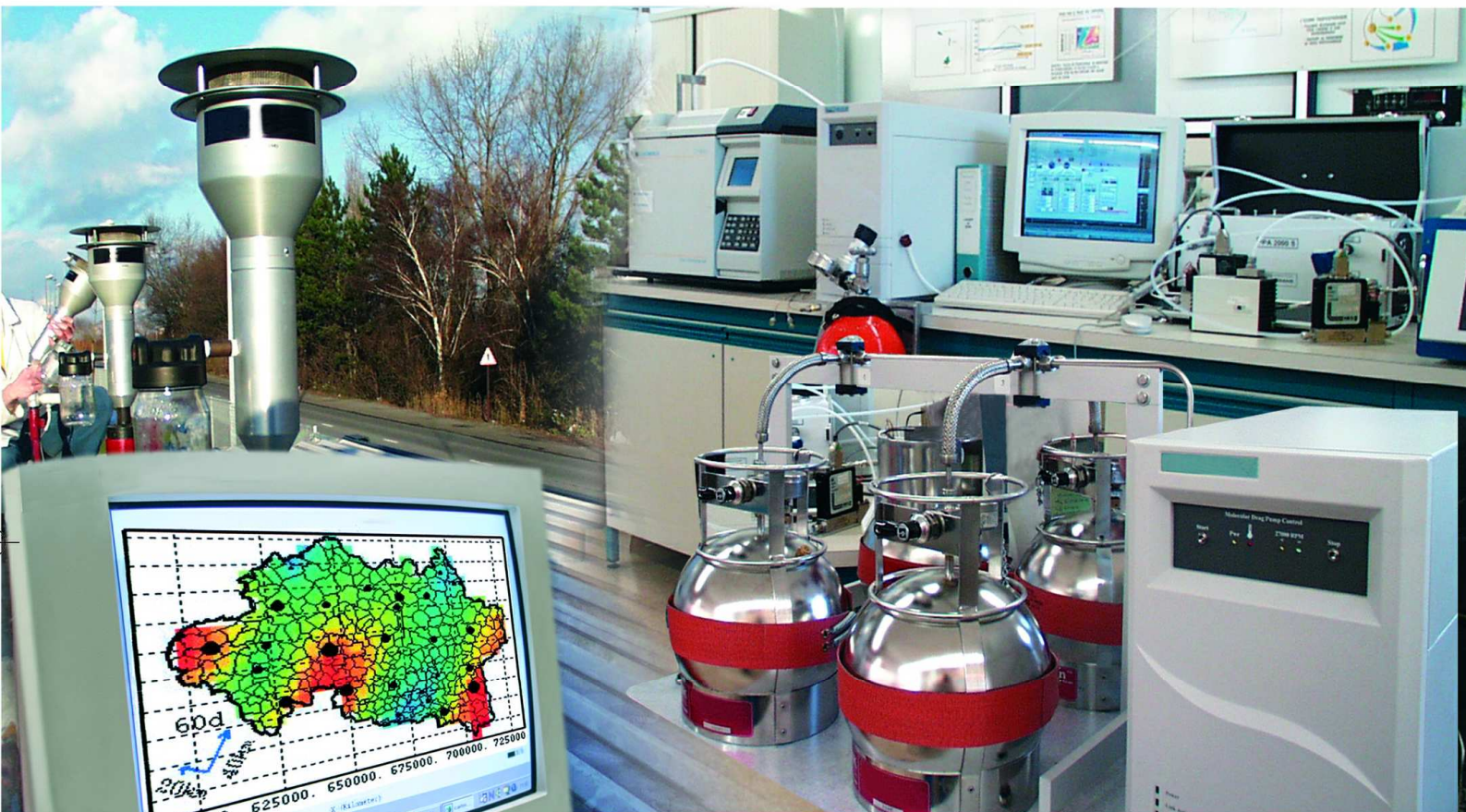




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



«Modélisation - Traitements numériques»

«Travaux relatifs à la plateforme nationale de modélisation
PREV'AIR : Bilan des performances et bilans utilisateurs»

Programme 2011

FRÉDÉRIK MELEUX, LAURE MALHERBE, ANTHONY UNG





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, et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique ont été financés par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. Ils 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 au MEDDTL et 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.



«Travaux relatifs à la plateforme nationale de modélisation PREV'AIR: Bilan des performances et bilans utilisateurs»

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

«Thème: Modélisation - Traitements numériques»

Programme financé par la
Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC)

2011

«Frédéric Meleux»

Avec la collaboration de L. Malherbe et A. UNG (INERIS)

Ce document comporte 40 pages (hors couverture et annexes)



	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Frédéric MELEUX	Bertrand BESSAGNET	Laurence ROUÏL
Qualité	Ingénieur de l'Unité MOCA Direction des Risques Chroniques	Responsable de l'Unité MOCA Direction des Risques Chroniques	Responsable du Pôle DECI Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	7
1. INTRODUCTION	8
2. L'OZONE	9
2.1 Analyse de l'été 2011	9
2.2 La qualité de l'air prévue par PREV'AIR.....	10
2.2.1 Prévisions nationales des dépassements du seuil d'information	11
2.2.2 Prévisions des dépassements du seuil d'information en région	12
2.3 Performances et scores des modèles	13
2.3.1 au niveau national.....	13
2.3.1.1 Le biais	13
2.3.1.2 La racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE)	15
2.3.1.3 Corrélations	17
2.3.2 Au niveau régional.....	19
2.3.2.1 La RMSE	21
2.3.2.2 Corrélations	22
2.4 CONCLUSIONS.....	23
3. LES PARTICULES	25
3.1 Analyse de l'année 2011	25
3.2 Les PM10 vus par PREV'AIR.....	26
3.2.1 Prévisions nationales des dépassements du seuil de 50 µg/m ³	26
3.3 Performances et scores des modèles	27
3.3.1 Au niveau National.....	27
3.3.1.1 Le biais	27
3.3.1.2 La RMSE	28
3.3.1.3 Corrélations	29
3.3.2 Au niveau régional.....	29
3.3.2.1 Le biais	30
3.3.2.2 La rmse	31
3.3.2.3 La corrélation	33
3.3.2.4 Conclusions	34

4. DEVELOPPEMENTS.....	35
4.1 Modélisation du benzène.....	35
4.2 Remise en suspension des particules	35
4.2.1 Les émissions dans CALIOPE (Espagne)	36
4.2.2 Le modèle norvégien NORTRIP	36
4.3 Cartes analysées.....	37
5. LES UTILISATEURS	38
5.1 Comptes & demandes utilisateurs.....	38
6. CONCLUSIONS.....	39
7. LISTE DES ANNEXES	40

RESUME

Dans ce rapport nous évaluons les performances des modèles mis en œuvre dans la plateforme de prévision et de cartographie de la qualité de l'air, PREV'AIR. Cette évaluation est réalisée à l'aide d'indicateurs statistiques classiques et des observations obtenues en temps quasi réel via la base de données nationale alimentée par les AASQA (associations de surveillance de la qualité de l'air).

En 2011, les performances affichées par les modèles sont assez stables par rapports aux années antérieures. Surtout concernant CHIMERE qui fournit la prévision de référence de la plateforme et dont la version n'a pas évolué depuis 2008. Le modèle a fait preuve d'une bonne aptitude à détecter les quelques épisodes d'ozone et s'est également comporté de façon très satisfaisante lors des épisodes de particules de l'année 2011.

En post-traitement, la prévision avec adaptation statistique dont la méthode de calcul est issue des travaux réalisés en collaboration avec Airparif dans le cadre du projet CITEAIR2 (www.citeair.eu) a permis de nettement améliorer les scores de la prévision brute pour l'ozone et les particules PM10. Son apport permet notamment d'uniformiser la qualité de la prévision sur l'ensemble de la France.

Enfin, le principal changement de l'année 2011 pour PREV'AIR a été la migration de la plateforme sur une nouvelle machine de calcul dotée de 256 processeurs. Ces nouvelles ressources ont permis le développement et le passage en phase test de plusieurs filières haute résolution qui devraient devenir totalement opérationnelles au cours de l'année 2012.

1. INTRODUCTION

Une évaluation des performances de PREV'AIR est mise à jour quotidiennement sur le site Internet (partie publique www.prevair.org et partie privée de PREV'AIR). A partir d'indicateurs statistiques, cet exercice a pour objectif de répondre à notre souci de transparence sur les aptitudes des modèles à prévoir et à estimer la qualité de l'air. L'ensemble des indicateurs est découpé selon trois catégories distinctes correspondant aux typologies de station : urbaine, périurbaine et rurale. Des variables statistiques classiques sont calculées: biais, RMSE¹, corrélation, ainsi que des tables de contingence illustrant le comportement des modèles pour la prévision des dépassements des seuils réglementaires lors des pics de pollution.

Il est ainsi possible d'estimer le comportement global du système PREV'AIR sur une période de temps définie et cela pour les différentes configurations des modèles utilisées (domaine Europe ou France, modèle CHIMERE ou MOCAGE, avec et sans adaptation statistique,...).

Après une évaluation globale, une analyse des performances des modèles est présentée pour plusieurs régions afin d'identifier les caractéristiques géographiques des différents modèles.

Ce rapport traite de l'ozone pour l'été 2011 et des particules pour l'ensemble de l'année 2011 en France métropolitaine.

Il décrit également les développements réalisés en 2011 pour améliorer la qualité des simulations et des cartographies.

Enfin, un rapide bilan des utilisateurs, de leurs demandes et des nouveautés 2011 mises à leur disposition est présenté.

¹ Root Mean Square Error ou erreur quadratique moyenne

2. L'OZONE

2.1 ANALYSE DE L'ETE 2011

L'été 2011 a été marqué par plusieurs épisodes de chaleur d'ampleur nationale qui ont affecté les niveaux de la qualité de l'air en France, et plus particulièrement les teneurs en ozone de la basse troposphère.

Afin d'analyser la répartition spatiale des épisodes, le territoire métropolitain est découpé selon 7 grandes régions décrites sur la figure 1.



Figure 1 : Description des groupements de régions définis pour l'évaluation géographique des modèles utilisés dans PREV'AIR.

114 dépassements observés du seuil d'information ont été comptabilisés en 2011 (fig.2), ce qui est approximativement 3 fois moins qu'en 2010. Les deux épisodes les plus marquants ont sévi fin juin pour le premier (jusqu'à 5 régions dépassant le seuil d'information le 28 juin) et autour du 20 août (3 régions dépassant le seuil d'information le 22 août) pour le second. Outre leur faible intensité, ces épisodes ont été très peu persistants dans le temps.

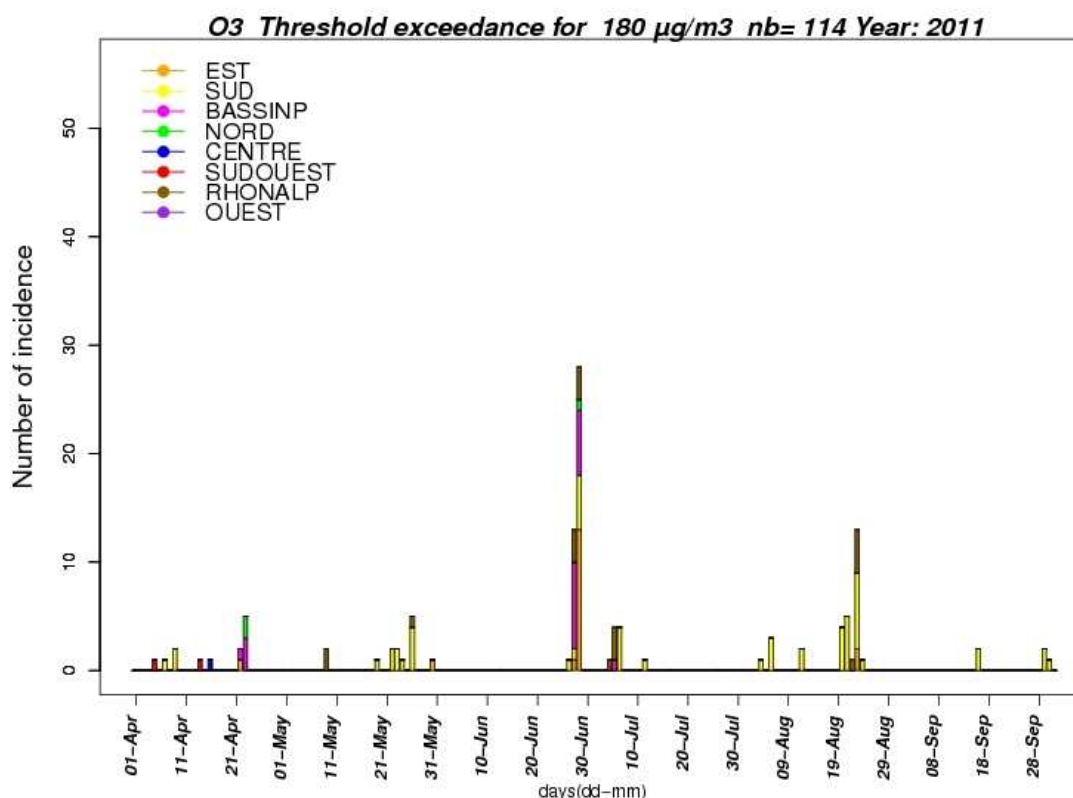


Figure 2 : Nombre de dépassements horaires du seuil de 180 µg/m³ sur 8 zones lors de l'été 2011. Valeurs des stations de fond issues d'observation des AASQA.

Une particularité de cette année 2011 est l'existence de nombreux dépassements sporadiques du seuil d'information en avril, mai et fin septembre due aux conditions météorologiques inhabituellement ensoleillées et douces pour ces mois.

Au total 32 jours présentent un dépassement du seuil d'information, ce qui est équivalent à 2010. Les régions les plus touchées demeurent le Sud (21 jours), Rhône-Alpes (7 jours) et le Bassin Parisien (5 jours).

2.2 LA QUALITE DE L'AIR PREVUE PAR PREV'AIR

L'objectif de cette partie est de fournir une évaluation des performances de PREV'AIR sur l'été 2011, du 15 juin au 15 septembre, via des indicateurs statistiques.

