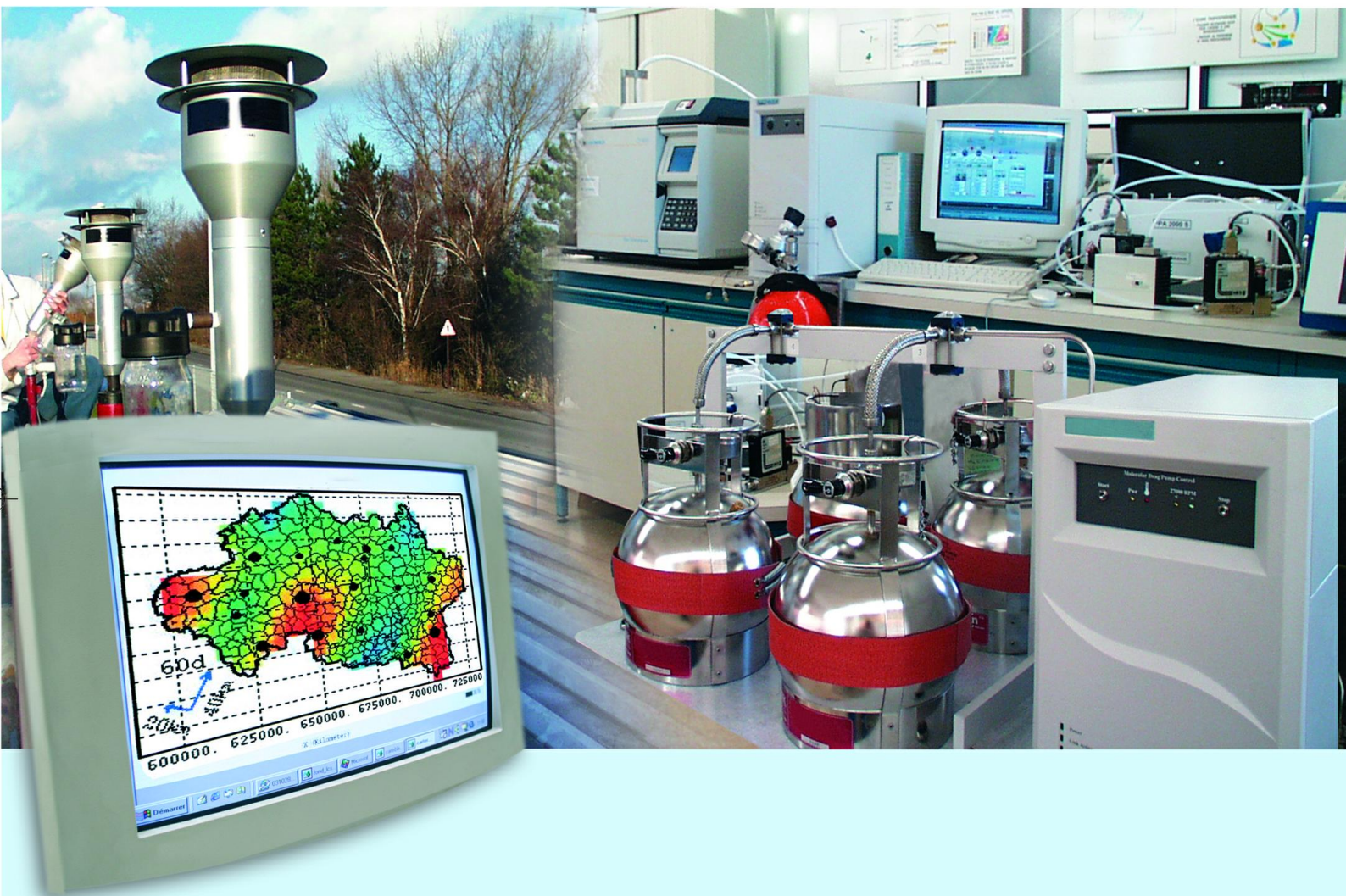




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



«Modélisation - Traitements numériques»

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

Juin 2013

Programme 2012

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 MEDDE 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)

2013

«Frédéric Meleux»

