la même dans le domaine Airmaraix et le domaine FRA10, les émissions Airmaraix correspondant à une même maille de FRA10 sont donc sommées.

A l'interface entre les deux cadastres, une procédure permet de relaxer les émissions, néanmoins cette partie sera à optimiser dans le cadre de l'utilisation de l'INS.

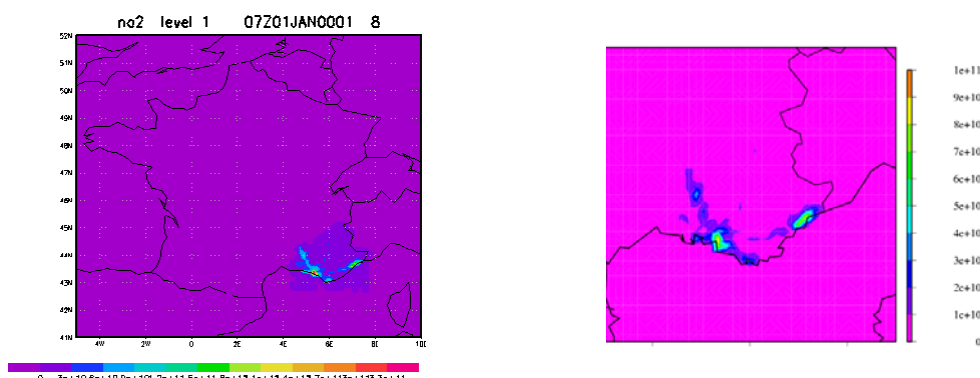


Figure 2 : Emissions de NO_x (mol/cm²/s) en août pour un jour de type 1 à 7h

Les données GSP contiennent d'une part les principales sources industrielles et d'autre part les émissions assimilées pour des raisons pratiques (localisation, caractéristiques d'émissions) aux sources ponctuelles : décharges, voies de circulation aériennes. Dans cette étude préliminaire, elles ont été ajoutées aux émissions surfaciques dans la maille correspondante. Le gain d'information sur les caractéristiques du rejet n'a donc pas été exploité au cours de cette étude.

Sur la figure 3, un exemple de concentration de NO est représenté pour la journée du 20 juillet 2003 réalisée avec les émissions EMEP à gauche et à droite avec les émissions AIRMARAIX sur la zone PACA et les émissions EMEP sur le reste du domaine FRA10. L'inventaire de PACA améliore logiquement la description du réseau routier, la localisation des rejets industriels et augmente sensiblement les concentrations dans cette zone par rapport à l'inventaire EMEP. Le rapport quantitatif sur les masses émises entre les deux inventaires est de l'ordre de 10 sur PACA.

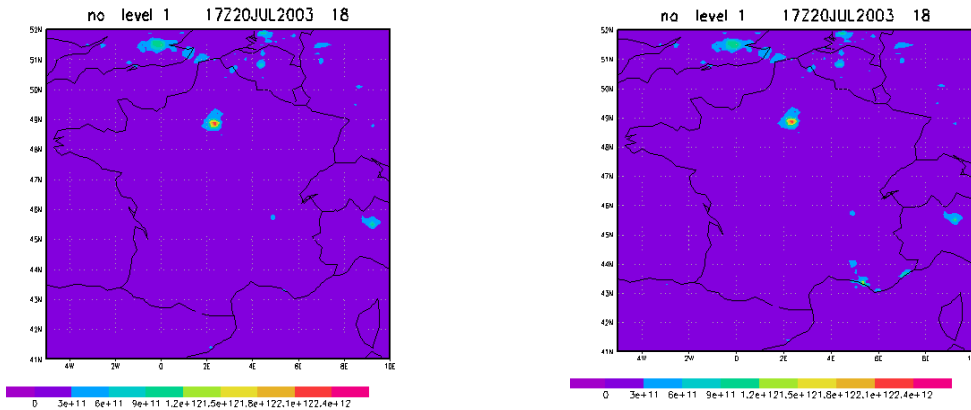


Figure 3: Concentrations de NO sur le domaine FRA10 le 20 Juillet 2003 à 18h. a) standard b) prise en compte des émissions Airmaraix

4.4 IMPACTS SUR LA PREVISION

Le modèle CHIMERE est mis en œuvre avec ce nouveau cadastre intégrant les émissions EMEP et Airmaraix. L'objectif est d'évaluer et de quantifier les impacts sur la simulation de cette intégration d'inventaires à multiples résolutions. Pour cela les résultats sont comparés avec une simulation de référence réalisée uniquement avec les émissions EMEP. Plusieurs cas d'étude ont été considérés sur l'été 2003, notamment pendant les mois de Juillet et Août, afin d'analyser la transition entre un été normal et la vague de chaleur à l'origine de teneurs en ozone très au-dessus des moyennes saisonnières.

4.4.1 CAS DE L'ETE 2003

Une première simulation pour la période du 25 juillet au 18 août 2003 a été réalisée en s'intéressant à la pollution à l'ozone sur la France. On considère d'abord la journée du 26 juillet, date à laquelle la canicule n'est pas encore installée sur la France, puis le 3 août.

On constate que les écarts entre les valeurs obtenues par les deux simulations en région PACA sont plus importants durant la canicule. On observe en effet sur la figure 4 un écart maximal de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la période du 1^{er} au 8 août. Alors que pendant la période du 25 juillet au 1^{er} août, l'écart maximal est de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

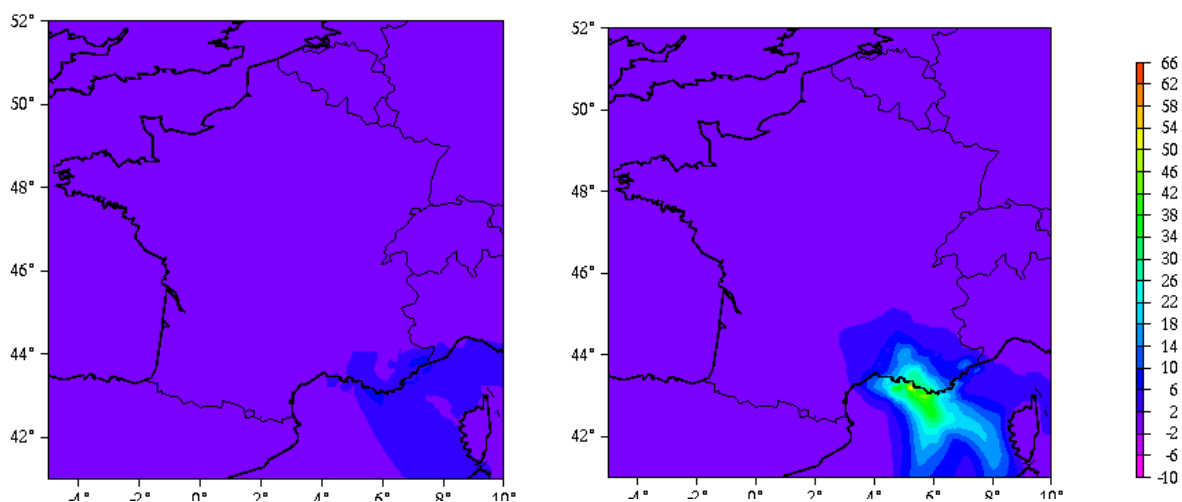


Figure 4 : Ecart des concentrations d'ozone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en surface obtenues par les deux simulations **A gauche** : entre le 25 juillet et 1^{er} août 2003 **A droite** : entre le 1^{er} et le 8 août

L'impact sur la production d'ozone de l'utilisation d'un cadastre raffiné est assez conséquent, logiquement plus important dans le cas d'une situation météorologique propice à la formation de l'ozone équivalent ici à la seconde période entre le 1^{er} et 8 août.

4.4.2 LE 26 JUILLET 2003

Sur la figure 5, on visualise les concentrations d'ozone le 26 juillet à 14h. Ces résultats ont été obtenus par deux simulations différentes, l'une prenant en compte les émissions AIRMARAIX(a), l'autre non(b).