Pour mémoire, PREV'AIR bénéficie des résultats de 8 filières de prévision mises en œuvre simultanément tous les jours sur le système :

- CHIMERE Europe (résolution 0.5°) alimenté par le modèle météorologique américain GFS (AWM)
- CHIMERE Europe (résolution 0.5°) alimenté par le modèle météorologique français ARPEGE (AWMA)
- CHIMERE France (résolution 0.1°x0.15°) alimenté par le modèle météorologique américain GFS (AFM)

- CHIMERE France (résolution 0.05°x0.075°) avec adaptation statistique (ASAFM)
- CHIMERE France (résolution 0.1°) alimenté par le modèle météorologique français ARPEGE (AFMA)
- MOCAGE Globe (résolution 2°) (MOCAG)
- MOCAGE Europe (résolution 0.5°) (MOCAE)
- MOCAGE France (résolution 0.1°) (MOCAF)

Ce panel d'outils qui ont des comportements sensiblement différents permet aux experts du consortium PREV'AIR de caler leurs prévisions et d'affiner leurs diagnostics.

Les performances de chacun des modèles sont surveillées en temps réel en consultant les valeurs des mesures in situ disponibles sur les sites web des AASQA ainsi qu'à l'aide des données en temps réel produites par les AASQA. Des scores statistiques aux stations de mesure pour les pics et les moyennes journalières sont calculés sur la base des données horaires. Ces indicateurs sont ceux classiquement utilisés pour l'évaluation opérationnelle des modèles numériques :

- Biais (différence entre l'observation et la simulation)
- Erreur quadratique moyenne (racine carrée de la différence des carrés de l'observation et de la simulation)
- Corrélation
- Biais Fractionnaire (rapport des variances simulation/observation)

De plus, chaque jour, les séries temporelles comparant les concentrations calculées par chacun des modèles du système aux observations sont établies.

L'ensemble de ces informations est mis à jour quotidiennement et présenté sur le site Internet de PREV'AIR (www.prevair.org). Les scores détaillés par station et les séries temporelles sont donnés dans la partie « privée » du site.

L'évaluation présentée ici est restreinte aux modèles spécifiquement dédiés à la France (AFM, ASAFM, AFMA, MOCAF).

2.2.1 PREVISIONS NATIONALES DES DEPASSEMENTS DU SEUIL D'INFORMATION

A l'exception des dépassements quasi singuliers constatés en avril, mai et début août qui constituent des événements le plus souvent non détectés par les modèles, les autres journées excédant 180 µg/m³ ont été bien prédites. Certaines surestimations paraissent assez importantes notamment celles provenant de la version CHIMERE-ARPEGE (AFMA) fin juin. Dans l'ensemble cet épisode a été moins intense que prévu par les modèles qui ont surestimé l'amplitude et l'intensité des panaches d'ozone notamment à cause de données de fond trop élevées sur la France et l'Europe. Cette surestimation a eu pour conséquence une bonne détection de tous les pics de cette journée mais aussi un nombre élevé de fausses alertes.

Certains de ces épisodes répondaient aux critères de diffusion d'information vers les médias, avec plusieurs régions distinctes touchées et une persistance sur plus de deux jours. Ainsi, des cartes PREV'AIR accompagnées d'un bulletin descriptif de la situation ont été communiquées au ministère de l'écologie (MEDDTL) puis à France-Télévision à trois reprises.

O3 Threshold exceedance for 180 µg/m3 D+0 Year: 2011

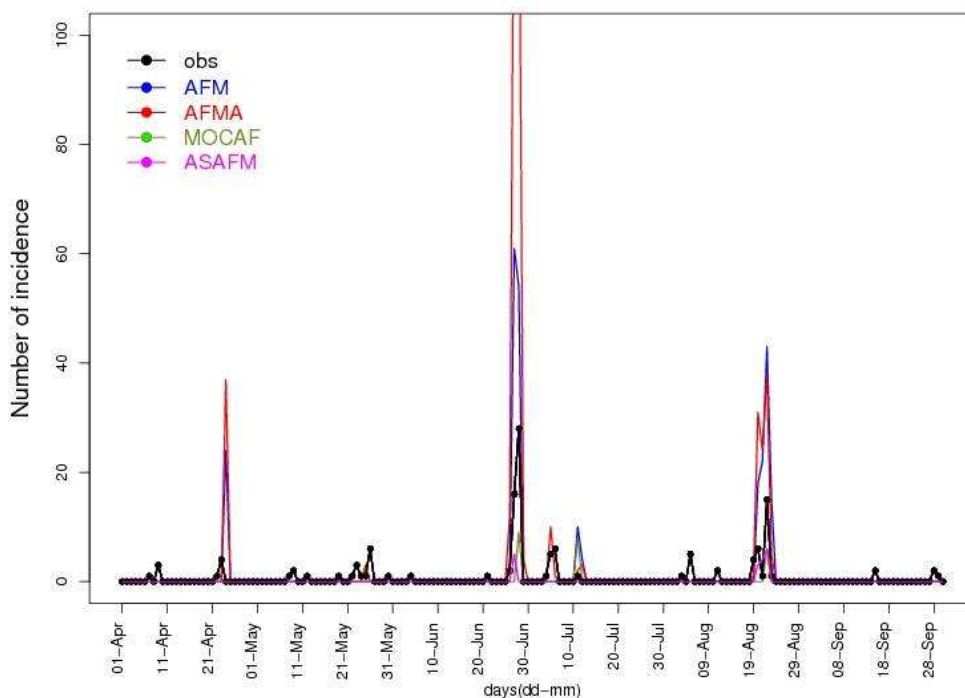


Figure 3 : Détection des événements (nombre de stations ayant dépassé le seuil d'information dans une journée) de pollution à l'ozone vus par les modèles (en couleurs) et les observations BDQA (en noir).

2.2.2 PREVISIONS DES DEPASSEMENTS DU SEUIL D'INFORMATION EN REGION

Une confrontation de la prévision du modèle AFM à J+0 avec les observations montre la capacité de CHIMERE à reproduire les disparités géographiques de l'intensité des dépassements du seuil d'information. En effet d'après la figure 4 et en comparant celle-ci avec la figure 2, on note que lors du premier épisode (21-22 avril) la prévision a annoncé à juste titre des dépassements du seuil d'information sur la région Nord et dans le Bassin Parisien. Le second épisode (fin juin) montre une sous-estimation des concentrations du modèle AFM sur la région Sud alors que les régions du Bassin parisien, de l'Est, du Nord ont un bon comportement. Enfin sur le dernier épisode conséquent de l'été (19-23 août), AFM a bien indiqué les dépassements du seuil d'information dans le Sud, en Rhône-Alpes et dans l'Est.

Si l'apparition temporelle des panaches d'ozone est bien estimée, leur couverture spatiale a tendance à être surestimé ce qui se traduit par un nombre de dépassement modélisé plus important que réellement observé. Cette remarque a tendance à être encore plus vérifiée pour AFMA que pour AFM notamment sur les épisodes d'avril et juin.

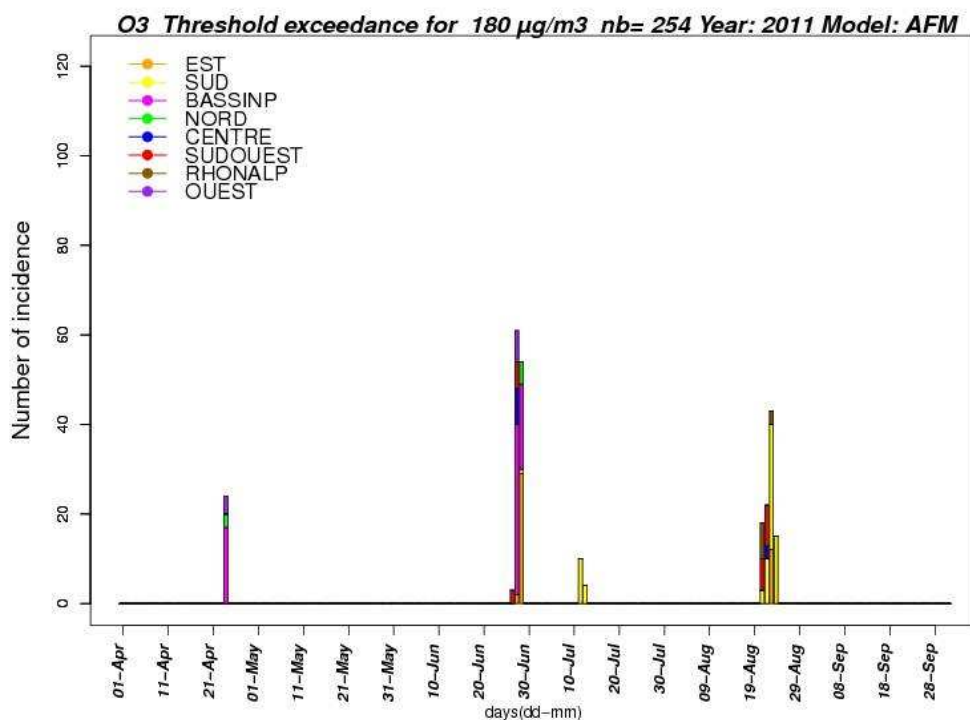


Figure 4 : Nombre de dépassements horaires du seuil de 180 µg/m³ sur 8 zones lors de l'été 2011. Prévisions de J+0 fournies par AFM.

2.3 PERFORMANCES ET SCORES DES MODELES

2.3.1 AU NIVEAU NATIONAL

2.3.1.1 LE BIAIS

Le biais représente globalement l'erreur moyenne des modèles. Une distinction est réalisée pour trois catégories de stations, à savoir rurale, périurbaine, et urbaine.

D'un point de vue général, le biais augmente lorsque l'échéance de prévision augmente et il croît également des sites ruraux vers les sites urbains en passant par les stations périurbaines.

Les versions CHIMERE ont un biais constamment positif (surestimation) alors qu'il peut être négatif pour MOCAF lors du J+0 pour les stations rurales et périurbaines.

Tous les modèles affichent un gradient positif de J+0 à J+2 (faible pour AFMA), valable pour les trois types de stations, ce qui peut entraîner des changements de signe du biais selon le jour de prévision pour MOCAF.

MOCAF et ASAFM présentent les biais les plus faibles.

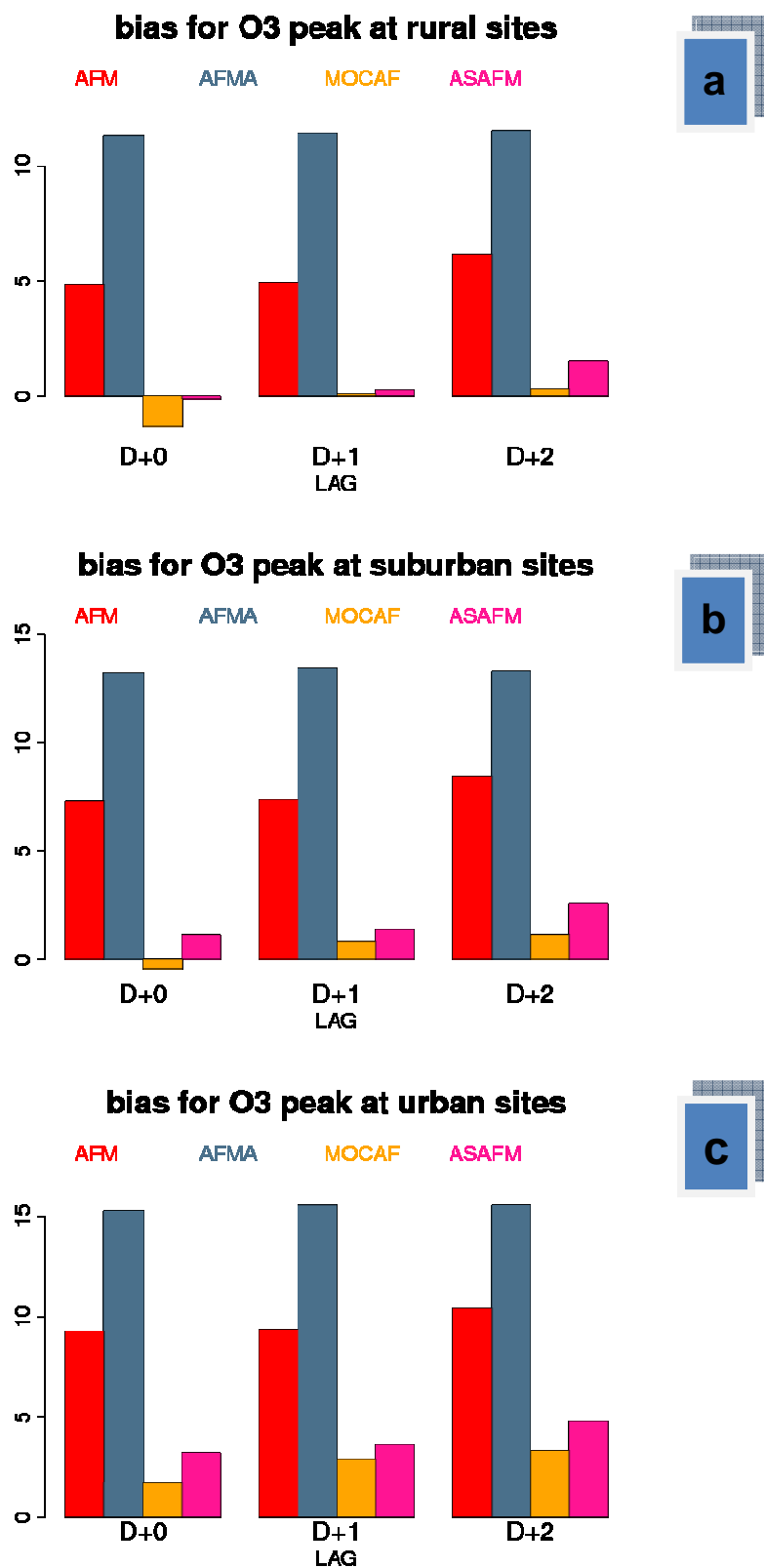


Figure 5 : Biais en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (a), périurbains (b) et urbains (c).