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

Ce document comporte 38 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 2012	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	13
2.3 Performances et scores des modèles	13
2.3.1 Au niveau national	13
2.3.1.1 <i>Le biais</i>	13
2.3.1.2 <i>La racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE)</i>	14
2.3.1.3 <i>Corrélations</i>	17
2.3.2 Au niveau régional.....	19
2.3.2.1 <i>La RMSE</i>	20
2.3.2.2 <i>Corrélations</i>	21
2.4 CONCLUSIONS.....	22
3. LES PARTICULES	24
3.1 Analyse de l'année 2012	24
3.2 Les PM10 vus par PREV'AIR.....	25
3.2.1 Prévisions nationales des dépassements du seuil de 50 µg/m3.....	26
3.3 Performances et scores des modèles	27
3.3.1 Au niveau national	27
3.3.1.1 <i>Le biais</i>	27
3.3.1.2 <i>La RMSE</i>	27
3.3.1.3 <i>Corrélations</i>	28
3.3.2 Au niveau régional.....	29
3.3.2.1 <i>Le biais</i>	30
3.3.2.2 <i>La rmse</i>	30
3.3.2.3 <i>La corrélation</i>	32
3.3.2.4 <i>Conclusions</i>	33
4. ELABORATION DE CARTOGRAPHIES D'INDICATEURS	35

5. MISE A JOUR DES PROCEDURES D'ANALYSE ET 'ADAPTATION STATISTIQUE	36
6. LES UTILISATEURS	37
7. CONCLUSIONS.....	38
8. LISTE DES ANNEXES	39

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 estimation du comportement des outils est réalisée par des indicateurs statistiques classiques et les observations obtenues en temps quasi réel de la base de données alimentée par les AASQA (associations de surveillance de la qualité de l'air).

En 2012, les performances affichées par les modèles sont assez stables par rapports aux années antérieures pour ce qui concerne CHIMERE, la version n'ayant pas évolué. Le modèle a fait preuve d'une aptitude excellente à détecter les quelques épisodes d'ozone et s'est comporté plutôt bien sur les épisodes de particules de l'année 2012 notamment grâce à sa version corrigée par adaptation statistique.

Enfin, suite à la migration de la plateforme PREV'AIR sur une nouvelle machine de calcul dotée de 256 processeurs en 2011, de nouvelles prévisions haute résolution ont été mises en place et ont fonctionné en mode quasi opérationnel en 2012 pour fournir des séries de données dont les résultats ont été exploités et évalués dans ce rapport. L'accroissement de résolution donne des résultats très prometteurs en zone urbaine.

PREV'AIR a encore été très sollicité en 2012 notamment pour la fourniture de données analysées sur des années passées. Ces actions spécifiques s'ajoutent aux données quotidiennement fournis aux 70 utilisateurs.

Des premières demandes ont été formulées par les utilisateurs sur leurs besoins en nouveaux produits pour le rapportage européen. Ceci a nécessité le déploiement de nouveaux traitements pour le calcul de plusieurs indicateurs de la qualité de l'air dans PREV'AIR.

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 face aux 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 macro-régions afin d'identifier les caractéristiques géographiques des différents modèles.

Ce rapport traite de l'ozone pour l'été 2012 et des particules pour l'ensemble de l'année 2012 en France métropolitaine.

La sélection des prévisions évaluées sur la France inclut pour la première fois les nouvelles prévisions haute définition qui fournissent les concentrations sur un maillage à 5 km de résolution horizontale.

Un chapitre est consacré à la production d'indicateurs annuels mis à disposition des AASQA dès cette année et distribués soit sous forme de carte soit sous format numérique. Ces résultats sont à disposition des utilisateurs de PREV'AIR pour leurs activités de rapportage.

Enfin, un rapide bilan des utilisateurs, de leurs demandes et des nouveautés 2012 mises à leur disposition est présenté.

¹ Root Mean Square Error ou erreur quadratique moyenne

2. L'OZONE

2.1 ANALYSE DE L'ETE 2012

La France a connu en 2012, 27 journées durant lesquelles le seuil d'information a été dépassé à au moins une reprise (fig.2). En analysant la répartition spatiale des épisodes selon les 7 grandes régions décrites sur la figure 1, il ressort que les régions du Sud sont les plus touchées avec 22 jours de dépassement. L'été fut marqué par un seul événement d'ampleur nationale qui a sévi lors de la deuxième quinzaine du mois de juillet (fig.2), du 24 au 28 juillet. A l'exception des régions du centre de la France, les autres régions ont été affectées par au moins une journée avec dépassement du seuil d'information à l'ozone lors de ce 25 et 26 juillet. Deux épisodes secondaires se sont également déroulés au cours du mois d'août localisés principalement dans le Sud et en Rhône-Alpes mais avec des étendues et intensités peu importantes mêmes durant la vague de chaleur du 15 au 23 Aout.