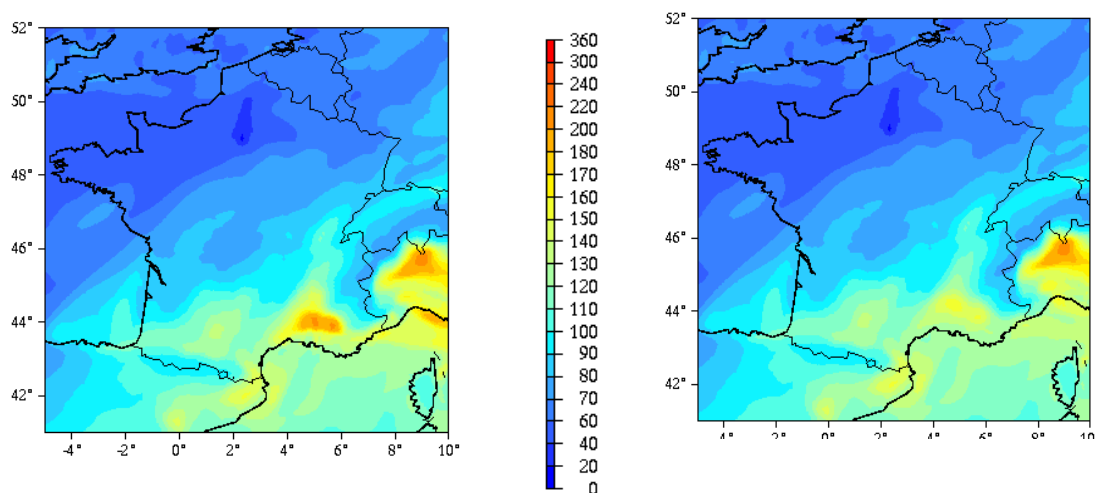


Figure 5 : Concentrations d'ozone (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en surface sur la France le 26 juillet 2003 à 14h **a**) à gauche avec les émissions EMEP/Airmaraix **b**) à droite avec les émissions standards EMEP

En dépit d'un écart moyen peu important sur cette période précédant la vague de chaleur entre les deux simulations, il y a toutefois un effet sur la production journalière d'ozone, comme l'atteste la figure 5, avec des maximums atteignant

200-220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ contre 150-160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (figure de gauche) . Pour cette journée, le maximum relevé à la station Cadarache, au cœur de la zone orangée de la figure de droite, est de 183 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainsi, le nouveau cadastre bien qu'ayant conduit à une surproduction d'ozone (surestimation de l'ordre de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) permet de capter le dépassement survenu dans la région.

En visualisant la différence entre les deux simulations à 14 heures le 26 juillet (fig.6), il est notable que l'effet est effectif à la fois sur le panache en cours de développement vers le nord sous l'effet de la brise de mer (de secteur sud), mais aussi au niveau urbain, essentiellement à Avignon et Nice, et sur les flux transfrontaliers affectant l'Italie au niveau de la baie de Gênes.

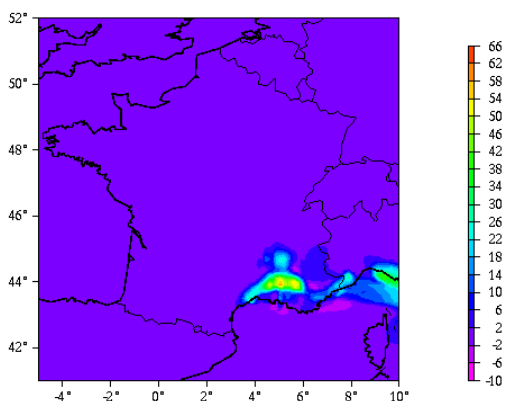


Figure 6 : Carte des écarts de la concentration d'ozone (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en surface entre les deux simulations le 26 juillet à 14h.

4.4.3 EVENEMENT INTENSE DE POLLUTION EN 2003

A partir du 2 Août, une vague de chaleur s'est installée sur la France et des pics importants de pollution à l'ozone ont été enregistrés.

Sur la figure 7, on observe les concentrations d'ozone simulées sur la France le 3 Août 2003 à 12h avec les émissions EMEP standards seules et à gauche celle avec les émissions Airmaraix.

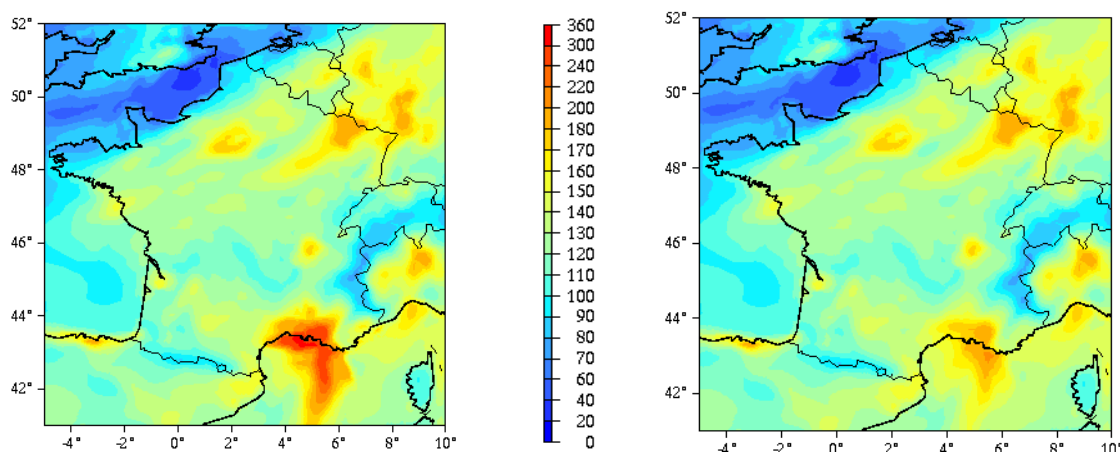


Figure7 : Concentration d'ozone(en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)en surface le 3 août 2003 à 12h. **a**) à gauche avec les émissions EMEP/AIRMARAI **b**) à droite avec les émissions standards EMEP

Le pic de pollution en ozone dans la région PACA est beaucoup plus important dans la simulation avec inventaire Airmaraix. La concentration en ozone maximale est de $212 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si seul l'inventaire EMEP est utilisé et de $378 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sinon.

Entre le 1^{er} et le 15 Août, les valeurs maximales relevées dans la région PACA ont quotidiennement dépassé $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil d'alerte européen à l'ozone¹).

On peut également noter le dépassement du seuil d'alerte français ($360 \mu\text{g}/\text{m}^3$), le 3 et 8 Août à Sausset les Pins. (avec une valeur record de $417 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

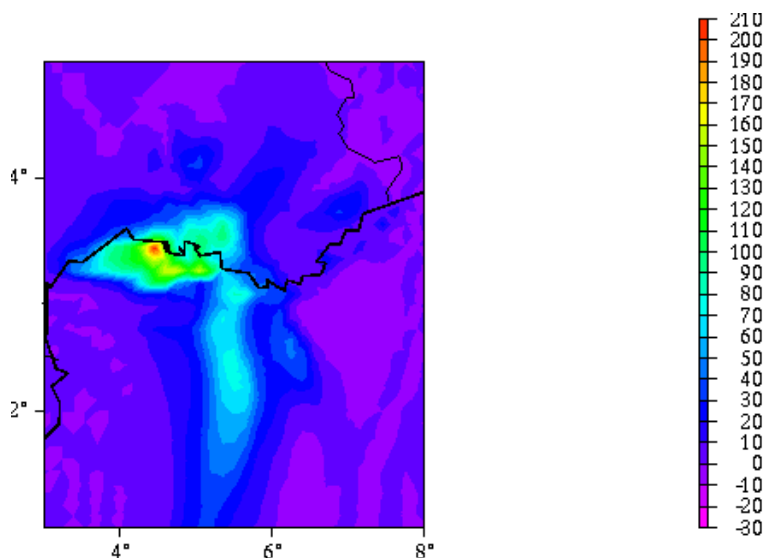


Figure 8 : Différence des concentrations d'ozone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre les deux simulations sur la région PACA le 3 Août 2003 à 12h.

Sur la figure 8, on peut voir l'écart des concentrations obtenues par les deux simulations. Le cadastre d'airmaraix peut conduire à la formation de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d'ozone supplémentaire pour le cas extrême de cette journée qui reste très exceptionnelle. Dans l'ensemble, cette intégration d'émission locale permet de mieux détecter les dépassements des seuils durant cette période, lié à l'accroissements de concentration entre 50 et $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les panaches d'ozone et de se rapprocher des valeurs observées, initialement sous-estimées avec le cadastre EMEP.

4.4.4 COMPARAISON AVEC LES VALEURS OBSERVEES

Les concentrations maximales d'ozone journalières sont considérées pour certains sites de la région PACA pour comparer les résultats des deux simulations différentes avec les observations. Cela permet de vérifier la cohérence des résultats obtenus par simulation.

5 sites ruraux ont été sélectionnés : Cadarache, Saze, Plan d'Aups, Mourre - Nègre et Stes Maries/Mer.

¹ Le décret 2002-213 du 15 février 2002 fixe les seuils d'information et d'alerte et remplace les valeurs fixées par le décret 98-360 du 6 mai 1998.