Pour CHIMERE le forçage météorologique GFS présente un biais moindre de 5 à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport au couplage avec les sorties d'ARPEGE. Pour AFM, le biais est assez nettement diminué par l'adaptation statistique, avec une réduction d'environ 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

2.3.1.2 LA RACINE DE L'ERREUR QUADRATIQUE MOYENNE (RMSE)

Cet indicateur fournit une information sur l'écart moyen entre la prévision et l'observation quel que soit le signe de celui-ci (i.e. surestimation ou sous-estimation du modèle). Plus le modèle sera éloigné de l'observation, plus l'erreur aura un impact conséquent sur le résultat de la RMSE.

La hiérarchie des modèles établie par la RMSE est stable quel que soit le type de stations avec une très légère dégradation des scores en passant des sites ruraux aux périurbains puis aux urbains, expliquée par la résolution des modèles.

ASAFM affiche la meilleure RMSE puis viennent ensuite AFM, MOCAF et AFMA avec des valeurs comprises entre 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

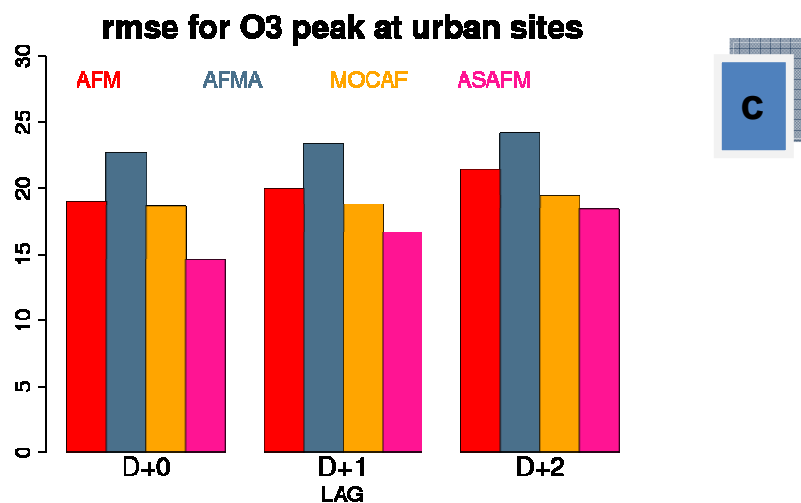
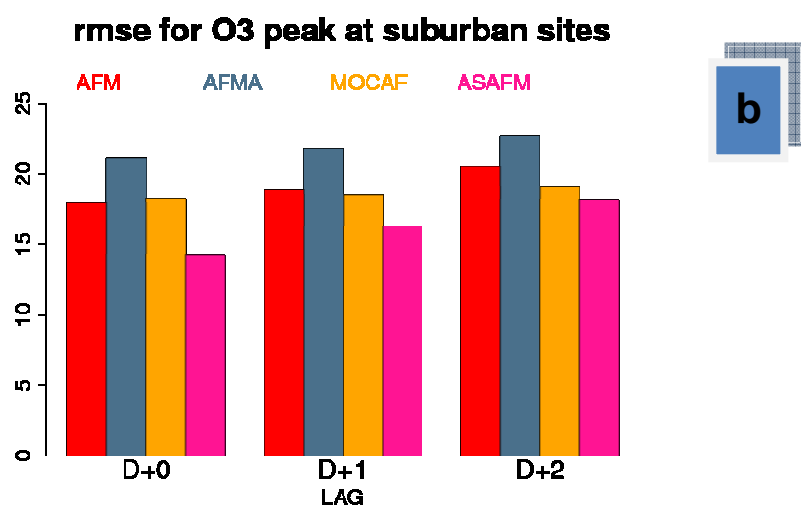
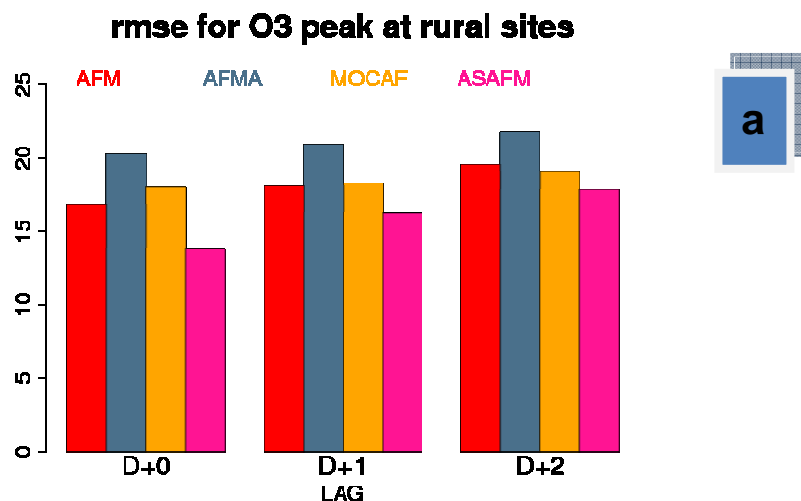


Figure 6 : RMSE en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (a), périurbains (b) et urbains (c)

2.3.1.3 CORRELATIONS

Cette variable caractérise la capacité du modèle à reproduire l'évolution des observations dans l'espace ou le temps ou les deux. Une valeur proche de 1 accorde au modèle une bonne reproduction des variations observées jour après jour, a contrario, une valeur proche de 0 signifie une absence d'aptitude à reproduire l'évolution des pics d'ozone journaliers.

ASAFM présente une nouvelle fois les meilleurs résultats pour cet indicateur avec des valeurs comprises entre 0,8 et 0,85. Le peu de variabilité constatée sur la RMSE en changeant de catégorie de stations est également vrai pour la corrélation.

Les différentes versions de CHIMERE donnent sensiblement le même score autour de 0,8, juste devant MOCAF.

Par rapport à 2010, ASAFM a des scores un peu meilleurs tandis que les sorties brutes de CHIMERE sont légèrement dégradées, ce qui signifie que durant l'été l'action corrective de l'adaptation statistique (remise à jour en 2011 avec les données de 2010) a été plus efficace en 2011.

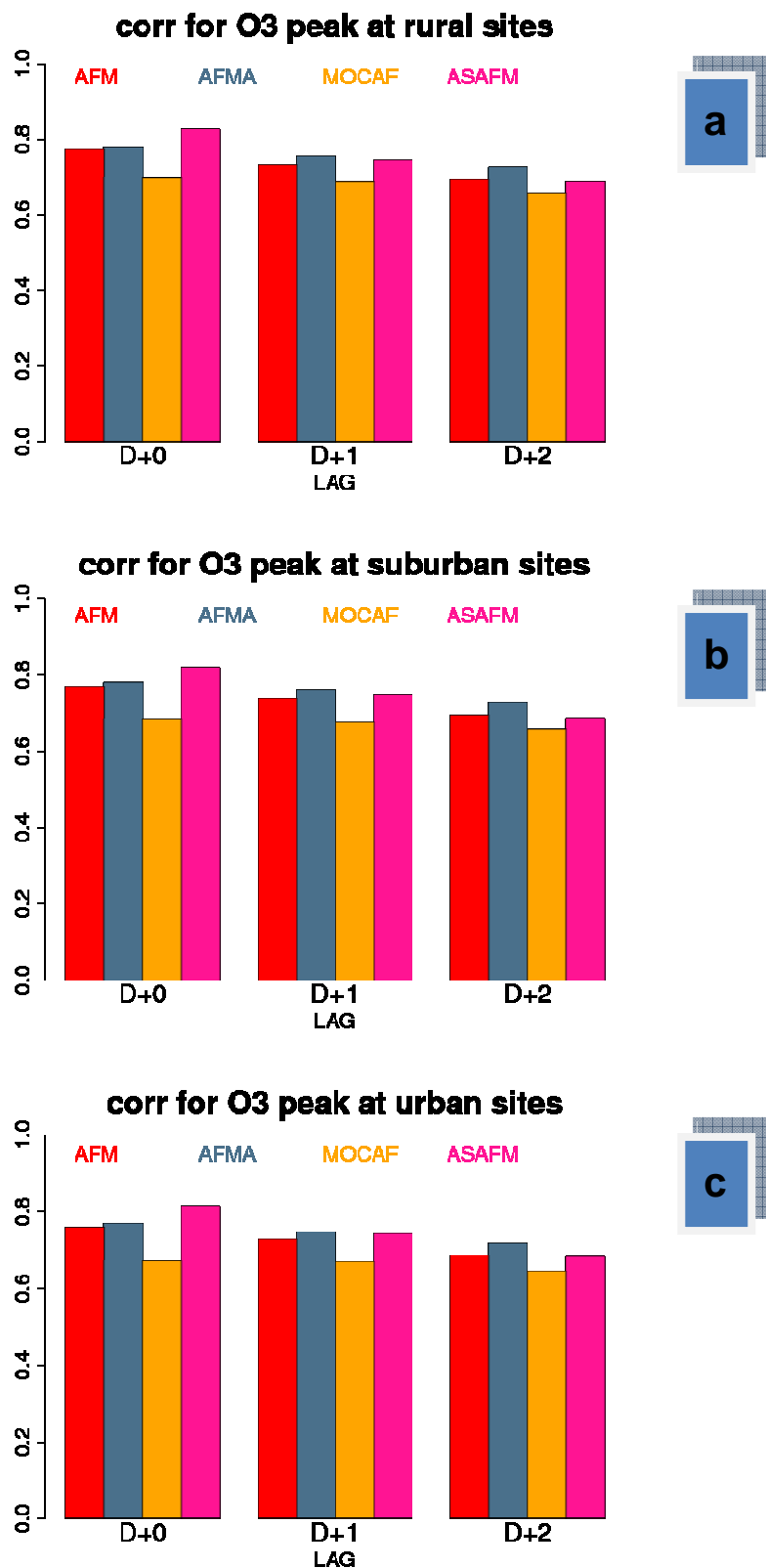


Figure 7 : Corrélation des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de simulation, sur les sites ruraux (a), périurbains (b) et urbains (c).

2.3.2 AU NIVEAU REGIONAL

La figure 8 illustre la variabilité observée entre les régions pour les sites ruraux, périurbains et urbains. De loin, la région Sud de la France est la plus fortement touchée par des concentrations élevées. Sur l'été, la moyenne des pics journaliers avoisine les $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\sim 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de moins par rapport à 2010), avec des valeurs légèrement plus faibles pour les stations périurbaines puis urbaines. La hiérarchie est identique quelle que soit la typologie de station considérée. Après la région Sud, les régions les plus touchées sont ainsi les régions Rhône-Alpes (Rhonalp), puis Est et Sud-Ouest. Les concentrations les plus faibles des pics journaliers se trouvent dans les régions Ouest et Nord, $25\text{-}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de moins qu'en région Sud.

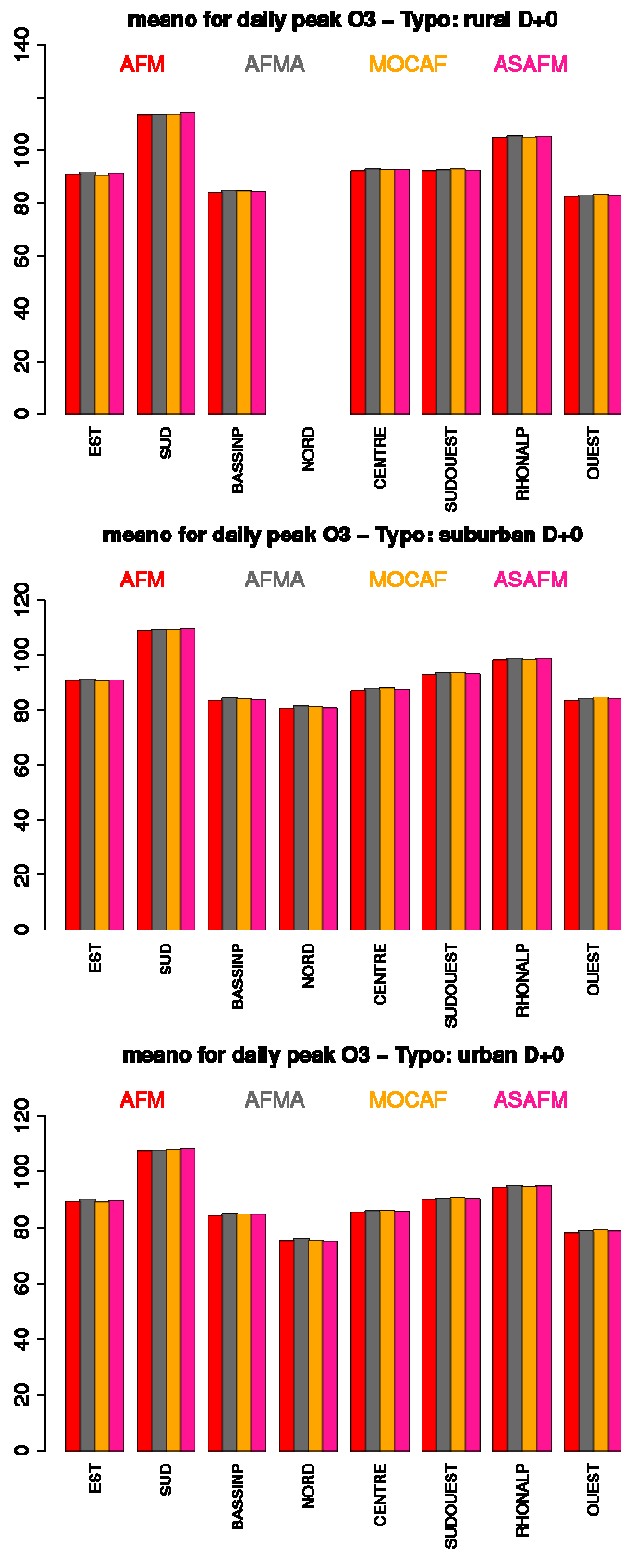


Figure 8 : Moyenne des pics journaliers observés d’ozone pour les 7 régions décrites fig.1. En haut pour les stations rurales, au milieu pour les stations périurbaines et en bas pour les stations urbaines.²

² Ne sont considérées que les données mesurées concordantes avec la disponibilité des données modèles d’où la légère variabilité observable sur ces graphes

2.3.2.1 LA RMSE

Pour toutes les régions, ASAFM possède la RMSE la plus faible. Ses moins bonnes performances interviennent en régions Sud et Rhône-Alpes avec un maximum de RMSE pour les stations urbaines entre 15 et 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A l'opposé, elle est plus performante pour les régions Centre, Est et Bassin parisien pour les stations rurales et les régions Bassin parisien, Est et Ouest pour les stations urbaines. En comparant AFM et ASAFM, nous constatons que l'efficacité du traitement d'adaptation statistique est assez hétérogène, abaissant la RMSE de AFM au maximum de 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les stations rurales du Sud-Ouest et au minimum de 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les stations urbaines du Bassin parisien et de l'Ouest.