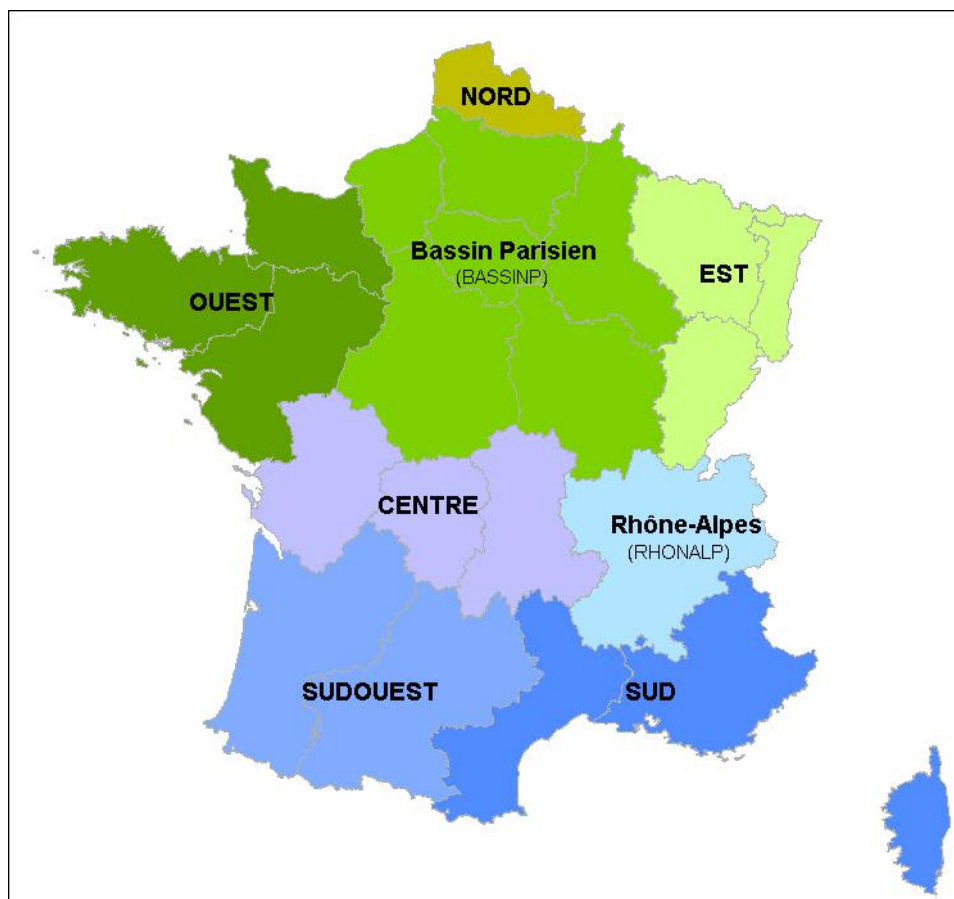


Figure 1 : Description des groupements de régions utilisés pour l'évaluation géographique des modèles utilisés dans PREV'AIR.

225 dépassements du seuil d'information ont été comptabilisés en 2012, ce qui est approximativement 2 fois plus qu'en 2011.

Les périodes, ayant présenté des dépassements du seuil de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, étaient caractérisées par la présence d'un anticyclone au-dessus de l'Europe avec un ensoleillement important. Des conditions qui engendrent une faible dispersion des masses d'air propice à l'accumulation des polluants dans l'atmosphère et favorisent la formation de l'ozone. Néanmoins, lorsque ces conditions ont été rencontrées, soit la persistance a été de courte durée (cas du 25 et 26 juillet) en l'absence de blocage anticyclonique, soit l'importance a été faible du fait de l'occurrence tardive dans la saison (cas du 15 au 23 Aout) qui a limité l'intensité du rayonnement solaire disponible pour la production d'ozone.