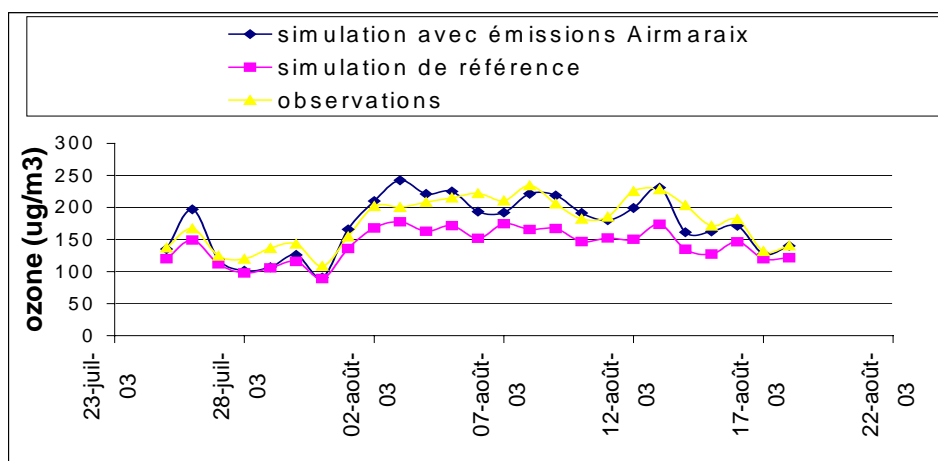


Figure 9 : Evolutions des pics d’ozone journaliers ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) moyennés sur les 5 sites ruraux entre le 25 juillet et 18 août 2003.

Sur la figure 9, on compare les observations et les résultats des deux simulations moyenné sur les cinq sites. La simulation avec les émissions Airmaraix est plus proche des observations en général.

Il faut également souligner que des surestimations inquiétantes d’ozone peuvent être induits par ce cadastre, légères le 26/07 (autour de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), beaucoup plus marquées le 4/08 (environ $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Néanmoins, d’un point de vue général, le cadastre apporte indéniablement un plus dans la qualité de la simulation sur ces pics extrêmes rencontrés en 2003.

On a considéré également l’évolution de la concentration horaire d’ozone sur ces 5 sites. La figure 10 représente le cycle diurne global observé sur la période du 25 juillet au 18 août 2003 pour ces cinq stations. Il n’y a pas de changement majeur dans le profil temporel, avec une concordance très correcte entre les simulations et les observations. L’impact de l’intégration des émissions airmaraix dans le cadastre EMEP est une augmentation des concentrations et permet d’ajuster la simulation sur les observations.

A souligner cependant, que demeure un léger décalage temporel entre simulation et observation au niveau du point d’inflexion matinal marquant le début de l’activité photochimique.

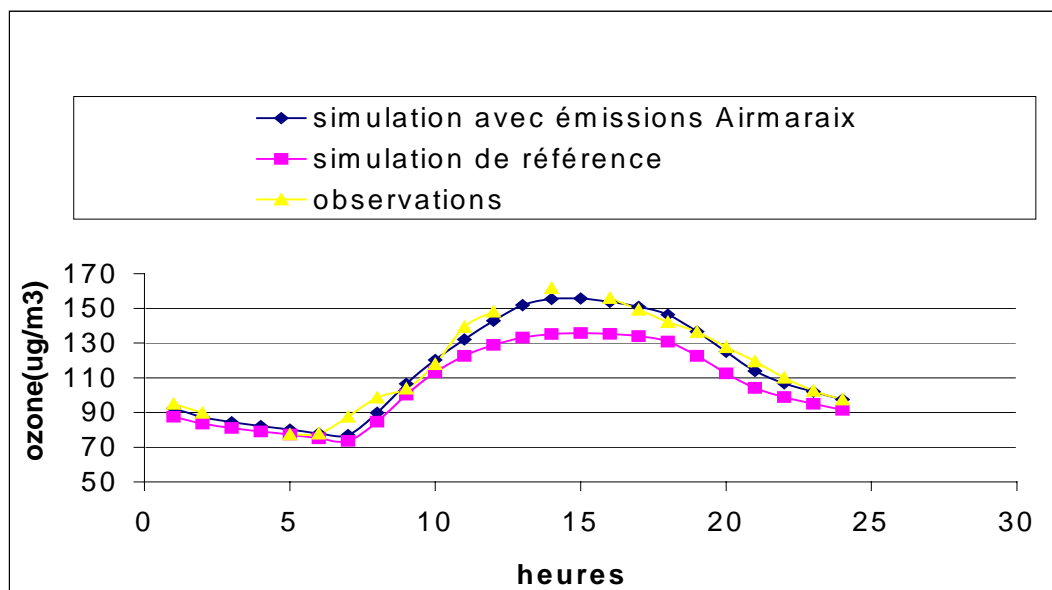


Figure 10 : Cycle diurne des concentrations moyennées sur 5 sites ruraux

4.5 CONCLUSIONS ET QUESTIONNEMENT

4.5.1 CONCLUSIONS

L'introduction du cadastre d'émissions Airmaraix dans le modèle Chimère a eu un impact significatif sur la simulation de l'ozone et en particulier sur les maxima. En effet les écarts de concentrations en ozone obtenus avec et sans intégration du cadastre régional existent et sont même importants lors de la canicule (1 au 15 août 2003). La prise en compte des émissions d'Airmaraix améliore considérablement les performances du modèle durant cette période sur les stations rurales en rehaussant en moyenne d'une cinquantaine de microgrammes les concentrations maximales journalières d'ozone obtenues avec l'inventaire d'émission EMEP seul.

4.5.2 QUESTIONNEMENT

Cette étude préliminaire est loin d'être exhaustive, et nécessiterait d'être approfondie notamment au regard des autres polluants. Il serait aussi intéressant d'élargir la fenêtre d'étude sur une période plus longue afin de quantifier les effets de cette imbrication de cadastre sur les concentrations de fond et pas uniquement sur des épisodes extrêmes comme cela a été réalisé ici.

Concernant la méthodologie et dans le cas d'une imbrication multiple (ce qui aurait pu être le cas avec l'inventaire d'Atmo – Rhône - Alpes), plusieurs questions se posent:

Quelle est l'importance d'une cohérence ou compatibilité des cadastres les uns avec les autres?

Quelle méthode utiliser aux frontières des cadastres pour assurer une transition et garder une cohésion globale ?

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact sur l'ozone et les performances de Prev'Air liés à l'insertion d'un cadastre à fine résolution dans une région complexe où initialement la prévision de la qualité de l'air est ardue. A l'avenir, il sera nécessaire de répondre à l'ensemble des questions soulevées afin d'optimiser l'insertion de l'Inventaire National Spatialisé (INS), qui n'existera qu'en France à une résolution de 1km. En effet, les émissions européennes seront toujours fournies par EMEP ou d'autres inventaires.

5. NOUVELLE CHAÎNE DE CALCUL AVEC FORÇAGE METEOROLOGIQUE ARPEGE

Cet été, une nouvelle chaîne de calcul a été mise en place afin de tester les prévisions MétéoFrance fournies par le modèle météorologique ARPEGE. Ces données numériques sont calculées avec une résolution de 0.5° par 0.5° au dessus de l'Europe. La même structure a été conservée que dans la chaîne opérationnelle (alimentée par les prévisions américaines fournies par le modèle GFS) avec l'intervention du modèle méso - échelle MM5 en amont de l'utilisation de Chimere. La dernière prévision Arpège est rapatriée à l'Ineris vers 4h du matin au travers d'un seul fichier comprenant l'ensemble des échéances nécessaires au calcul. Le modèle est lancé immédiatement après, et achève sa prévision vers 11h à J+0.

Pour la saison 2008, il est doré et déjà prévu de se baser sur la prévision météorologique de la veille à midi, afin de pouvoir mettre en œuvre cette version également en opérationnel durant la nuit.

	AFMA	AFM
OBS J-1	89.5	89.5
OBS J+0	89.5	89.5
OBS J+1	89.3	89.3
OBS J+2	89	89
SIM J-1	94.9	92.1
SIM J+0	94.9	91.9
SIM J+1	95.1	91.6
SIM J+2	94.6	90.3
BIAS J-1	10	6.4
BIAS J+0	9.9	6
BIAS J+1	10.7	6.3
BIAS J+2	10.7	5.5
RMSE J-1	22.5	19.5
RMSE J+0	22.2	19.5
RMSE J+1	23.3	21.5
RMSE J+2	25	22
CORR J-1	0.82	0.84
CORR J+0	0.82	0.83
CORR J+1	0.82	0.81
CORR J+2	0.78	0.78

Tableau 6: Scores globaux concernant les pics d'ozone (stations rurales) de Chimere sur le domaine France forcé par Arpege (AFMA) ou GFS (AFM)