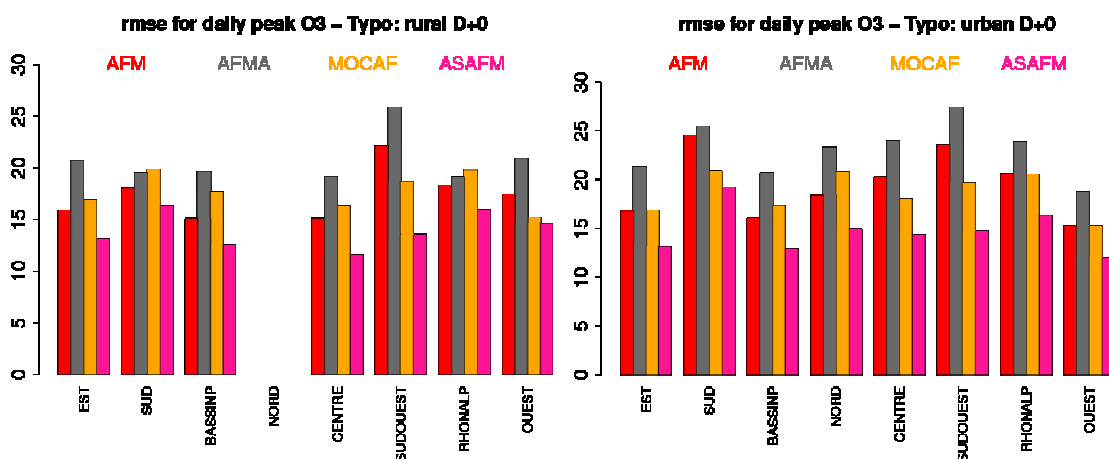


Figure 9 : RMSE des pics journaliers d'ozone pour les 7 régions décrites fig.1. A gauche pour les stations rurales et à droite pour les stations urbaines.

La figure 10 illustre de façon plus précise l'apport de l'adaptation statistique qui améliore la prévision du J+0 assez significativement sur certaines régions comme l'Aquitaine, la Vendée, Rhône-Alpes, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon et PACA. Dans l'ensemble, une démarcation est notable entre le nord et le sud, avec une simulation brute déjà performante sur le nord et perfectible sur le sud. Le traitement de l'adaptation statistique tend à uniformiser les scores sur la France et à rectifier le décalage nord-sud.

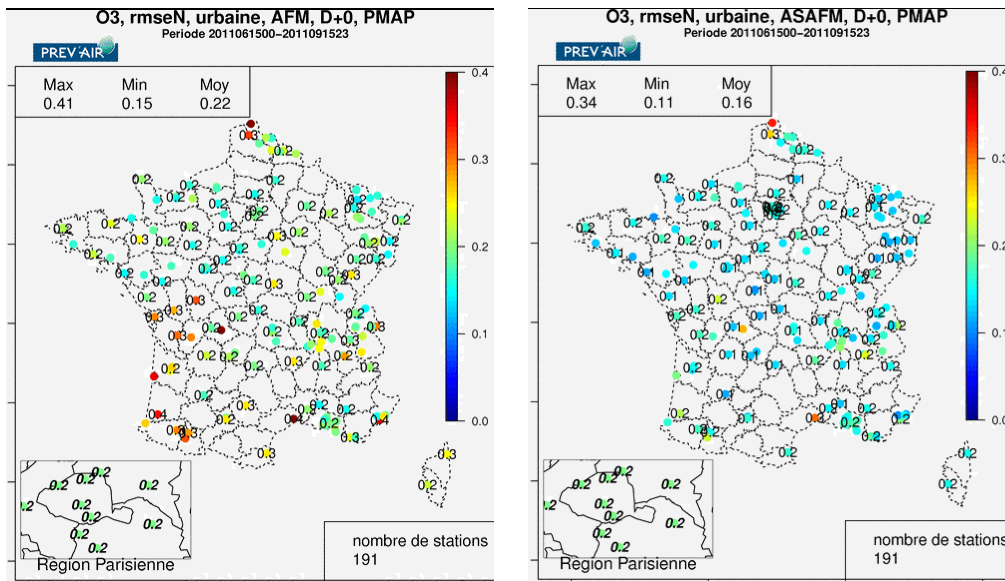


Figure 10 : RMSE normalisée des pics journaliers d’ozone pour les stations urbaines simulées par AFM à gauche et ASAFM à droite.

2.3.2.2 CORRELATIONS

Les meilleures corrélations sont obtenues par ASAFM puis par les différentes versions de CHIMERE sans distinction marquée entre celles-ci ; elles sont un peu plus faibles pour MOCAGE (Fig.11). L’Est et le Bassin Parisien sont les régions pour lesquelles les modèles se comportent le mieux, avec des résultats autour de 0,85 pour les stations rurales et urbaines. Rhône-Alpes, Sud-Ouest et Centre présentent aussi des résultats très corrects légèrement au dessus de 0,8 alors que la région Sud est légèrement en retrait.

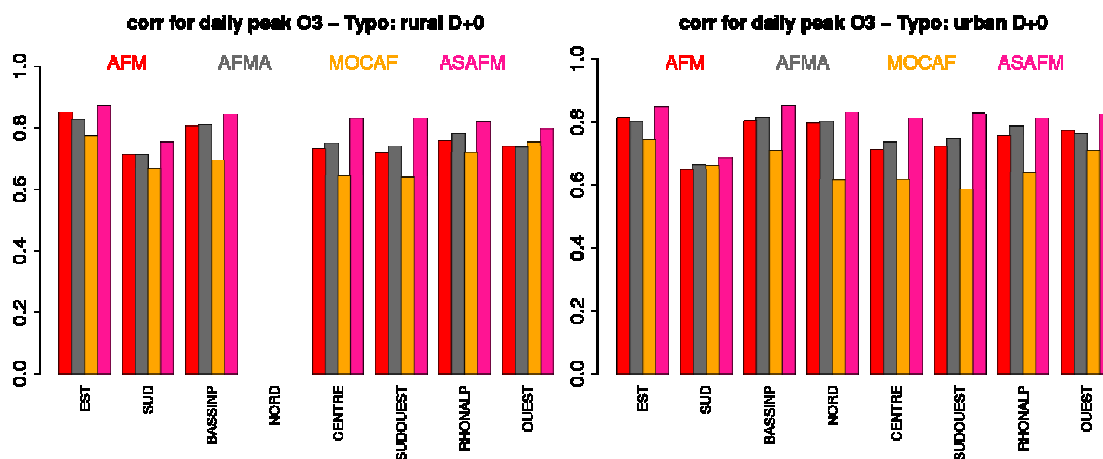


Figure 11 : Corrélations des pics journaliers d’ozone pour les 7 régions décrites fig.1. A gauche pour les stations rurales et à droite pour les stations urbaines.

L’effet de l’adaptation statistique sur la prévision est sensible sur les régions Centre et Sud-Ouest où les améliorations de la corrélation sont les plus conséquentes.

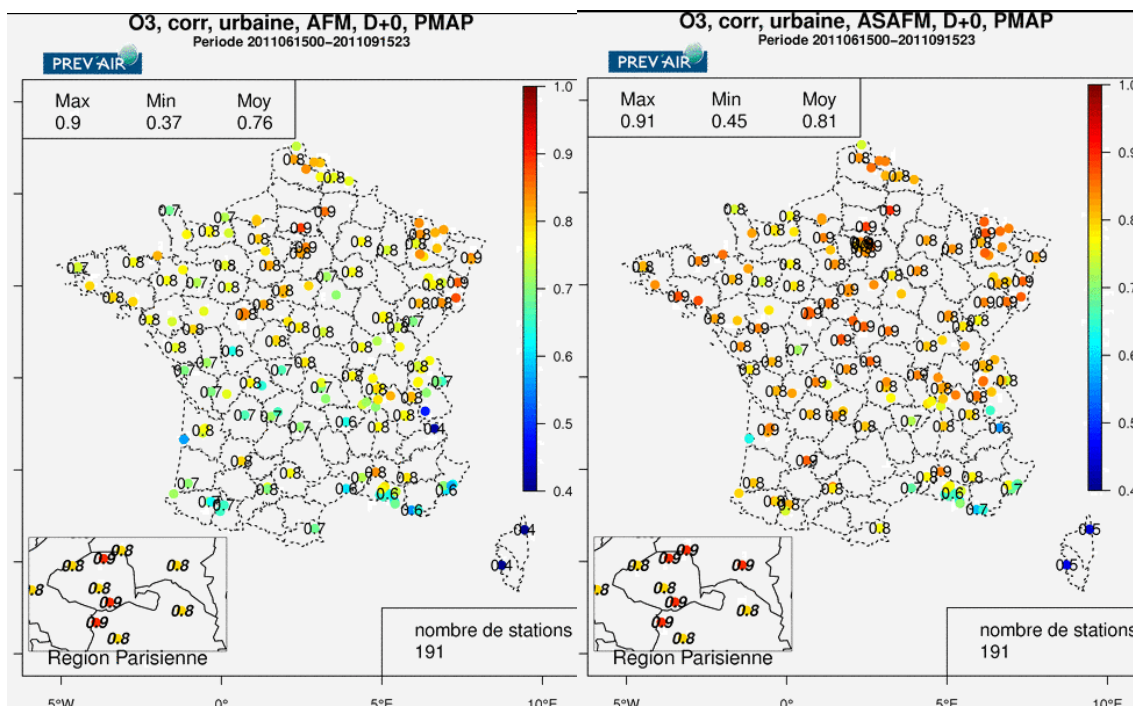


Figure 12 : Corrélation des pics journaliers d'ozone pour les stations urbaines simulées par AFM à gauche et ASAFM à droite.

2.4 CONCLUSIONS

CHIMERE AFM et ASAFM, versions de référence de la plateforme PREV'AIR, ont montré des scores très corrects et stables par rapport aux années précédentes.

Les principaux dépassements du seuil d'information ont été dans l'ensemble bien prévus par les modèles dans leur temporalité même si leur développement spatial demeure perfectible, ces versions ayant tendance soit à surestimer soit à sous-estimer l'étendue spatiale des panaches d'ozone. Ces tendances expliquent les différences importantes des scores relayées par les tables de contingence (fig.13).

L'adaptation statistique améliore significativement les scores dans les zones où la prévision brute a des difficultés soit dans la moitié sud de la France, et plus particulièrement dans les régions Centre et Sud-Ouest. Cependant, en ce qui concerne les dépassements du seuil d'information, si ASAFM diminue drastiquement les fausses alertes par rapport à AFM, elle perd également de la précision sur la détection des dépassements.

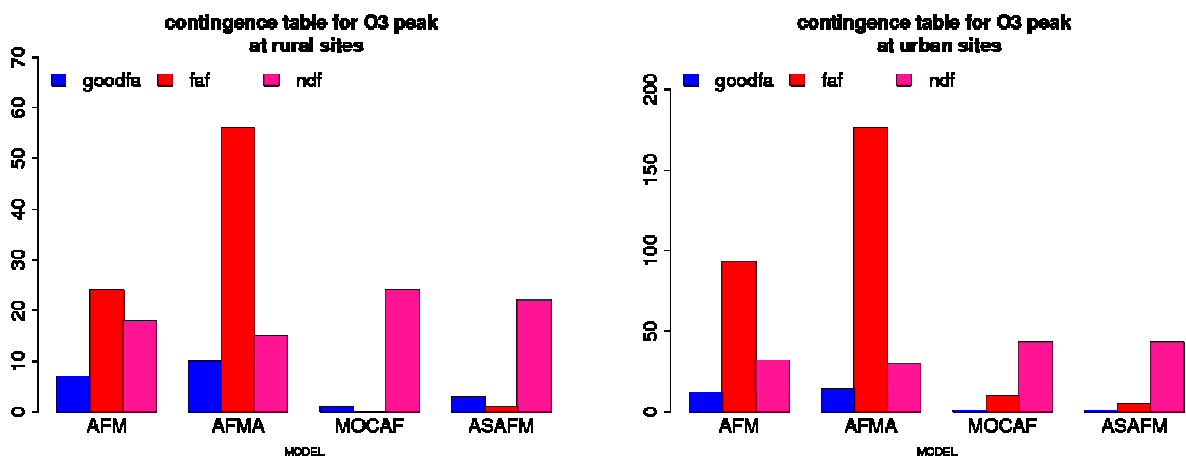


Figure 13 : Scores de la table de contingence des modèles PREV’AIR de la prévision pour le lendemain, sur les sites ruraux (à gauche) et urbains (à droite). (goodfa : Bonne prévision, faf : fausse alerte, ndf : évènement non détecté)

3. LES PARTICULES

3.1 ANALYSE DE L'ANNEE 2011

Par rapport à l'année 2010, beaucoup plus d'épisodes de pollution aux particules ont été observés en 2011 principalement lors du premier trimestre. Le nombre de stations ayant enregistré un dépassement du seuil d'information est même équivalent à celui de 2009. Parmi ces épisodes, plusieurs ont été intenses et assez persistants, notamment autour de la fin janvier, vers le 10 février, le 7 mars puis lors du dernier trimestre de l'année autour du 20 novembre (Figure 14).