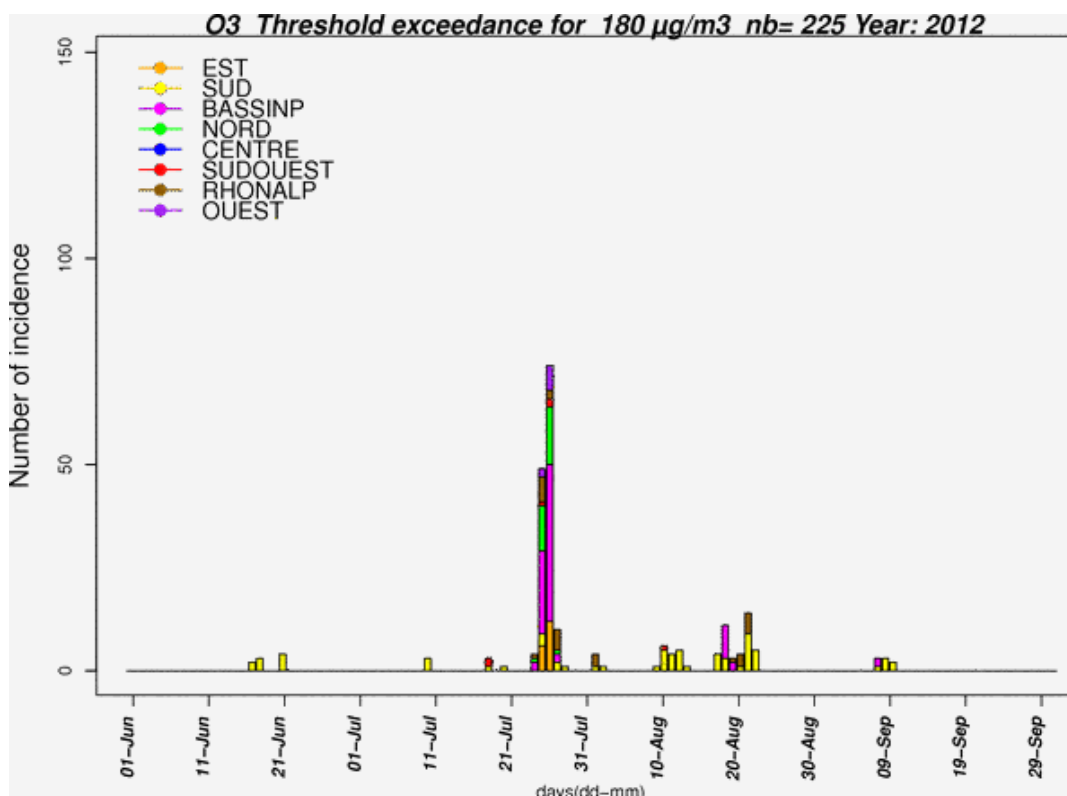


Figure 2 : Nombre de dépassements journaliers du seuil de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 zones lors de l'été 2012. Valeurs des stations de fond issues de la base de données BDQA.

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 2012, du 1er juin au 30 septembre, via des indicateurs statistiques.

PREV'AIR bénéficie depuis 2008 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 $0.1^\circ \times 0.15^\circ$) alimenté par le modèle météorologique américain GFS (AFM)

- CHIMERE France (résolution 0.1°x0.15°) 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)

Dans cet exercice d'évaluation ont été rajoutées les deux filières haute-résolution dont la mise en œuvre est intervenue fin 2011 sur le nouveau cluster PREV'AIR et qui bénéficient sur l'année 2012 d'une production quasi-opérationnelle exploitable à partir du mois d'avril.

Ces nouvelles filières se basent :

- pour l'une sur un forçage direct de CHIMERE par la météorologie du centre européen de la prévision à moyenne échéance (ECMWF) issue des prévisions du modèle IFS.
- pour l'autre sur le remplacement de MM5 par WRF pour raffiner les prévisions GFS sur l'Europe et la France.

Ainsi sont respectivement disponibles MACC1e-IFS pour l'Europe à 0,1° de résolution et FRA05-IFS sur la France à 5 km de résolution; puis EURL24 à 25 km de résolution sur l'Europe et FRAL05 à 5 km de résolution sur la France.

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 notamment en situation d'épisode de pollution.

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 recueillies auprès de la base de données temps réel hébergée par l'INERIS. 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
- Table de contingence

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.prevail.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, MOCAF auxquels s'ajoutent FRAL05 et FRA05-IFS).

2.2.1 PREVISIONS NATIONALES DES DEPASSEMENTS DU SEUIL D'INFORMATION

A l'exception de quelques dépassements singuliers, les modèles ont réussi à détecter et anticiper efficacement l'occurrence d'épisodes de pollution à l'ozone durant l'été 2012. Il apparaît toujours intéressant de conserver une approche

couplée entre les anciennes versions (notamment AFM) et les nouvelles versions (ASAFM, FRA05-IFS et FRAL05) puisque l'on se rend compte lors de l'épisode de juillet qu'AFM surestime légèrement l'intensité de l'épisode alors que les nouvelles versions sous-estiment cet épisode. L'enveloppe formée par AFM et les nouvelles prévisions permet donc d'encadrer l'intensité de l'épisode.