AASQA	Sim	Obs	biais	RMSE	Variab	Corr	Sim	Obs	biais	RMSE	Variab	Corr
AIRAQ	95.1	94.1	1.1	13.5	0.82	0.76	96.6	94.1	2.5	15	0.73	0.7
AIRBREIZH	84.1	76.1	8	14.1	0.89	0.66	85.6	76.1	9.5	13.4	0.77	0.77
AIRFOBEP	111.3	111.7	-0.4	19	0.75	0.78	112.8	111.7	1.1	18	0.72	0.81
AIRLOR	89.6	86.3	3.4	12.2	0.87	0.8	93.6	86.3	7.3	13.4	0.81	0.81
AIRLR	106.9	113	-6.2	16.8	0.7	0.69	105.6	113	-7.4	17.5	0.7	0.68
AIRMARAIX	113.6	122.6	-9.1	20.9	0.75	0.77	115.5	122.6	-7.2	18.5	0.71	0.83
AIRNORMAND	81.1	74.6	6.5	11.7	0.82	0.84	83.6	74.6	9	13.8	0.88	0.81
AIRPARIF	84.1	80.7	3.4	12.1	0.89	0.83	89.2	80.7	8.4	14.6	0.87	0.82
AIRPL	89.3	82.2	7	12.1	0.81	0.86	90.7	82.2	8.5	13.1	0.82	0.86
AREMALM	76.5	69.8	6.6	14.3	0.75	0.81	81.2	69.8	11.4	17.4	0.83	0.79
ARPAM	93.5	80.4	13.1	19.4	0.68	0.71	94.9	80.4	14.4	21.2	0.69	0.65
ASCOPARG	101.8	107.8	-5.9	16.8	0.67	0.69	103	107.8	-4.7	15.9	0.68	0.71
ASPA	90	85.6	4.5	15.6	0.76	0.8	95	85.6	9.5	17.3	0.75	0.81
ATMOAUVERGNE	90.2	88.5	1.7	14.7	0.62	0.72	92.1	88.5	3.6	14.8	0.64	0.73
ATMOCA	81.2	78.7	2.5	11.3	0.76	0.8	86	78.7	7.3	13.6	0.81	0.79
ATMOPC	89.8	83.1	6.7	12.8	0.76	0.85	91.5	83.1	8.4	14.7	0.77	0.81
ATMOPICARDIE	82.3	75.4	6.9	12.4	0.86	0.79	86.5	75.4	11	16.1	0.96	0.75
BOURG-CE_ND	88.2	78.5	9.6	13.9	0.9	0.81	90.6	78.5	12	15.7	0.83	0.8
COPARLY	91.4	99.6	-8.3	18.3	0.63	0.77	93.7	99.6	-6	16.4	0.63	0.81
LIGAIR	84.2	79.4	4.8	11.6	0.86	0.78	89.1	79.4	9.7	15.2	0.86	0.72
ORAMIP	96.8	91.2	5.6	14.3	0.82	0.79	98.7	91.2	7.5	16.3	0.81	0.74
QUALITAIR	107.6	117	-9.5	18	0.62	0.62	110.1	117	-6.9	16.4	0.65	0.65
REMAPP	86.9	81.2	5.7	11.4	0.8	0.79	88.3	81.2	7.2	13.2	0.84	0.74

Tableau 7: Comparaison AASQA par AASQA des scores AFM et AFMA en zone rurale pour les pics d'ozone en surface à J+0.

D'un point de vue général (Tab 6), le forçage GFS semble apporter de meilleurs résultats. Si les différences affichées par les corrélations sont peu prononcées, il n'en va pas de même pour le biais et la RMSE, plus importants dans le cas d'un forçage via Arpege que via GFS.

L'étude par AASQA proposée dans le tableau 7 fait apparaître une certaine complémentarité. Si globalement le forçage avec GFS est meilleur, dans certaines régions reconnues pour être des zones où les performances des prévisions Chimere-GFS sont perfectibles, telle que PACA ou Rhones-Alpes, le couplage Arpege donne des résultats un peu meilleurs quasiment pour tous les scores analysés.

L'objectif futur sera de tirer partie des avantages lors diverses configurations de modèles incluses dans le système Prev'Air pour construire un produit plus robuste que la simulation de base. Cela conduira à développer une méthode d'hybridation permettant d'affecter plus ou moins de poids à une prévision type Chimere-GFS, Mocage ou Chimere-Arpege dans une région donnée. Un premier exercice très simple a été d'appliquer le même poids aux différents modèles et de vérifier si cette opération basique consistant à moyenniser les simulations Mocage, Chimere-GFS et Chimere-Arpege conduit à de meilleurs résultats que la simulation brute voire que la simulation avec adaptation statistique.

	AFM			ASAFM			ENS			ENS1		
	RUR	PERI	URB	RUR	PERI	URB	RUR	PERI	URB	RUR	PERI	URB
OBS J+0	89.2	85.9	83.2	89.2	85.9	83.2	89.2	85.9	83.2	89.2	85.9	83.2
OBS J+1	89.1	85.8	83.1	89.1	85.8	83.1	89.1	85.8	83.1	89.1	85.8	83.1
OBS J+2	89.1	85.8	83.1	89.1	85.8	83.1	89.1	85.8	83.1	89.1	85.8	83.1
SIM J+0	91.7	91.2	91	93.3	90.4	90.3	91.2	90.3	90.3	99	98.1	98.3
SIM J+1	91.3	90.7	90.6	93	89.9	90	91.4	90.6	90.5	99.6	99	99.1
SIM J+2	90.3	89.6	89.7	91.7	88.5	88.7	91.1	90.2	90.2	100.2	99.2	99.5
BIAS J+0	6.4	10.7	13.7	7.5	8.9	12.3	5.9	9.7	13	15.1	19.4	23.4
BIAS J+1	6.3	10.5	13.6	7.4	8.8	12.3	6.4	10.5	13.6	16.1	20.8	24.5
BIAS J+2	5.4	9.5	12.6	6.1	7.2	10.8	6.2	10.1	13.4	16.9	21.2	25.2
RMSE J+0	20.2	26.6	28.9	19.5	24.3	26.5	19.5	25.3	27.6	26.3	33.1	37
RMSE J+1	21.4	27.6	29.5	21	25.4	27.4	20.8	26.8	28.7	28.3	35.2	38.6
RMSE J+2	21.7	27.7	29.6	20.7	25.1	26.9	20.9	26.8	29	28.8	35.4	39.6
CORR J+0	0.83	0.82	0.8	0.86	0.83	0.82	0.86	0.84	0.82	0.82	0.81	0.79
CORR J+1	0.82	0.8	0.78	0.84	0.81	0.8	0.85	0.82	0.81	0.81	0.79	0.78
CORR J+2	0.78	0.77	0.76	0.82	0.8	0.79	0.83	0.81	0.79	0.79	0.78	0.76

Tableau 8: Scores sur la période 20/07/2007 au 30/09/2007 pour les pics d'ozone journaliers calculés pour CHIMERE brute, avec adaptation statistique, une moyenne des pics prévus par AFM+AFMA+MOCAF (ENS) et le pic maximum prévu par ces trois simulations (ENS1)

Les deux prévisions ASAFM (simulation sur le domaine France avec adaptation statistique) et ENS (moyenne des pics AFM, AFMA et MOCAF (Mocage France)), (tab 8) sont très proches et de meilleure qualité que la simulation brute ou l'ensemble construit à partir du maximum des pics journaliers extraits de AFM, AFMA et MOCAF. La moyenne AFM+AFMA+MOCAF présente également un biais un peu moins important que l'adaptation statistique.

Une approche régionale (tableaux en annexe 1) souligne des performances légèrement meilleures pour ENS, notamment pour les régions difficiles comme PACA ou le couloir rhodanien, mais également dans des régions où la simulation de base est déjà performante telle que le bassin parisien.

Cette étude préliminaire met donc en avant les capacités d'améliorer la prévision des niveaux d'ozone en ayant recours à un produit basé sur une hybridation adaptée des simulations brutes impliquées dans Prev'Air actuellement.

6. INDICES REGIONAUX DE DEPASSEMENT DES SEUILS D'ALERTE

L'objectif des « indices régionaux PREV'AIR » est de quantifier la pertinence du système PREV'AIR de façon synthétique et en rapport avec ses objectifs concernant l'information sur les dépassements de seuil généralisés à plusieurs régions (France Télévision).

L'approche se base sur l'ensemble des informations de prévision disponibles sur la plate-forme: Les prévisions déterministes; prévisions avec adaptations statistiques; observations (persistance), ...

Elle inclut un volet statistique visant à s'affranchir des biais systématiques des différentes sources d'information concernant la prévision de dépassement de seuil. Le critère de dépassement est basé sur des seuils ajustés :

a-) par région, b-) par type de prévision, c-) par ensemble de prévisions.

France avec adaptation statistique (ASAFM), MOCAGE PREVAIR France (MOCAF), MOCAGE PREVAIR Europe (MOCAE).

Cette méthode vient fiabiliser un peu plus la qualité des alertes prononcées par le prévisionniste comme le montrent les différents tableaux de contingence pour 4 régions critiques pour les modèles

Alsace

10 dépassements obs sur 70 jours.	D	ND	FA
CHIMF	9	1	2
MOCAF	10	0	13
Les 2 SANS PERSIS	9	1	1
Les 2 AVEC PERSIS	10	0	1

PACA

33 dépassements obs sur 82 jours.	D	ND	FA
CHIMF	29	4	3
MOCAF	25	8	6
Les 2 SANS PERSIS	29	4	3
Les 2 AVEC PERSIS	29	4	2

D: Détecté ; **ND** Non détecté; **FA** Fausse alerte.