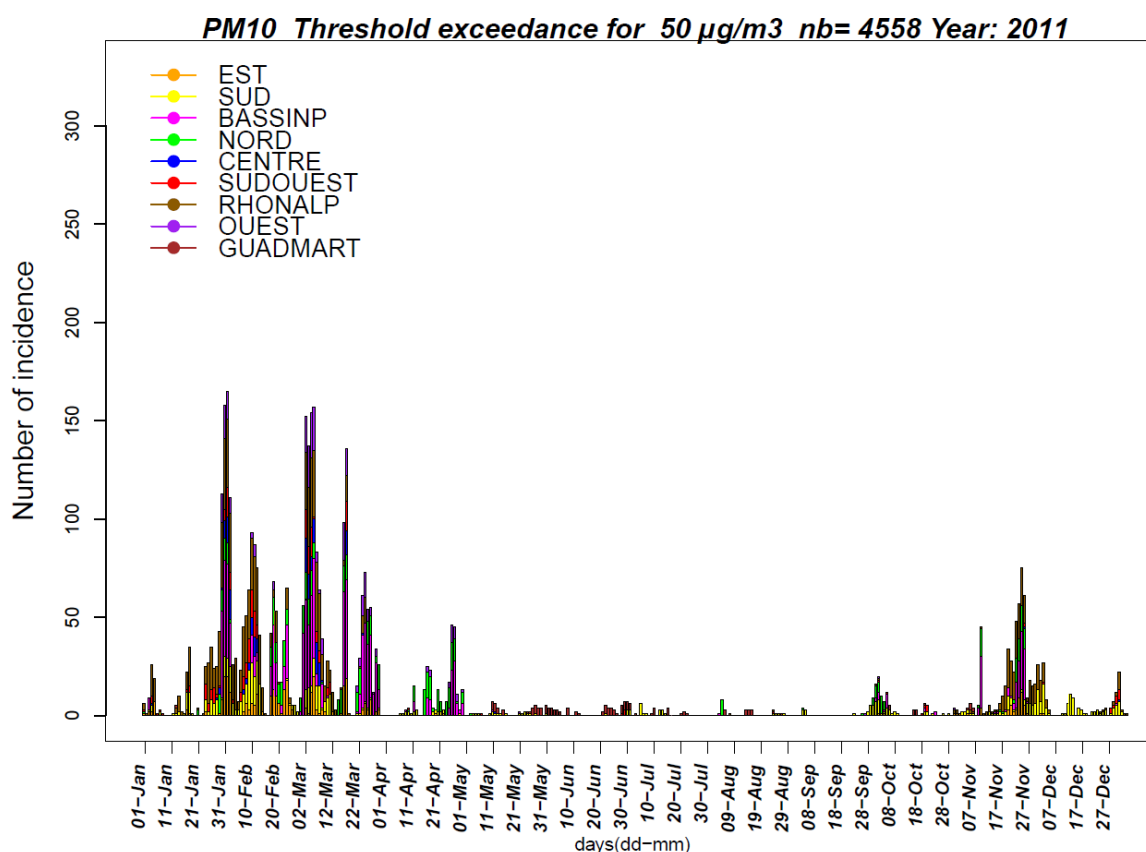


Figure 14 : Nombre de dépassements du seuil de 50 µg/m³ en moyenne journalière pour les PM10 sur 8 zones lors de l'été 2011. Valeurs issues de la base de données validées BDQA.

La région Sud est la plus touchée puisqu'il est dénombré plus de 160 jours avec dépassement du seuil de 50 µg/m³ devant Rhône-Alpes avec un peu plus de 100 jours. A l'opposé, les régions les moins exposées sont le Centre, l'Ouest et le Sud-Ouest avec moins de 50 jours dépassant ce seuil réglementaire.

3.2 LES PM10 VUS PAR PREV'AIR

PREV'AIR a bénéficié des résultats de 6 filières de prévision :

- CHIMERE Europe (résolution 0.5°) alimenté par le modèle météorologique américain GFS (AWM)
 - CHIMERE Europe (résolution 0.5°) alimenté par le modèle météorologique français ARPEGE (AWMA)
 - CHIMERE France (résolution 0.1°) alimenté par le modèle météorologique américain GFS (AFM)
 - CHIMERE France avec adaptation statistique (résolution 0.075 x 0.05°) issu de AFM (ASAFM)
 - MOCAGE GLOBE (résolution 2°) Disponible depuis 05/ 2010
 - MOCAGE EUROPE (résolution 0.5°) Disponible depuis 05/2010
 - MOCAGE France (résolution 0.1°) Disponible depuis 05/2010
- A noter que les versions aérosols de MOCAGE ont été intégrées dans PREV'AIR à titre expérimental, car la représentation des aérosols dans MOCAGE est incomplète pour le moment.

3.2.1 PREVISIONS NATIONALES DES DEPASSEMENTS DU SEUIL DE 50 µg/m³

PM10 Threshold exceedance for 50 µg/m³ D+0 Year: 2011

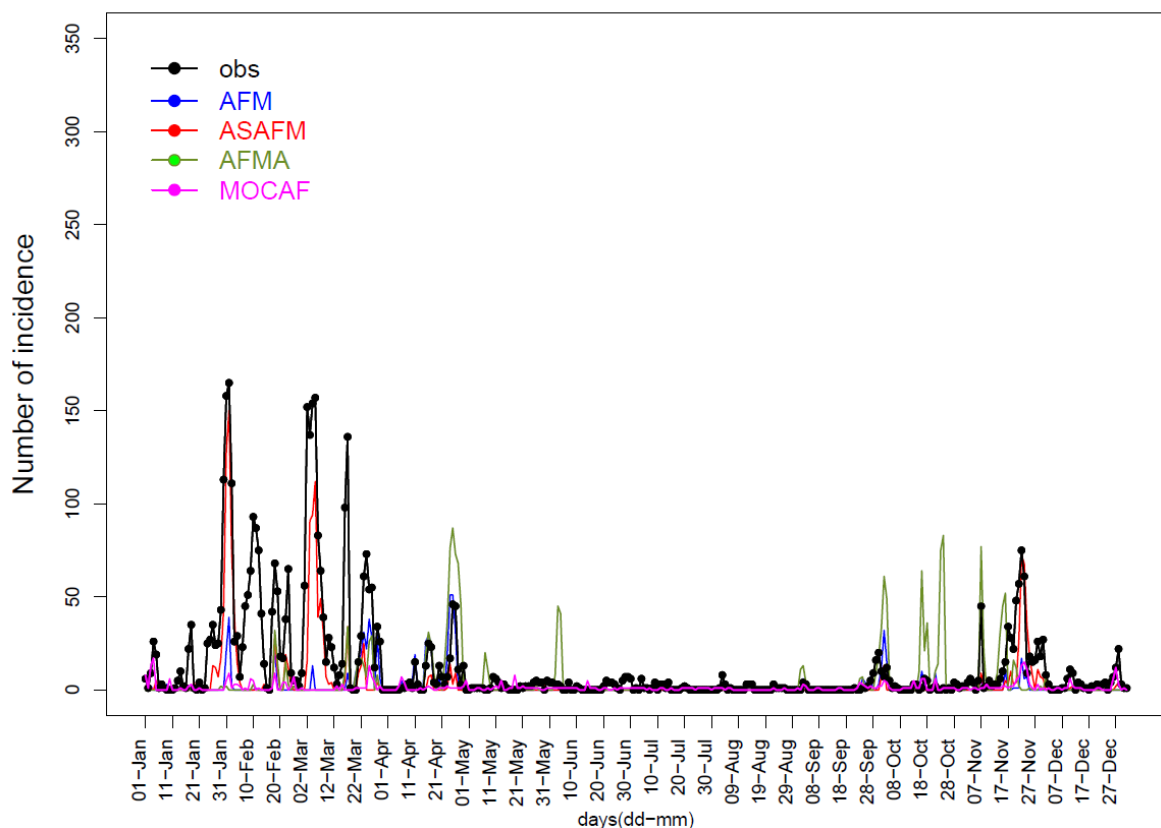


Figure 15 : Détection des événements (nombre de stations ayant dépassé le seuil de 50 µg/m³ en moyenne journalière) pour les PM10 prédits par les modèles (en couleurs) et observés via les données en temps quasi réel (en noir).

Dans l'ensemble, les performances conjuguées des prévisions PREV'AIR permettent de détecter la plupart des dépassements du seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figure 15). Néanmoins, les configurations ont des aptitudes différentes et une tendance à sous-estimer l'amplitude des épisodes de PM10. A noter que l'apport de l'adaptation statistique est très significatif sur les deux principaux épisodes du premier trimestre par rapport à la prévision brute AFM.

Considérant ces prévisions brutes délicates, des travaux ont été engagés pour améliorer le comportement des modèles lors des épisodes de grand froid en modulant les émissions par les conditions météorologiques. Un autre axe d'amélioration concerne la compréhension de la sous-estimation des épisodes printaniers qui pourrait être corrigée en modifiant les émissions d'ammoniac. Le résultat de ces travaux sera incorporé dans la prochaine version de CHIMERE en production à partir du dernier trimestre 2012.

3.3 PERFORMANCES ET SCORES DES MODELES

3.3.1 AU NIVEAU NATIONAL

3.3.1.1 LE BIAIS

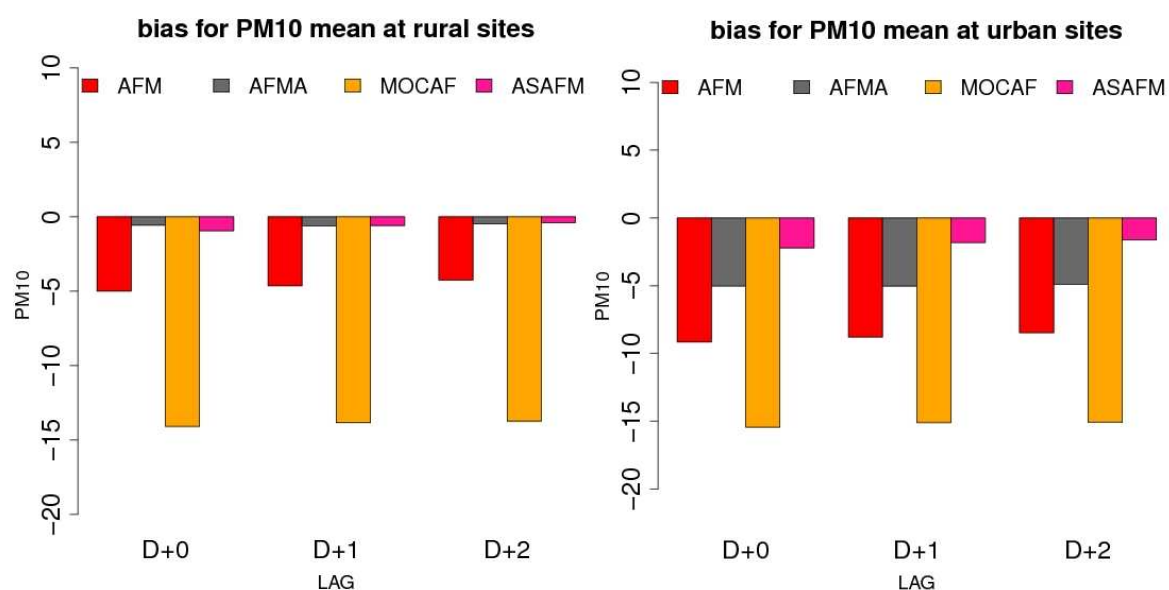


Figure 16 : Biais en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (droite), et urbains (gauche).

Le biais de AFM est stable par rapport aux années précédentes, proche de $-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les stations rurales et de $-10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les stations urbaines. Le forçage météorologique ARPEGE induit un biais plus faible de CHIMERE par rapport à la version de référence AFM alimentée par les données météorologiques GFS.

Le traitement d'adaptation statistique réduit le biais négatif de AFM à des valeurs proches de 0.

MOCAGE du fait de sa représentation incomplète de l'aérosol sous-estime fortement avec un biais proche de $-15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les stations rurales et urbaines.

3.3.1.2 LA RMSE

Les calculs de RMSE fournissent des valeurs également similaires aux années précédentes.

CHIMERE AFM se comporte le mieux sur les stations rurales avec une RMSE autour de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ qui se dégrade sur les stations urbaines à $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, présentant pour ces stations les mêmes scores qu'AFMA (Figure 17).

Comme pour le biais, l'adaptation statistique a un effet bénéfique en diminuant significativement la RMSE autour de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quelle que soit la typologie de station considérée. Cela signifie que son apport en termes d'amélioration de la prévision est plus conséquent sur les stations urbaines que rurales.

Ces performances sont très stables d'un jour de prévision à l'autre pour tous les modèles. A l'exception de l'adaptation statistique qui connaît une dégradation plus marquée car le modèle statistique est construit pour le J+0 et appliqué ensuite aux 3 jours de prévision J+0 à J+2. Ce résultat nous conduit à proposer un apprentissage pour les J+1 et J+2 afin de disposer de modèles statistiques propres aux 3 jours de prévision.

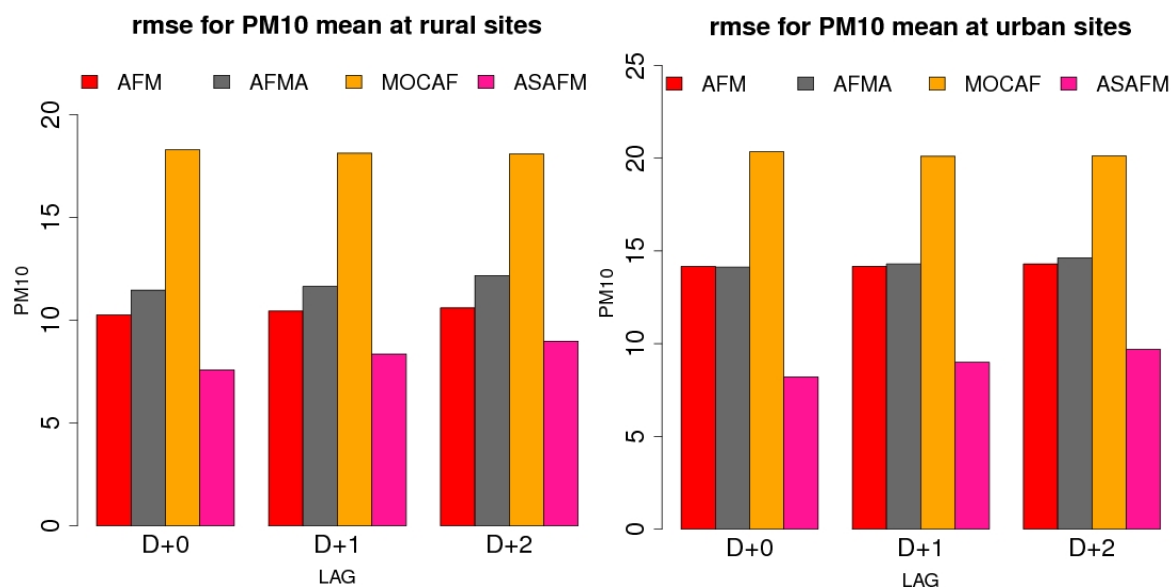


Figure 17 : RMSE en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des moyennes journalières de PM_{10} des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (gauche), et urbains (droite).