Lors de l'épisode du mois d'Aout par contre, il semble beaucoup plus intéressant de considérer les nouvelles filières plutôt qu'AFM qui surestime de façon trop importante l'épisode d'ozone lié à la vague de chaleur.

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 (MEDDE) puis à France-Télévision à quatre reprises.

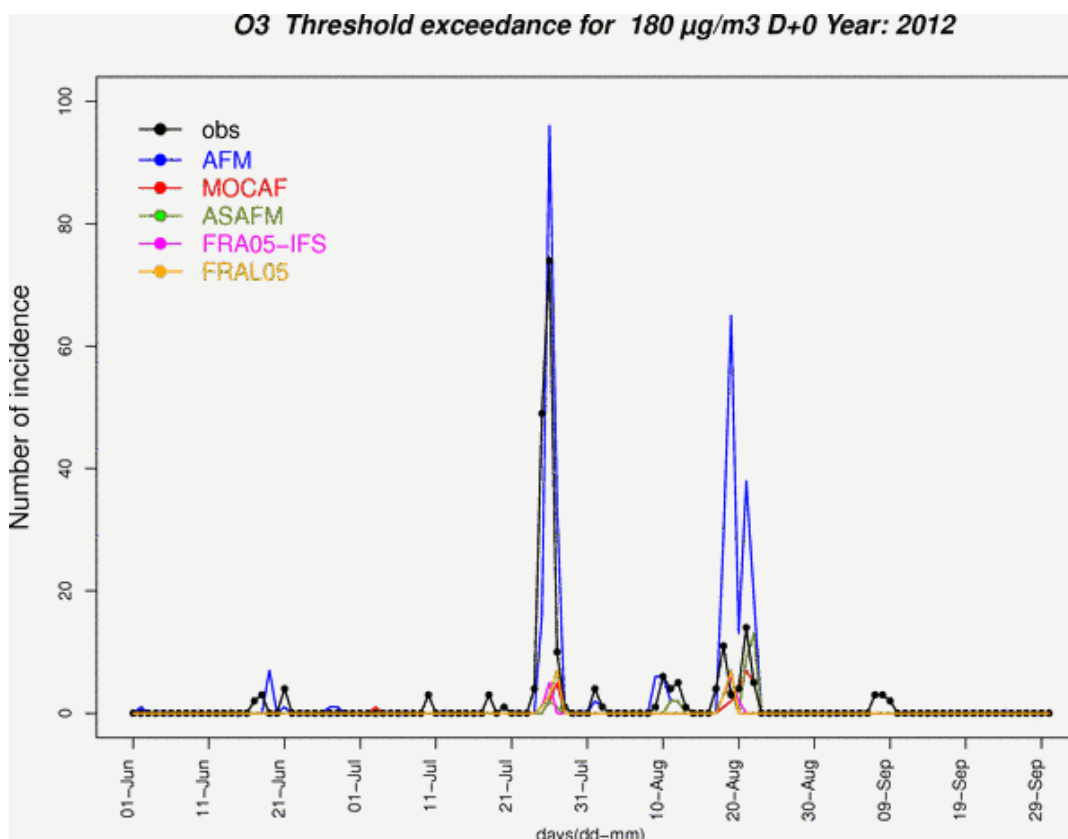


Figure 3 : Détection des événements (nombre de stations ayant dépassé le seuil d'information dans une journée) de pollution à l'ozone vus par les modèles (en couleurs) et les observations validées de la base de données nationale (en noir).

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 (AFM) à prévoir l'arrivée de fortes concentrations d'ozone et à reproduire les disparités régionales de l'occurrence et 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 (25-26 juillet) la prévision a annoncé à juste titre des dépassements du seuil d'information sur les bonnes régions. Lors de l'épisode autour du 20 août, bien qu'AFM a nettement surestimé son étendue spatiale, il a pu détecter les régions affectées. ASAFM a quant à lui évalué l'intensité correctement mais a manqué les dépassements en Rhône-Alpes.