Rhône-Alpes

16 dépassements obs sur 82 jours.	D	ND	FA
CHIMF	14	2	7
MOCAF	13	3	8
Les 2 SANS PERSIS	14	2	6
Les 2 AVEC PERSIS	14	2	4

Ile de France

9 dépassements obs sur 82 jours.	D	ND	FA
CHIMF	8	1	4
MOCAF	8	1	13
CHIMF AVEC PERSIS	7	2	0
MOCAF AVEC PERSIS	8	1	1
Les 2 SANS PERSIS	8	1	4
Les 2 AVEC PERSIS	8	1	0

Dans l'ensemble, les prévisions sont améliorées, surtout lorsque la persistance est prise en compte. Cette amélioration se traduit notamment par la diminution du nombre de fausses alertes.

Cette première étude présente des résultats prometteurs. Elle sera poursuivie en 2008 afin notamment d'évaluer le bénéfice sur une période indépendante de la période d'apprentissage, qui devra être plus longue.

Un point fort de ce nouvel outil est sa possible utilisation dans un contexte de type opérationnel, considérant:

- le faible coût de la méthode ;
- la flexibilité par rapport au nombre de prévisions considérées (plus on a d'informations, plus on gagne par rapport au critère de détection, d'où l'intérêt a priori d'ajouter aux informations considérées les indices ATMO prévus par les AASQA, sans travail supplémentaire).

En somme, cela ouvre la voie à une convergence des prévisions nationales et locales.

L'objectif final est d'apporter une aide à la décision du déclenchement des alertes « nationales », et de fiabiliser de façon synthétique la capacité du système à répondre aux besoins de prévision des dépassements de seuils à l'échelle nationale.

7. BILAN DES ACTIONS D'ASSISTANCE AUX UTILISATEURS

7.1 COMPTES UTILISATEURS

Le tableau ci-dessous contient la liste des nouveaux utilisateurs du système PREV'AIR au 30/12/2007, au nombre de 8 (et bientôt 9 avec une nouvelle université italienne). Parmi ceux-ci, une nouvelle AASQA, Madinair de la Martinique à qui nous fournissons des extractions des prévisions globales de Mocage, et également un autre nouveau compte pour Atmo Paca regroupement de plusieurs AASQA de la région Paca. Un compte a été ouvert pour le projet européen Promote afin de réaliser des prévisions d'ensemble au niveau Européen incluant les prévisions Prev'Air. Un compte est dédié à la société Novax pour la diffusion des cartes d'ozone sur des écrans plasma postés dans des pharmacies.

Nouveau COMPTE UTILISATEUR
ARPA CAMPANIA
ARPAC
ARPALAZIO
ATMOPACA
MADININAIR
NOVAX
NUMTECH
PROMOTE

7.2 EXTRACTION DES DONNEES

Grâce à la nouvelle version de Chimère mise en place avant l'été 2007, nous avons pu mettre à disposition des fichiers d'extraction comprenant les espèces gazeuses et particulaires calculées par le modèle sur la France à 10km de résolution (AFM). Ces nouveaux fichiers ont définitivement remplacés les anciennes extractions provenant du modèle CFM (Chimie gazeuse uniquement au dessus de la France) depuis le 10 juillet.

Les AASQA ont été consultées pour répertorier leurs besoins et leur fournir si elles en expriment le souhait des données extraites des champs Mocage ou de nos post traitements (Analyse et adaptation statistique).

A compter de l'été dernier, les extractions peuvent également être fournies au format netcdf, sur demande de l'AASQA, le format binaire restant pour le moment disponible.

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Scores des pics journaliers ASAFM et ENS	1
Annexe 2	Scores Chimere et Mocage	7

**ANNEXE 1: SCORES DES PICS JOURNALIERS ASAFM ET ENS
(MOYENNE DES PREVISIONS CHIMERE-GFS, CHIMERE-ARPEGE ET MOCAGE) SUR LA
PERIODE 20/07/2007 AU 30/09/2007**

STATIONS RURALES

AASQA	Sim	Obs	biais	RMSE	Variab	Corr
AIRAQ	92.8	94.4	-1.6	14.6	0.68	0.7
AIRBREIZH	79.1	76.1	3	10.2	0.7	0.75
AIRFOBEP	112.9	111.5	1.4	15.8	0.74	0.86
AIRLOR	89.5	85.5	4.1	11.3	0.71	0.86
AIRLR	104.7	112.8	-8.1	17.1	0.61	0.72
AIRMARAIX	117.9	123	-5.1	17.3	0.76	0.83
AIRNORMAND	78	74.7	3.3	10.1	0.72	0.85
AIRPARIF	84.1	80.3	3.8	11.3	0.77	0.87
AIRPL	86.4	82.4	4	10.1	0.75	0.88
AREMALM	75.3	69.5	5.8	13.8	0.66	0.85
ARPAM	91.3	79.7	11.6	18.5	0.61	0.72
ASCOPARG	98.6	107.8	-9.3	17.4	0.64	0.73
ASPA	89.4	84.5	4.9	15.8	0.6	0.85
ATMOAUVERGNE	87.8	88.1	-0.3	14.2	0.57	0.75
ATMOCA	80.5	78.2	2.3	11.3	0.68	0.83
ATMOPC	88	83.3	4.7	11.3	0.7	0.88
ATMOPICARDIE	80.1	75.2	4.9	11.5	0.78	0.81
BOURG-CE_ND	88.2	78	10.2	14.2	0.76	0.82
COPARLY	90.1	99.2	-9	17.7	0.59	0.82
LIGAIR	84.8	79	5.8	12.3	0.77	0.77
ORAMIP	96.4	91.2	5.3	14	0.74	0.79
QUALITAIR	114.7	117.2	-2.4	13.9	0.64	0.7
REMAPPa	83.4	80.8	2.6	10.2	0.69	0.82

Scores ENS

AASQA	Sim	Obs	biais	RMSE	Variab	Corr
AIRAQ	98.2	94.4	3.8	13.3	0.91	0.79
AIRBREIZH	79.5	76.1	3.4	11.7	0.89	0.69
AIRFOBEP	112.6	111.5	1.1	16.9	0.88	0.83
AIRLOR	89.3	85.5	3.8	11.9	1.01	0.84
AIRLR	106.3	112.8	-6.4	15.9	0.81	0.74
AIRMARAIX	119.4	123	-3.6	19.9	0.92	0.77
AIRNORMAND	73.9	74.7	-0.8	8.5	0.82	0.88
AIRPARIF	86.4	80.3	6.1	12.8	0.82	0.85
AIRPL	89.3	82.4	6.9	12.2	0.82	0.85
AREMALM	78.3	69.5	8.8	15.2	0.75	0.83
ARPAM	85.3	79.7	5.7	15.1	1.01	0.77
ASCOPARG	104.4	107.8	-3.4	14.9	0.78	0.74
ASPA	90.7	84.5	6.2	15	0.86	0.85
ATMOAUVERGNE	94	88.1	5.9	14	0.79	0.79
ATMOCA	81	78.2	2.9	11.1	0.92	0.83
ATMOPC	89.4	83.3	6	12.5	0.79	0.85
ATMOPICARDIE	80.7	75.2	5.5	11.6	0.84	0.81
BOURG-CE_ND	86.9	78	8.8	13.1	0.98	0.84
COPARLY	97.8	99.2	-1.3	14.4	0.76	0.82
LIGAIR	86.7	79	7.6	13.1	0.85	0.78
ORAMIP	96.1	91.2	4.9	13.8	0.85	0.8
QUALITAIR	124.1	117.2	7	17	0.75	0.6
REMAPPa	83	80.8	2.2	10	0.76	0.82

Scores ASAFM

ANNEXE 2 : SCORES MOCAGE ET CHIMERE

Cartes de scores sur la période stations par stations

Les scores sont établis sur l'ensemble de la période du 15/06 au 15/09/2007. L'unité est le $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Séries des valeurs horaires