3.3.1.3 CORRELATIONS

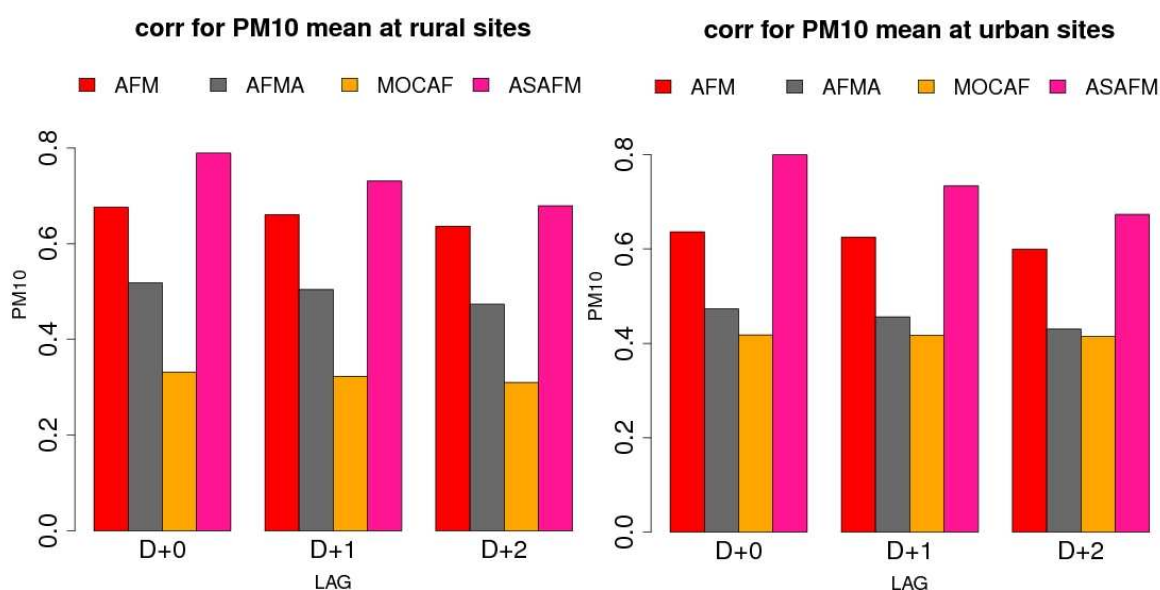


Figure 18 : Corrélations des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (gauche), et urbains (droite).

Les corrélations 2011 sont légèrement meilleures qu'en 2010 et équivalentes à 2009. Les valeurs pour AFM autour de 0,6-0,7 sont meilleures que AFMA et MOCAF. L'adaptation statistique a également un effet bénéfique sur la variabilité temporelle avec une corrélation augmentée à 0,8 pour le J+0. La dégradation de la corrélation d'ASAFM pour les deux autres jours de prévision est plus importante que pour la prévision brute AFM pour les mêmes raisons qu'évoquées dans le paragraphe dédié à la RMSE.

MOCAF affiche une corrélation plus importante sur les sites urbains que sur les sites ruraux alors que les autres modèles font preuve de stabilité en passant d'une typologie de station à l'autre.

3.3.2 AU NIVEAU REGIONAL

L'analyse est restreinte aux stations de typologie urbaine, les plus nombreuses. Le nombre de stations rurales est d'une dizaine en France et ne permet donc pas de tirer des enseignements sur les disparités géographiques des scores.

Concernant les stations périurbaines, les résultats sont assez proches des résultats obtenus avec les stations urbaines. Les niveaux sont par conséquent peu différents de ceux présentés sur la figure 19, illustrant les moyennes journalières annuelles des concentrations de PM10 sur les 8 régions PREV'AIR. Les analyses se focaliseront sur la version de référence de PREV'AIR pour les PM10 à savoir CHIMERE-AFM et l'apport de l'adaptation statistique.

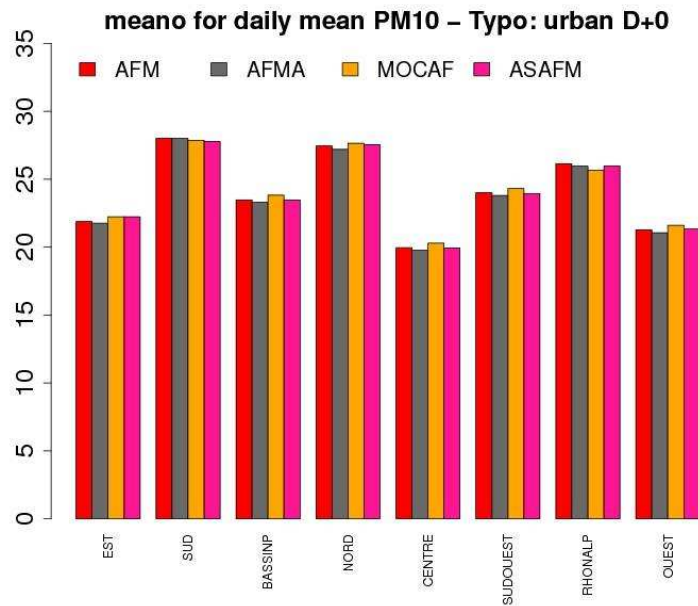


Figure 19 : Moyenne annuelle des concentrations moyennes journalières observées de PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour J+0 sur 8 régions décrites fig.1 pour les stations urbaines³.

Les teneurs les plus élevées sont observées dans le Nord, le Sud et en Rhône-Alpes avec des moyennes annuelles entre 26 et 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ensuite suivent Sud-Ouest, Est et Bassin parisien autour de 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, puis l'Ouest et le Sud-Ouest à 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et enfin le Centre proche de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La hiérarchie des régions varie un peu par rapport à 2010 notamment avec une plus forte moyenne dans le Sud par rapport au Nord. Les niveaux sont dans l'ensemble également plus élevés qu'en 2010.

3.3.2.1 LE BIAIS

C'est sur le Nord, région avec la plus forte moyenne annuelle, que CHIMERE AFM a le biais le plus faible (autour de 0), ce qui contraste avec les deux autres régions très polluées en PM10 que sont le Sud et Rhône-Alpes où AFM affiche les biais les plus élevés, autour de -15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'adaptation statistique a un impact important sur ces deux régions, réduisant les valeurs de biais de plus de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

³ Ne sont considérées que les données mesurées concordantes avec la disponibilité des données modèles d'où la légère variabilité observable sur ces graphes

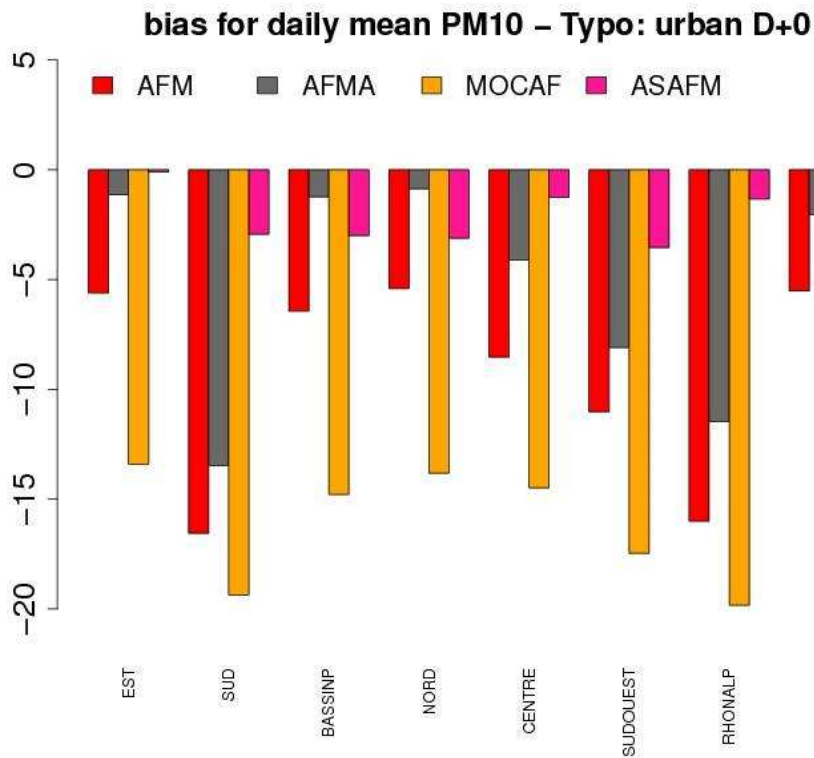


Figure 20 : Biais en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV’AIR pour J+0 sur 8 régions décrites fig.1 pour les sites urbains.

3.3.2.2 LA RMSE

L’analyse de la RMSE confirme les résultats obtenus avec le biais pour AFM, à savoir une faible RMSE pour le Nord, autour de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et une RMSE plus élevée pour le Sud et pour Rhône-Alpes, autour de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La correction apportée par l’adaptation statistique permet de nettement améliorer les scores, notamment en Rhône-Alpes et dans le Sud où son impact s’illustre par les réductions de RMSE les plus importantes ($\sim 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$) par rapport aux performances de la prévision brute.

Au final, la RMSE de l’adaptation statistique est comprise entre 7 et $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quelle que soit la région considérée, cette stabilité illustrant la robustesse de l’approche.

rmse for daily mean PM10 – Typo: urban D+0

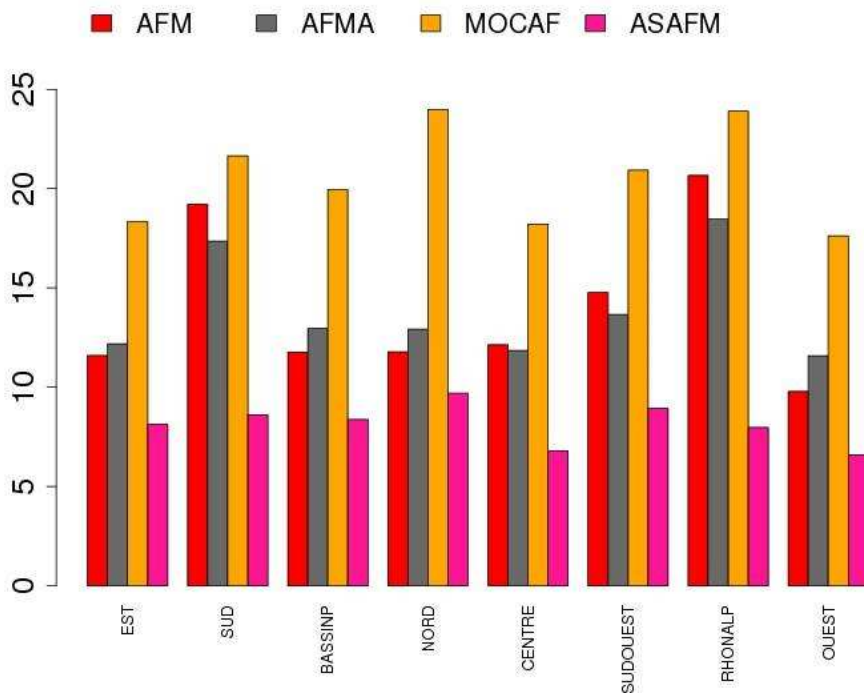


Figure 21 : RMSE en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des moyennes journalières de PM10 des modèles PREVAIR pour J+0 sur 8 régions décrites fig.1 pour les sites urbains.

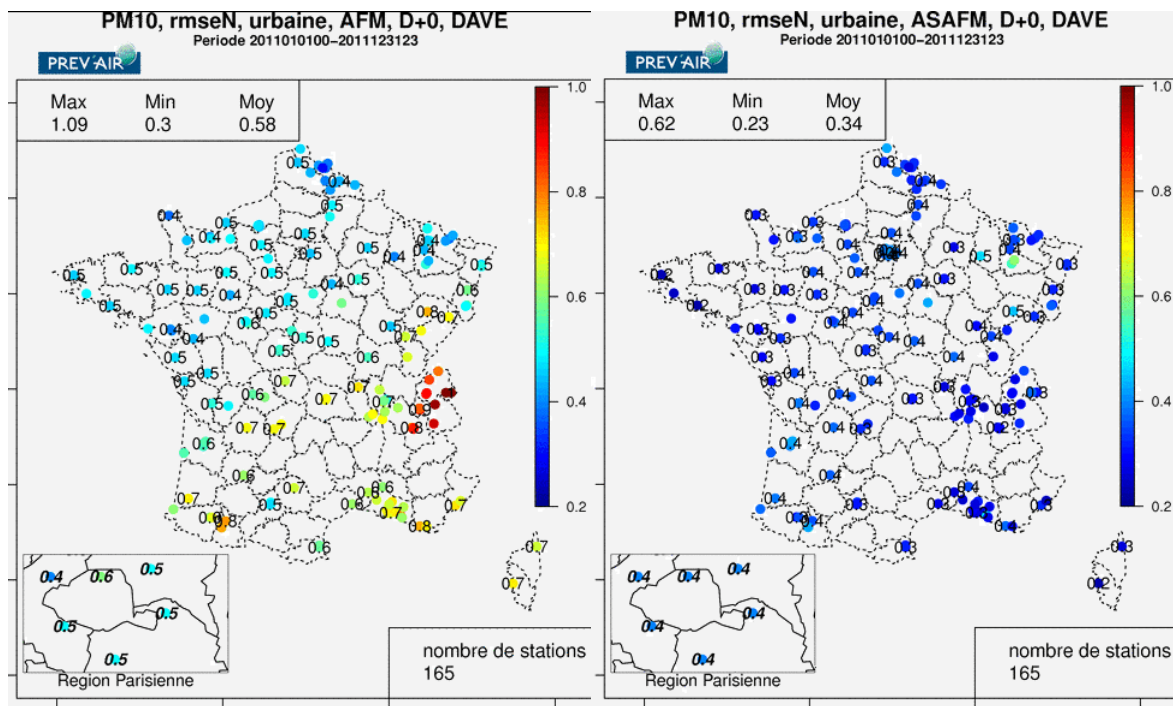


Figure 22 : RMSE normalisé des moyennes journalières de PM10 pour les stations urbaines simulées par AFM à gauche et ASAFM à droite.