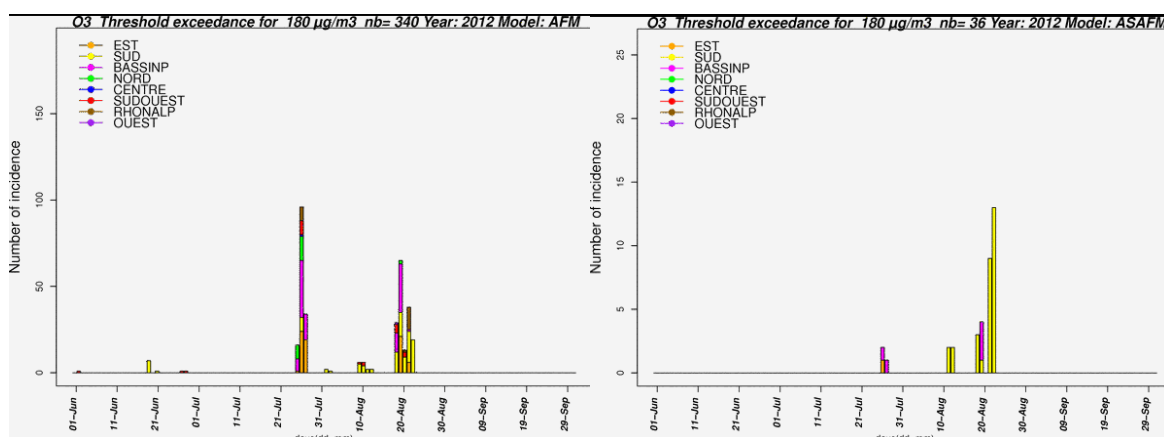


Figure 4 : Nombre de dépassements horaires du seuil de 180 µg/m³ sur 8 zones lors de l'été 2012. Prévisions de J+0 fournies par AFM (gauche) et ASAFM (droite).

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.

CHIMERE AFM a un biais constamment positif alors qu'il peut être négatif pour ASAFM sur les stations rurales et positif sur les autres catégories de stations.

Les nouvelles filières FRA05-IFS et FRAL05 présentent un biais négatif pour tous les types de stations et tous les échéances de prévision.