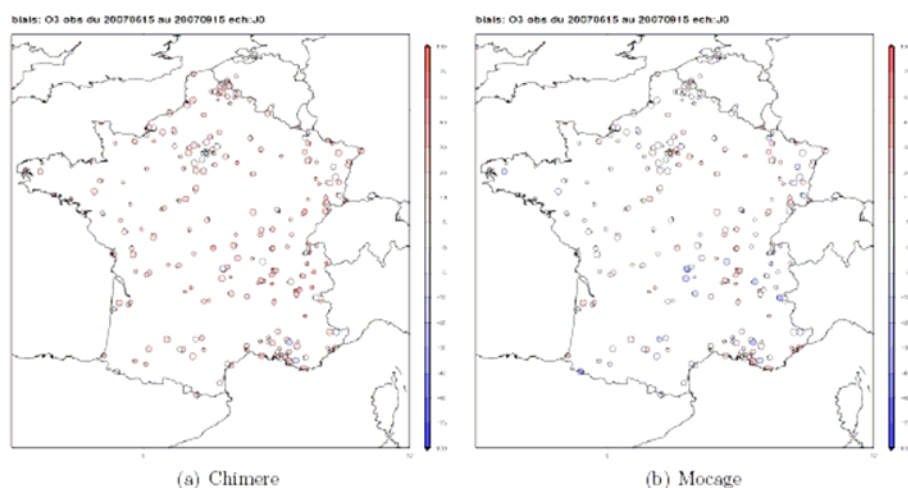


FIG. 1.1 – *Biais des séries horaires Chimere vs Mocage.*

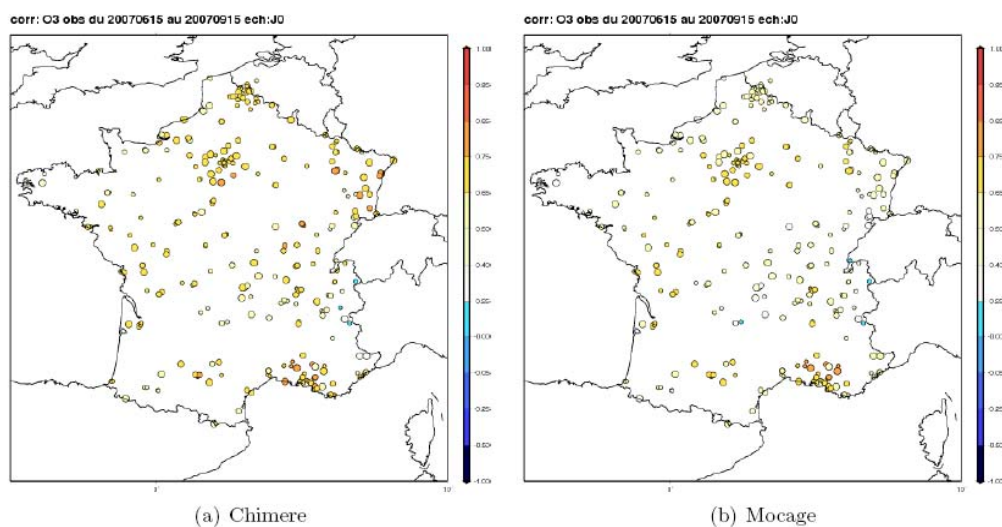
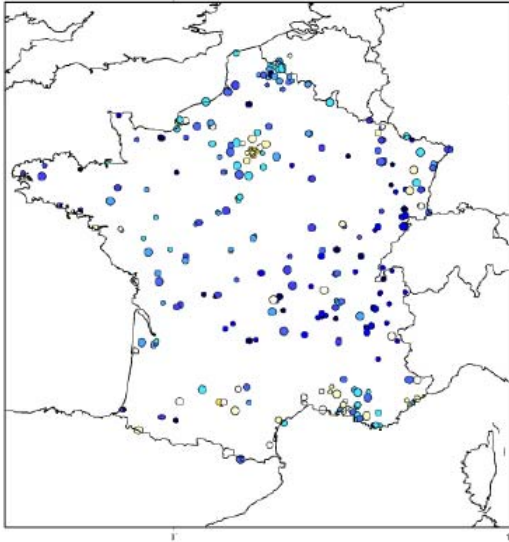


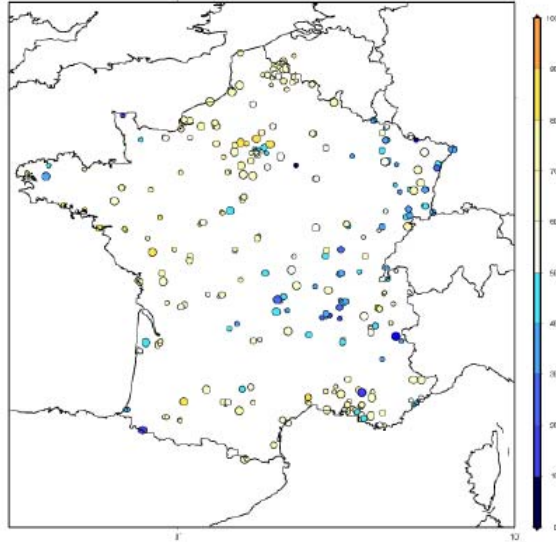
FIG. 1.2 – *Corrélation des séries horaires Chimere vs Mocage.*

fom: O3 obs du 20070615 au 20070915 ech:J0



(a) Chimere

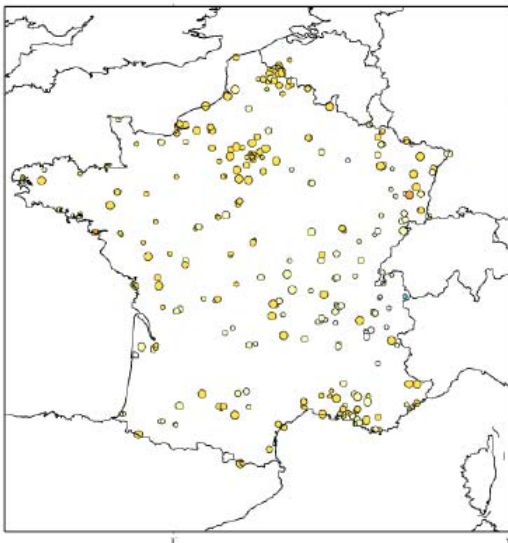
fom: O3 obs du 20070615 au 20070915 ech:J0



(b) Mocage

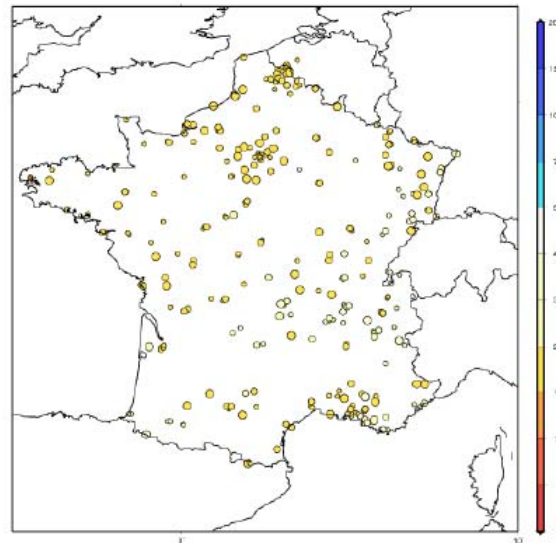
FIG. 1.3 – FOM des séries horaires Chimere vs Mocage.

rmse: O3 obs du 20070615 au 20070915 ech:J0



(a) Chimere

rmse: O3 obs du 20070615 au 20070915 ech:J0



(b) Mocage

FIG. 1.4 – RMSE des séries horaires Chimere vs Mocage.

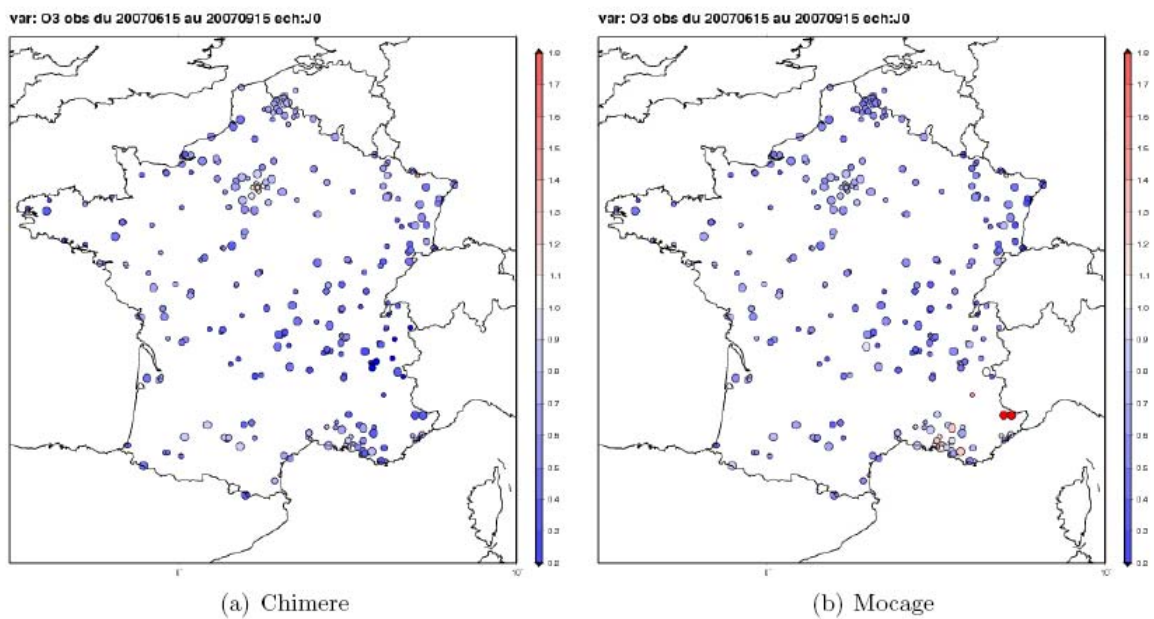


FIG. 1.5 – Rapport des variances des séries horaires Chimere vs Mocage.