La figure 22 illustre l'apport significatif de l'adaptation statistique sur la moitié sud de la France, et l'uniformisation des valeurs de RMSE au niveau national alors que la prévision brute montrait d'importantes disparités géographiques.

3.3.2.3 LA CORRELATION

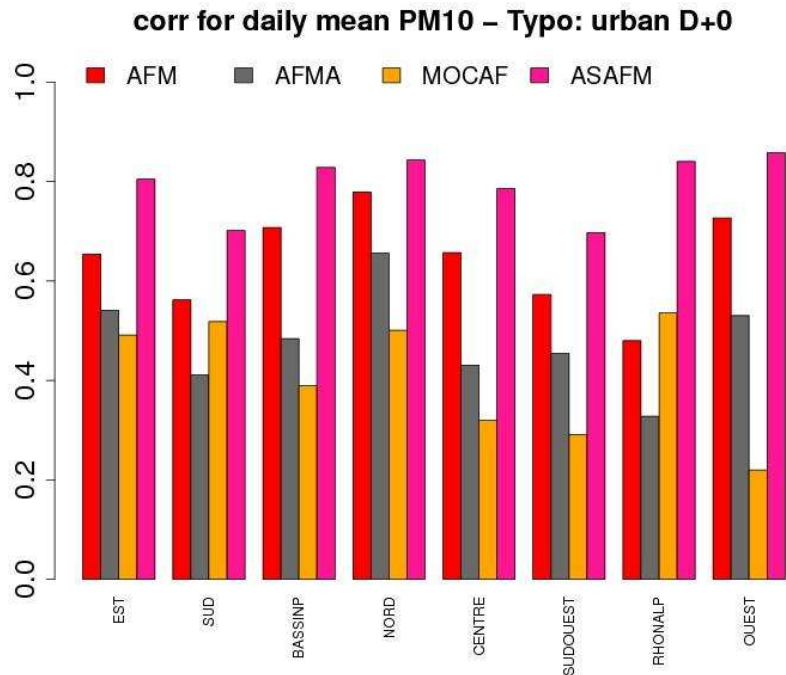


Figure 23 : Corrélation des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV’AIR pour J+0 sur 8 régions décrites fig.21 pour les sites urbains.

La prévision brute AFM dispose d’une bonne corrélation sur la région Nord proche de 0,8 alors que pour les autres régions, la corrélation se situe entre 0,6 et 0,7 (figure 23). Le Sud et Rhône-Alpes ont les plus mauvaises valeurs. L’adaptation statistique permet de corriger les mauvais scores dans ces régions, plus particulièrement en Rhône-Alpes, avec 0,8 de corrélation, alors que la correction reste perfectible dans la région Sud.

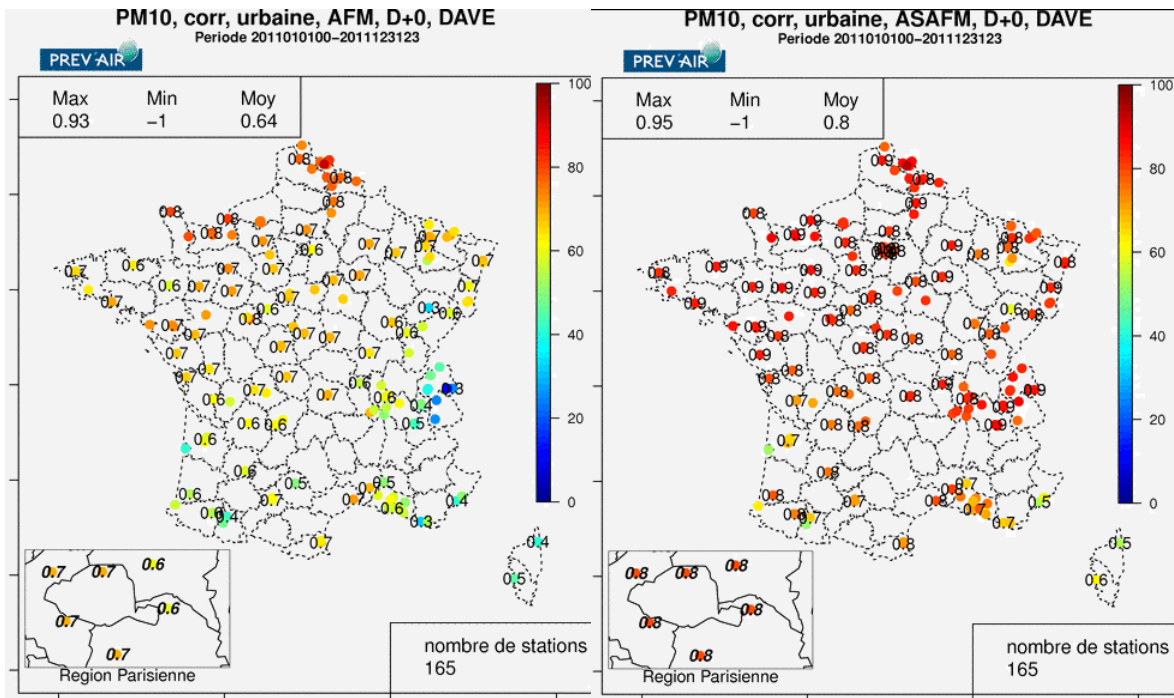


Figure 24 : Corrélation des moyennes journalières de PM10 pour les stations urbaines simulées par AFM à gauche et ASAFM à droite.

Dans l'ensemble l'adaptation statistique permet d'améliorer la variabilité temporelle des concentrations moyennes journalières de PM10 au niveau national, la corrélation entre modèles et observations passant de 0,64 (AFM) à 0,8 (ASAFM) (Figure 24). L'amélioration est flagrante sur Rhône-Alpes mais reste perfectible sur le Sud et le Sud-Ouest.

3.3.2.4 CONCLUSIONS

Les trois indicateurs biais, RMSE et corrélations ont permis de dresser un bilan montrant des disparités régionales importantes de la prévision brute. Si la configuration AFM affiche des performances très satisfaisantes dans le Nord, le Bassin parisien et l'Est, l'effet est amoindri pour les autres régions. Le traitement d'adaptation statistique appliqué à AFM permet de gommer significativement ces disparités régionales en fournissant une prévision nationale assez uniforme et satisfaisante en termes de scores. Son action est donc surtout remarquable dans les régions Sud et Rhône-Alpes.

La figure 25 montre qu'environ 30% des dépassements sont bien pronostiqués par ASAFM. Même si cette performance est élevée par rapport à ce que produisent généralement les plates-formes de prévision, elle illustre aussi le besoin d'améliorer la méthode pour diminuer le nombre d'événements non détectés. Nous prospectons actuellement pour mieux intégrer dans le calcul des modèles statistiques les caractéristiques régionales.

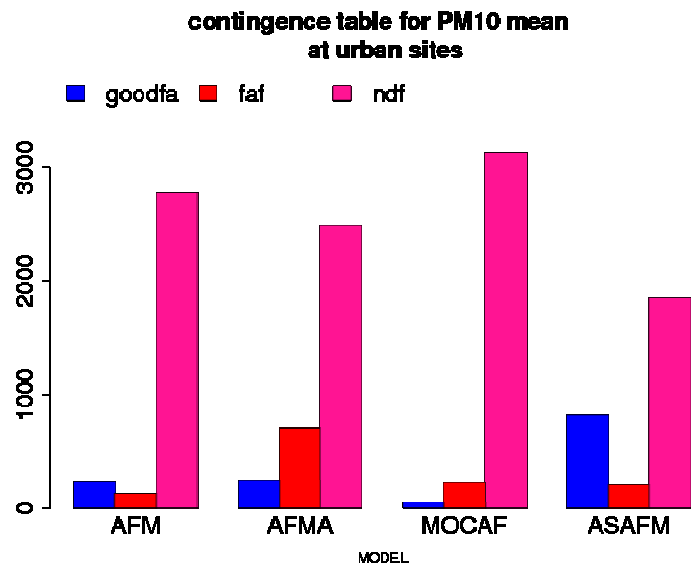


Figure 25 : Scores de la table de contingence des modèles PREVAIR de la prévision pour le jour même sur les sites urbains. (goodfa : Bonne prévision, faf : fausse alerte, ndf : évènement non détecté)

Enfin il faut noter que le résultat de l'adaptation statistique sera d'autant meilleur qu'il s'appuiera sur une prévision brute de qualité ce qui signifie que les efforts doivent également être portés sur l'amélioration des processus pris en compte dans l'émission et la formation des particules.

4. DEVELOPPEMENTS

4.1 MODELISATION DU BENZENE

Une version de CHIMERE a été nouvellement développée afin d'inclure les processus permettant le suivi des teneurs en benzène dans l'air. Cette configuration s'appuie sur les émissions fournies dans le cadre de MACC par le TNO. Une réaction chimique d'oxydation de la molécule C₆H₆ avec OH a été intégrée au schéma réactionnel de CHIMERE.

Les premières simulations ont été réalisées sur 2009 (figure.26). Ce calcul sera prochainement évalué avant d'insérer la prise en compte du benzène dans la chaîne de production opérationnelle de PREV'AIR.

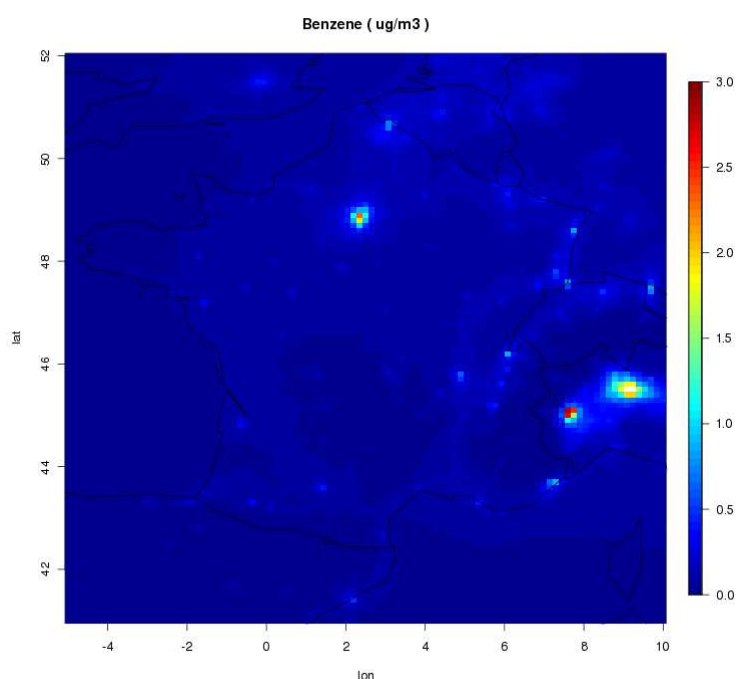


Figure 26 : Concentration moyenne hivernale du benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2009.

4.2 REMISE EN SUSPENSION DES PARTICULES

Ce paragraphe fait une revue des travaux menés en Europe sur la remise en suspension des particules. Ces émissions peuvent être équivalentes en milieu urbain aux émissions issues des gaz d'échappement. Leurs estimations présentent un intérêt particulièrement important dans les situations où la gestion des routes en hiver requiert le sablage et/ou salage comme c'est le cas dans les pays nordiques ou en France dans certaines régions comme Rhône-Alpes. Les pays méditerranéens sont également fortement touchés par des contributions importantes de particules remises en suspension. Les teneurs élevées en fond sont responsables ainsi que les conditions météorologiques (pluies torrentielles apportent de la matière par ravinement) qui favorisent l'accumulation de matière tellurique sur les routes.

Deux approches distinctes ont été répertoriées. L'une, utilisée en Espagne dans la plateforme de prévision nationale de la qualité de l'air CALIOPE, évalue les

émissions dues à la remise en suspension à partir de facteurs d'émission. L'autre, développée au NILU, est basée sur un modèle intégrant les processus qui influencent l'émission. L'objectif de ces approches est de calculer la contribution des particules provenant des freins, des pneus, de l'abrasion de la route, et les poussières minérales dans l'environnement proche de la route et au niveau urbain. La prise en compte de ces émissions semble améliorer la performance des modèles dans leur diagnostic des concentrations de PM.

4.2.1 LES EMISSIONS DANS CALIOPE (ESPAGNE)

CALIOPE est une plateforme de prévision de la qualité de l'air qui comprend le module HERMES⁴ en charge de l'estimation dynamique des émissions. HERMES calcule notamment les émissions liées au trafic par segment de route, distinguant le type de route, les zones de circulation et prenant en compte les caractéristiques du parc automobile roulant.

Le calcul des émissions dues à la remise en suspension des particules par le trafic est basé sur l'estimation du trafic journalier moyen évaluée à partir d'un réseau d'observation (composé d'environ 21000 points d'observation en Espagne).

Ainsi les émissions sont évaluées sur une base horaire et par segment de route à partir de la paramétrisation suivante :

$$E_r^{ires}(k, \text{hourly}) = Cr_h \times \sum_{j=1, n} Clf \times Cr_d \times DAT_{rj}(k) \times L_r(k) \times F^{ires}$$

Avec Cr_h la proportion de DAT à l'heure h , Clf un coefficient du trafic journalier intégrant le type de jour (travaillé ou chômé), Cr_d le ratio entre le DAT et le trafic journalier pour un mois spécifique, $DAT_{rj}(k)$ représente le trafic moyen journalier pour un certain type de route r et catégorie de voiture j dans la cellule k , $L_r(k)$ représente la longueur du segment de route r dans la cellule k , n est le nombre de catégories de voitures considérées et F^{ires} est le facteur d'émission.