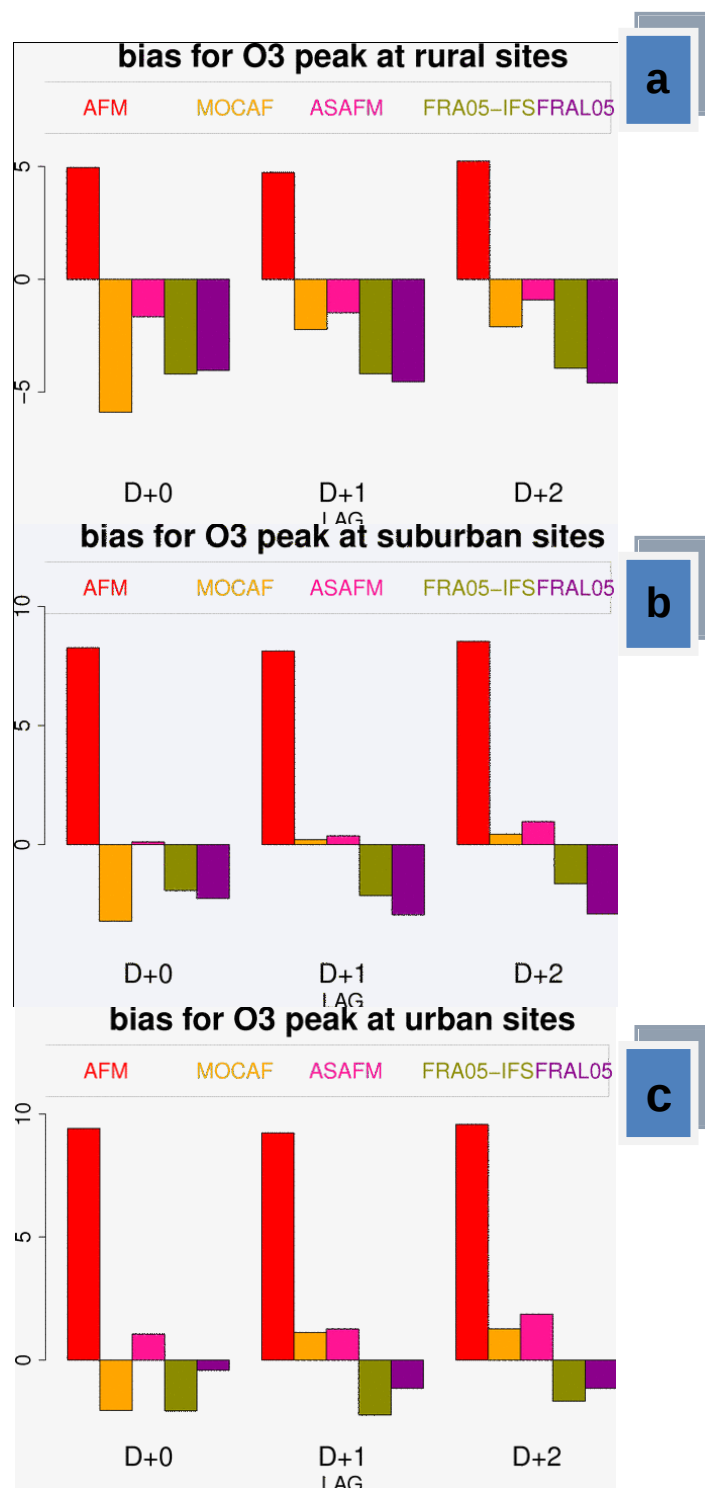


Figure 5 : Biais en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (a), périurbains (b) et urbains (c).

Par rapport à 2011, AFM et MOCAF présente le même biais par contre ASAFM avait sur les stations rurales un biais positif qui en 2012 est devenu négatif.

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 quelque soit le type de stations avec une très légère dégradation des scores en passant des sites ruraux aux périurbains puis aux urbains.

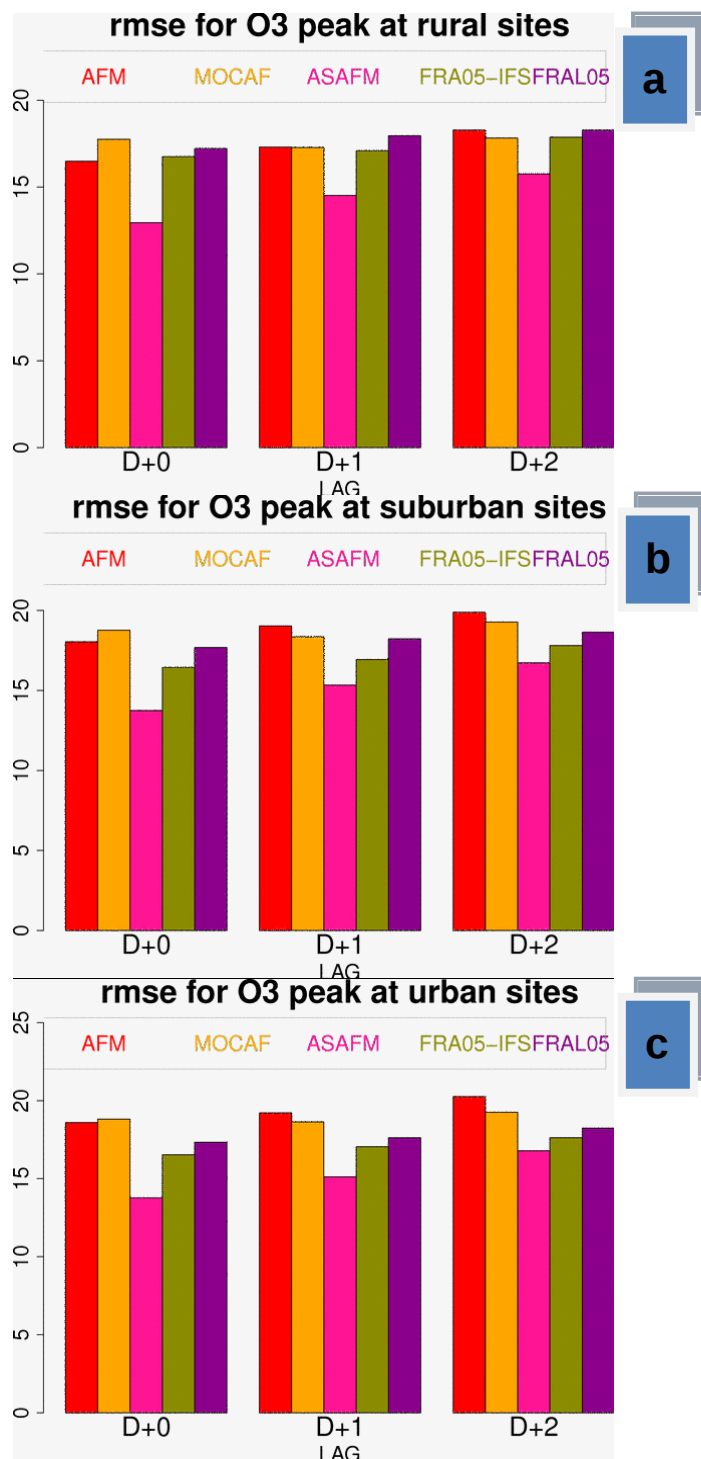


Figure 6 : RMSE en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (a), périurbains (b) et urbains (c)

ASAFM affiche la meilleure RMSE. Ensuite il existe des disparités selon les stations considérées. Ainsi AFM a la meilleure RMSE parmi les résultats bruts des modèles

pour les stations rurales alors que pour les autres typologies c'est FRA05 qui devance FRAL05 et viennent ensuite AFM et MOCAF.