Séries des pics journaliers

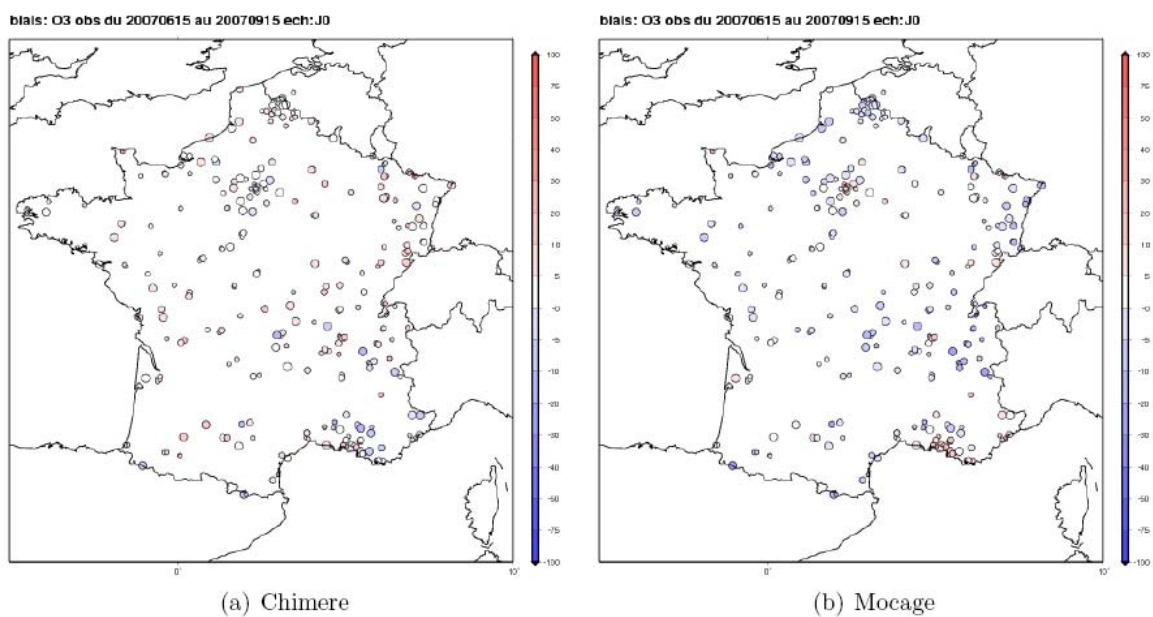


FIG. 1.6 – Biais des séries des pics journaliers Chimere vs Mocage.

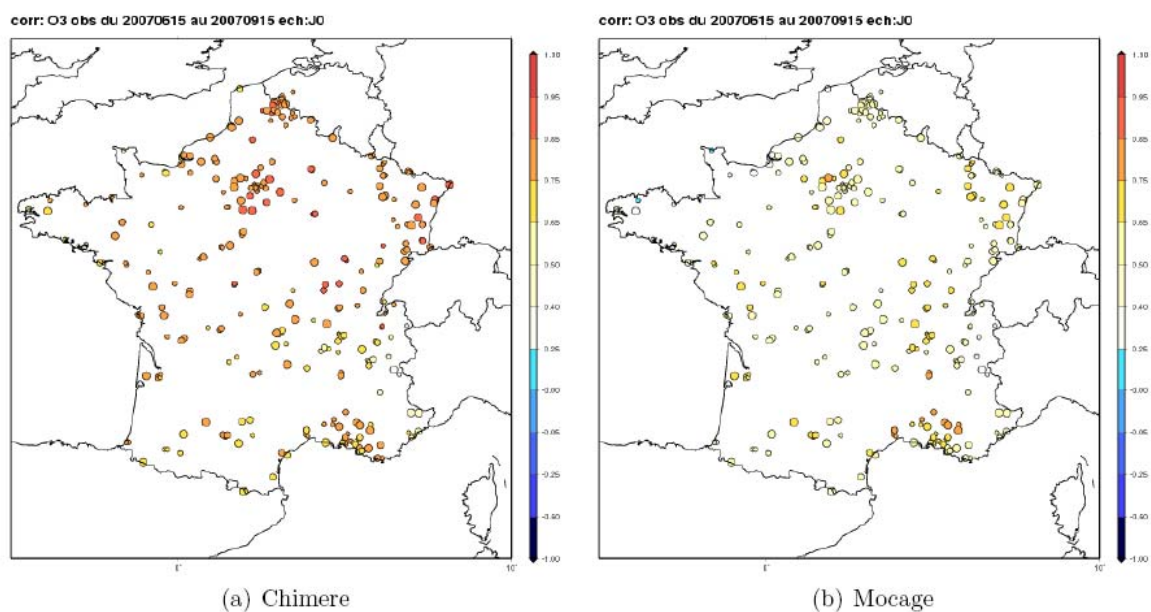


FIG. 1.7 – Corrélation des séries des pics journaliers Chimere vs Mocage.

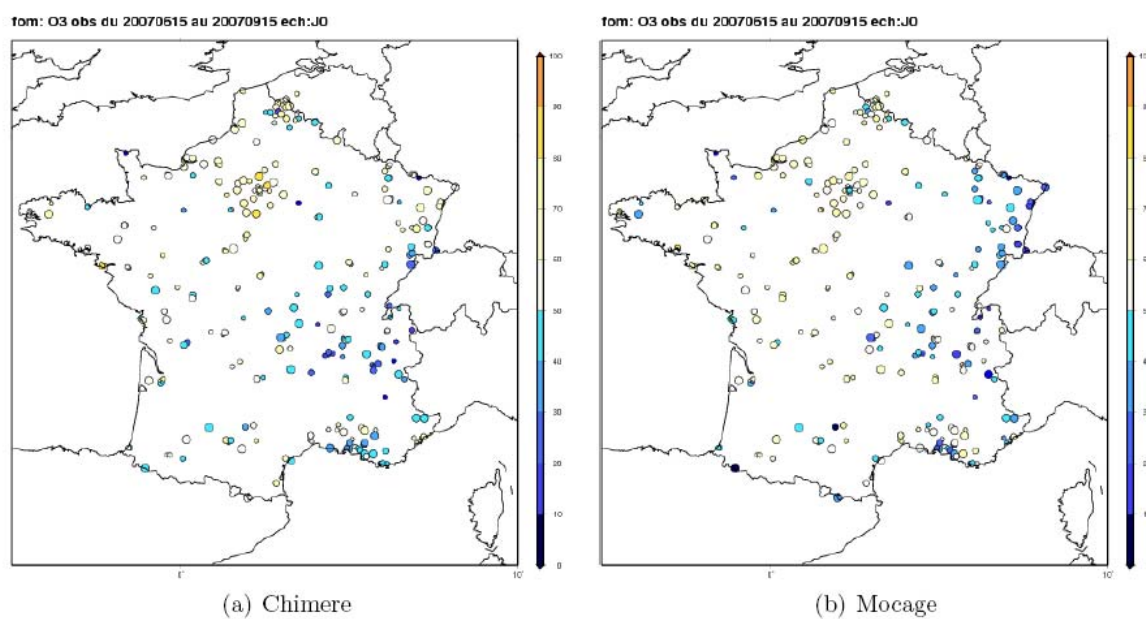
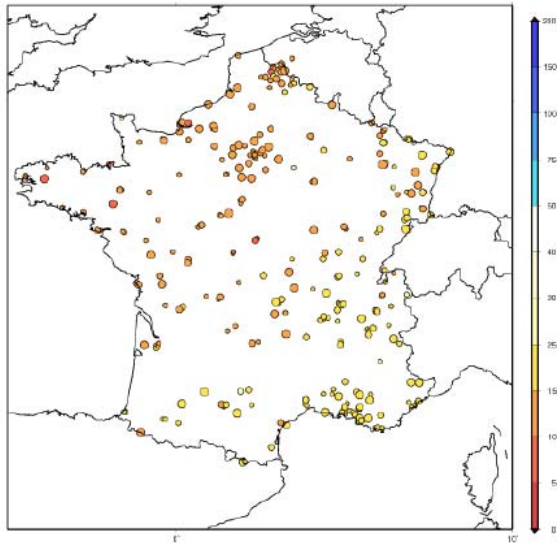


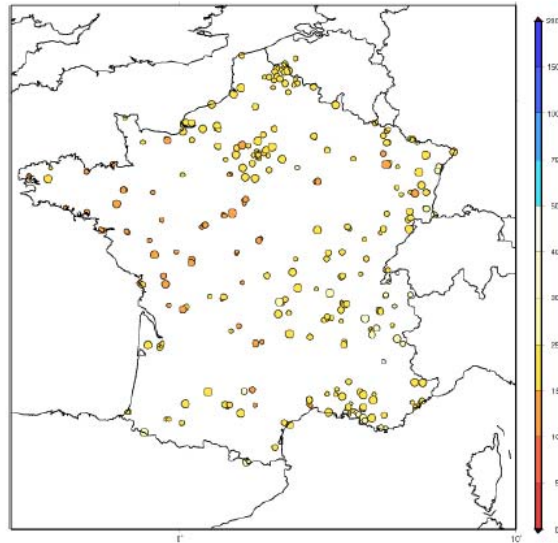
FIG. 1.8 – FOM des séries des pics journaliers Chimere vs Mocage.