Ce facteur d'émission varie selon le type de véhicule (léger ou lourd) et d'un pays à un autre. Par exemple, pour les véhicules légers il est de 88 mg/kmr (kilomètre roulé) à Berlin, 20 mg/kmr en Angleterre, et peut atteindre les 200 mg/kmr dans les pays nordiques.

Un facteur correctif est appliqué pour prendre en compte la décroissance des émissions en cas d'événement pluvieux selon :

$$f_{prep} = (1 - 1.2 \times P/N)$$

avec P représentant le nombre d'heures pendant lequel le taux de précipitation est supérieur à 0,254 mm et N le nombre d'heures considéré sur la période moyenne. En cas de pluviométrie non nulle pendant 48h, la remise en suspension est débranchée dans le module HERMES.

4.2.2 LE MODELE NORVEGIEN NORTRIP

Ce modèle permet d'analyser l'impact de la remise en suspension des particules sur les concentrations de PM10. Il prend en compte pour cela un certain nombre d'éléments explicatifs comme la vitesse des véhicules, le type de véhicule, les

⁴ <http://www.bsc.es/earth-sciences/hermes-emission-model>

caractéristiques des pneus (lisse, clouté ou chaîné), le type de bitume ainsi que les activités de sablage/salage et le nettoyage des rues/routes.

Il prend en compte l'usure du revêtement routier en s'appuyant sur un modèle suédois qui évalue en fonction de la taille du gravier routier et de la vitesse des véhicules le facteur d'émission de PM10 dû aux pneus cloutés.

Des expériences ont été menées afin de calculer des facteurs d'émission en équipant des voitures et en testant plusieurs types de pneus sur des tronçons routiers différents.

Une section du modèle s'occupe du calcul de l'humidité de surface de la route qui joue un rôle prépondérant dans la resuspension. Basé sur un bilan de masse entre évaporation, ruissèlement, précipitations, condensation ... elle calcule notamment l'épaisseur du film d'eau recouvrant la route prenant en compte ou pas la présence de sel.

Le modèle tient compte des opérations de sablage et salage qui apportent de la masse qui peut potentiellement être mise en suspension. Mais d'un autre côté ces apports affectent l'humidité en agissant sur la condensation et l'évaporation et retardent ainsi la mise en suspension de particules.

NORTRIP se décompose en deux sous-modèles. Le premier est dédié au calcul de charge des poussières, sel et sable de la route, à partir duquel sont calculées les émissions. Il détermine également les émissions provenant de l'usure de la route, des pneus et des freins. Le second sous-modèle détermine l'humidité de la route qui est essentielle pour la mise en suspension ou la rétention des particules de surface.

4.3 CARTES ANALYSEES

En 2010, le krigeage des observations avec CHIMERE (AFM) en dérive externe a été mis en place pour l'ozone et les PM₁₀, sur les domaines France et Europe⁵. Il s'effectue selon un pas de temps horaire et une maille de 0.075° x 0.05° pour la France et 0.25° x 0.25° pour l'Europe. Les cartes du maximum horaire du jour et de la moyenne journalière sont déduites des 24 cartes horaires.

En 2011, des ajustements mineurs ont été réalisés afin de prévenir les effets liés à des données d'observation aberrantes (modélisation défectueuse du variogramme et résultats d'estimation incohérents). Après examen de telles situations, un filtrage empirique des données a été introduit et la procédure d'ajustement du variogramme a été améliorée. Un suivi quotidien des cartes horaires produites est réalisé. A la suite des améliorations apportées, aucun résultat incohérent n'a été détecté.

S'agissant du NO₂, des cartographies saisonnières et annuelles sont actuellement produites hors de PREV'AIR en se limitant aux frontières de la France. En plus de CHIMERE, la densité de population (population INSEE 2006 spatialisée en fonction de l'occupation du sol) et les émissions de NO_x (INS) sont utilisées en

⁵ Cf. Rapport 2010, <http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/travaux-relatifs-plateforme-nationale-modelisation-prev-air-bilan-performances-b>

dérive externe dans le krigeage. La production opérationnelle de cartes analysées de NO₂ dans PREV'AIR, nécessite de disposer de telles variables sur les domaines de calcul complets (France et Europe). Des prétraitements ont été entrepris fin 2011 et courant 2012 pour une mise en test de l'analyse du NO₂ prévue courant 2013. Par la suite, la cartographie du NO₂ pourra bénéficier des travaux conduits par LCSQA sur la spatialisation de la population.

5. LES UTILISATEURS

5.1 COMPTES & DEMANDES UTILISATEURS

A ce jour PREV'AIR alimente 65 comptes utilisateurs chaque jour en mettant à disposition des extractions des prévisions au format texte, binaire et netcdf.

Deux demandes de création de compte ont été formulées en 2011, l'une par l'institut météorologique tchèque (chmi) et l'autre par la municipalité de Barcelone.

Plusieurs actions particulières d'extraction ont été demandées notamment lors de la campagne de TRAQA.

Les AASQA ainsi que plusieurs organismes européens nous ont sollicités pour mettre à disposition des extractions spécifiques sur des périodes passées ou également pour agrandir leur domaine d'extraction opérationnelle.

Concernant la période estivale, les équipes d'astreinte ont alerté le ministère et France Télévision sur l'apparition et la persistance d'épisode d'ozone à 2 reprises.

6. CONCLUSIONS

L'évaluation des performances des prévisions brutes de PREV'AIR durant l'année 2011 montre une continuité avec les années passées due à la stabilité des versions de modèle. Les principaux résultats résident dans la tendance à surestimer l'extension spatiale des panaches d'ozone et à sous-estimer cette extension spatiale dans le cas des panaches de particules.

Le principal changement provient de la mise en production de l'adaptation statistique (AS) pour l'ozone et les PM10 qui améliore significativement les scores par rapport aux prévisions brutes. Elle permet de corriger avec plus d'intensité la prévision dans les zones où celle-ci est la plus défailante ce qui engendre une uniformisation des scores sur l'ensemble de la France. Néanmoins certains points seront perfectionnés, notamment en développant des modèles statistiques spécifiques aux J+1 et J+2 qui devraient limiter la dégradation des scores de l'AS pour ces journées par rapport aux scores obtenus pour le J+0.

PREV'AIR souhaite collaborer avec les AASQA afin d'évaluer les performances en région de l'AS et également pour initier un travail sur la sélection des variables explicatives qui pourrait permettre de bonifier le comportement de l'AS.

Concernant l'amélioration des prévisions brutes, les efforts portent principalement sur le développement de nouvelles versions de plus haute résolution qui devraient entrer en production opérationnelle courant 2012.

D'autres travaux destinés à améliorer les prévisions ont été réalisés, avec le développement d'une version de CHIMERE permettant le suivi du benzène. Un travail de veille a été également mené afin d'identifier ce qui est réalisé en Europe sur la remise en suspension des particules due au trafic routier. Enfin la procédure d'analyse a fait l'objet de quelques ajustements et des prétraitements nécessaires à l'élaboration de cartes analysées du NO₂ ont été réalisés.

Le nombre d'utilisateurs a légèrement augmenté avec deux nouvelles créations de comptes. Les requêtes d'extraction ont été particulièrement nombreuses en 2011, principalement sur les analyses de l'année en cours et des années antérieures.

7. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Fiche LCSQA PREV'AIR	3

THEME 6 : Modélisation et traitements numériques

ETUDE : TRAVAUX RELATIFS A LA PLATE FORME NATIONALE DE MODELISATION PREV'AIR

Responsable de l'étude : INERIS

Objectif

L'objectif de cette étude est de réaliser les actions de support technique aux utilisateurs du système PREV'AIR et les développements nécessaires en vue de répondre à leurs besoins futurs.

Contexte et travaux antérieurs

Le système PREV'AIR de prévision et de cartographie de la qualité de l'air a été mis en place au cours de l'été 2003 par l'INERIS, en collaboration avec le CNRS et l'ADEME. Une convention de développement et d'exploitation du système a également été signée en juin 2004 entre le MEDDTL, l'INERIS, l'ADEME, le CNRS et Météo France.

Outre la diffusion par Internet d'observations en temps réel, de prévisions et cartographies d'ozone, de particules (PM₁₀, PM_{2.5} et poussières désertiques) et d'oxydes d'azote, les données numériques de concentrations calculées par CHIMERE sont téléchargeables par les organismes qui en font la demande. A ce jour, presque toutes les AASQA disposent d'un compte sur PREV'AIR et accèdent chaque jour aux prévisions et analyses calculées à l'INERIS.

Travaux proposés pour 2011

Assistance aux utilisateurs

Le système PREV'AIR fournit notamment une prévision de l'ozone, des oxydes d'azote et des particules sur l'Europe et la France, à partir des résultats issus des modèles déterministes CHIMERE et MOCAGE. Certaines AASQA disposent d'un modèle déterministe régional de prévision de qualité de l'air auquel PREV'AIR fournit des conditions aux limites. D'autres AASQA utilisent les sorties brutes de PREV'AIR qu'elles traitent en fonction de leurs besoins.

L'INERIS fournit une assistance aux utilisateurs de PREV'AIR en terme d'appui technique pour l'utilisation et l'interprétation des données issues des modèles ; l'ensemble de ces actions d'assistance pourront faire l'objet, le cas échéant, d'une session de présentation des modèles, de leurs apports et de leurs limites, auprès des AASQA.

L'INERIS met également à disposition l'ensemble des outils de post-traitement qu'il développe. Il répond à toute demande ponctuelle d'extraction de données. Enfin l'INERIS propose et développe des représentations d'indicateurs cohérentes avec les besoins exprimés par les AASQA (séries temporelles, cartographies nationales....).

En 2011, PREV'AIR migre vers une nouvelle plateforme de calcul, dont les capacités seront très nettement accrues par rapport aux années antérieures. Ce changement va permettre d'augmenter la résolution des modèles et donc des produits de sorties. Nous prévoyons 25 km sur l'Europe, et 5 km sur la France. En conséquence, les chaînes de traitement seront remaniées afin de les adapter aux besoins des utilisateurs et de leur offrir cette dernière génération de données.

Une campagne d'information sur les nouveautés de PREV'AIR est également prévue auprès des utilisateurs à cette occasion au premier trimestre 2011. Elle pourra prendre la forme d'un séminaire utilisateurs (AASQA et autres, y compris international).

Prise en compte de la remise en suspension des particules

L'utilisation de plus en plus fréquente de différentes sources météorologiques (ARPEGE/MM5, GFS/MM5) en entrée du modèle CHIMERE montre la forte sensibilité du module de resuspension et d'érosion à certains paramètres météorologiques (vent à 10m, humidité du sol). A la lumière des premiers résultats issus d'un programme de recherche initié par l'INERIS sur l'émission et le transport des poussières naturelles, ces paramétrisations devront être revues pour les besoins opérationnels et feront l'objet de tests dans PREV'AIR. Une veille sur les émissions liées aux opérations de sablage et de salage sera également effectuée. La meilleure façon d'intégrer ces contributions dans les inventaires d'émission pour en représenter correctement l'effet dans les modèles de prévision sera examinée.

Modélisation du benzène

Il est proposé d'intégrer dans PREV'AIR la prévision des concentrations de benzène. La mise en place de ces calculs nécessitera des développements de code dans CHIMERE ainsi qu'un travail sur les données d'émissions. L'inventaire national spatialisé et selon les besoins les inventaires locaux d'émissions seront exploités.

Ces nouveaux développements seront évalués à l'aide de données d'observation issues de stations permanentes ou de campagnes de mesure.

Réactualisation des méthodes d'adaptation statistique et extension de leurs applications aux PM₁₀ et NO₂.

Une nouvelle approche a été mise en œuvre dans le cadre du programme INTERREG IV CITEAIR2 pour adapter a priori les prévisions de CHIMERE via un traitement statistique. Cette nouvelle méthode plus robuste et intégrant plus de paramètres explicatifs que la méthode actuelle sera testée dans PREV'AIR en 2011.

Elle ne corrigera plus uniquement l’ozone sur la France mais sera étendue aux PM₁₀ et NO₂, et à la fois en France et en Europe. Des travaux d’évaluation seront réalisés, dont les résultats décideront de l’opportunité de basculer la méthode en mode opérationnel pour l’été 2011.

Réalisation de cartes analysées de NO₂ : évaluation, amélioration, test de nouvelles procédures

Depuis 2003 pour l’ozone et 2005 pour les PM₁₀, les cartes de la veille simulées par le modèle CHIMERE sur la France sont corrigées chaque matin à l’aide des observations extraites de la base BASTER.

Les travaux prévus pour 2011 seront consacrés à l’évaluation et à l’amélioration des techniques en place pour l’ozone et les PM₁₀ (ajustement des paramètres de krigeage, recherche de variables auxiliaires appropriées) et à leur application à la cartographie du NO₂. Le caractère local de ce polluant rend la démarche techniquement difficile, mais elle est nécessaire par rapport aux besoins des AASQAs. Il est important de noter qu’en parallèle, des développements seront entrepris pour une modélisation géostatistique plus conforme à la réalité physique : modélisation non stationnaire, prise en compte de la corrélation temporelle dans un contexte spatio-temporel.

Renseignements synthétiques 2011

Titre de l’étude	Travaux relatifs à la Plate-forme nationale de modélisation PREV’AIR		
Personne responsable de l’étude	Frédéric Meleux		
Travaux	pérennes		
Durée des travaux pluriannuels			
Collaboration AASQA	toutes		
Heures d’ingénieur	EMD :	INERIS : 850	LNE :
Heures de technicien	EMD :	INERIS :	LNE :
Document de sortie attendu	Bilan de performance des modèles région par région Rapports sur les nouveaux développements réalisés en 2011 Mise à jour du site/ hot line		
Lien avec le tableau de suivi CPT	Comité utilisateurs PREV’AIR		
Matériel acquis pour l’étude			