rmse: O3 obs du 20070615 au 20070915 ech:J0



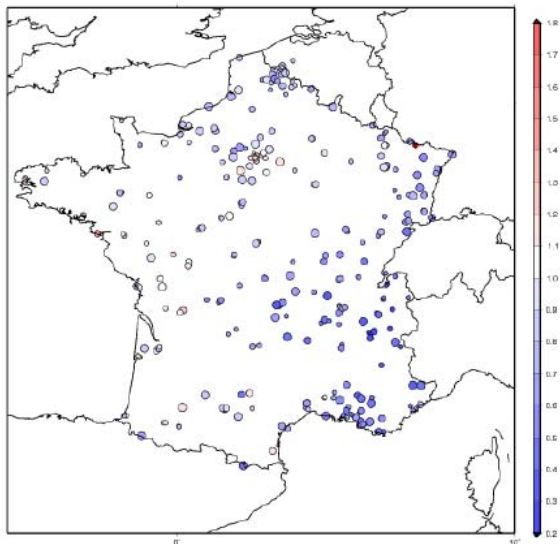
(a) Chimere

rmse: O3 obs du 20070615 au 20070915 ech:J0



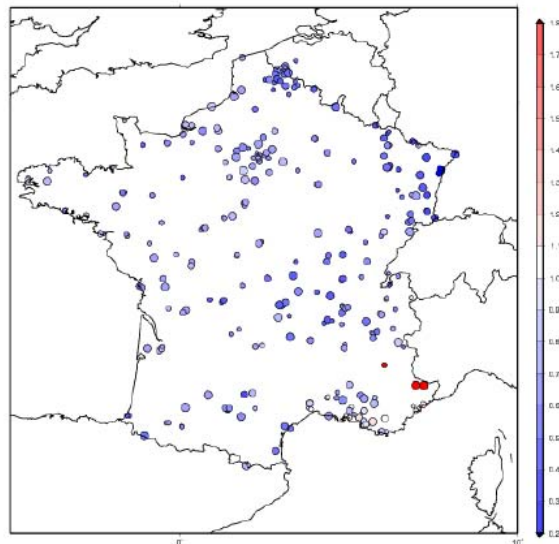
(b) Mocage

var: O3 obs du 20070615 au 20070915 ech:J0



(a) Chimere

var: O3 obs du 20070615 au 20070915 ech:J0



(b) Mocage

FIG. 1.10 – Rapport des variances des séries des pics journaliers Chimere vs Mocage.

Histogramme

Les histogrammes permettent d'accéder aux caractéristiques des distributions : à la fois au comportement moyen, mais également aux extrêmes (queues hautes et basses des distributions). Les classes sont des intervalles réguliers par pas de $10 \mu\text{g.m}^{-3}$. Ils sont accompagnés du nombre de données avec lesquels ils ont été calculés ainsi que de différents scores : biais, corrélation, FOM (Figure Of Merit : de -100 à 100, plus il est grand, plus le recouvrement des 2 distributions est grand) et RMSE.

On retrouve ici les mêmes caractéristiques vues précédemment pour les différences entre les deux modèles : Chimère est plus performant sur la série des pics pour le comportement général et Mocage est plus performant sur les séries horaires et les séries des amplitudes (à l'exception notable d'AIRPARIF qui sort vraiment du lot) ainsi que pour reproduire l'ensemble des comportements rencontrés (cad il reproduit de façon plus satisfaisante les extrema des distributions).

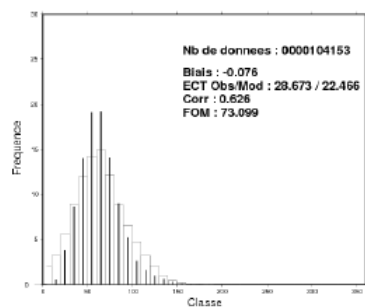
On retrouve également les régions pour lesquelles les 2 modèles ont des difficultés outre Rhône-Alpes sur laquelle ils achopent tous les deux : la région Nord-Est pour Mocage ainsi que la région PACA pour la distribution des pics ; le Nord et la façade atlantique pour Chimère, et le Nord-Est mais dans une moindre mesure puisque la série des pics est bonne (mais la FOM pour les séries horaires et l'amplitude non).

D'une manière générale, pour ces 3 paramètres, Chimère a tendance à moins bien reproduire les extrêmes (à la fois pour les fortes et les faibles valeurs) que Mocage, qui présente des gammes de distribution plus en accord avec les observations.

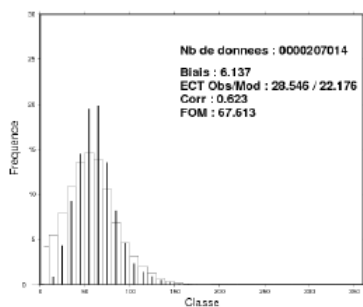
Séries horaires

La distribution de Chimère est beaucoup plus resserrée sur la médiane que les observations. Mais, par contre, il est le seul capable de simuler les valeurs extrêmement faibles relatives à la titration nocturne (première classe entre 0 et $10 \mu\text{g.m}^{-3}$) ce qui pointe vers une meilleure localisation des sources d'émissions.

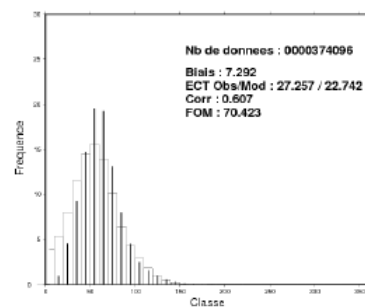
Les distributions de Mocage semblent plus réalistes ; ce modèle saisit en outre mieux les différentes caractéristiques régionales.



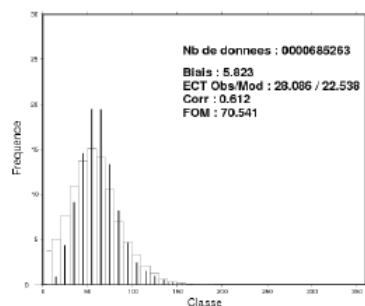
(a) RUR



(b) PUR



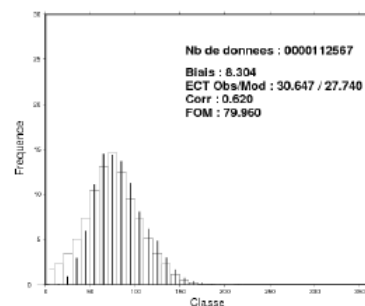
(c) URB



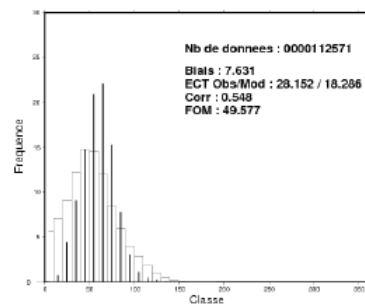
(d) TOUS



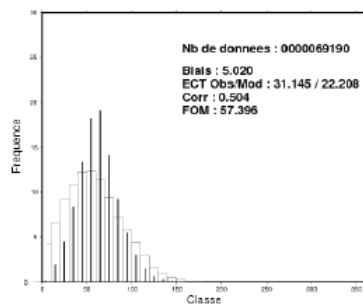
(e) RSO



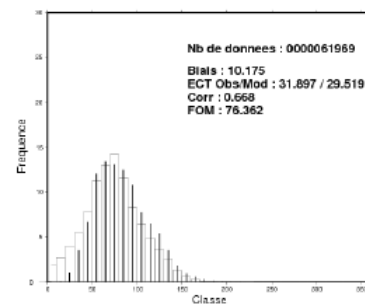
(f) RSE



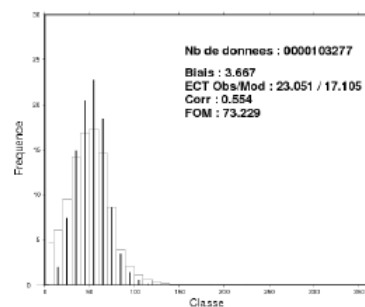
(g) RNE



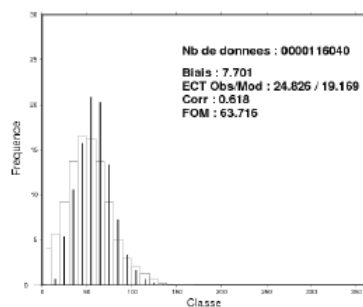
(h) RHONALP



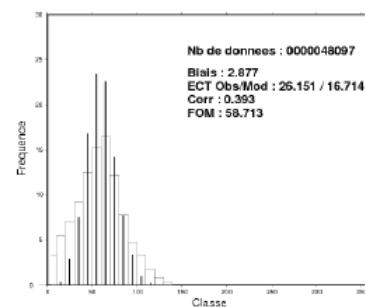
(i) PACA



(j) NORD



(k) GBP



(l) Région Centre

FIG. 2.1 – Histogrammes et statistiques des séries horaires de concentration d’ozone pour le modèle MO-CAGE par type de station sur la première ligne, puis par grandes régions. La distribution des observations