Par rapport à 2011, les modèles présentent les mêmes performances.

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

CHIMERE AFM et FRA05 donnent sensiblement le même score autour de 0,8, puis avec une corrélation un peu inférieure viennent MOCAF et FRAL05.

Par rapport à 2011, ASAFM et AFM affichent les mêmes scores.

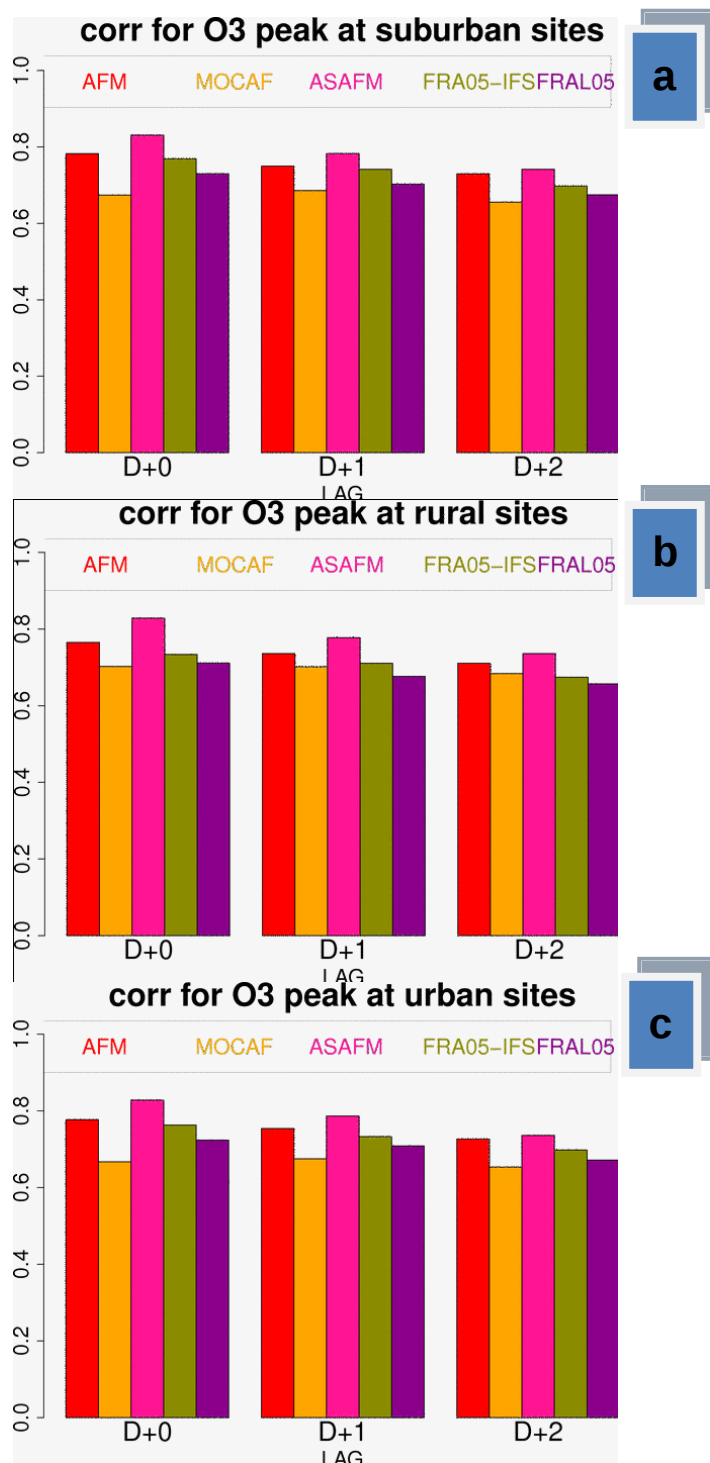


Figure 7 : Corrélations des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de simulation, sur les sites ruraux (a), périurbains (b) et urbains (c).

2.3.2 AU NIVEAU REGIONAL

La figure 8 illustre la variabilité observée entre les régions pour les sites ruraux, périurbains et urbains des moyennes sur la période des maximums journaliers d'ozone.

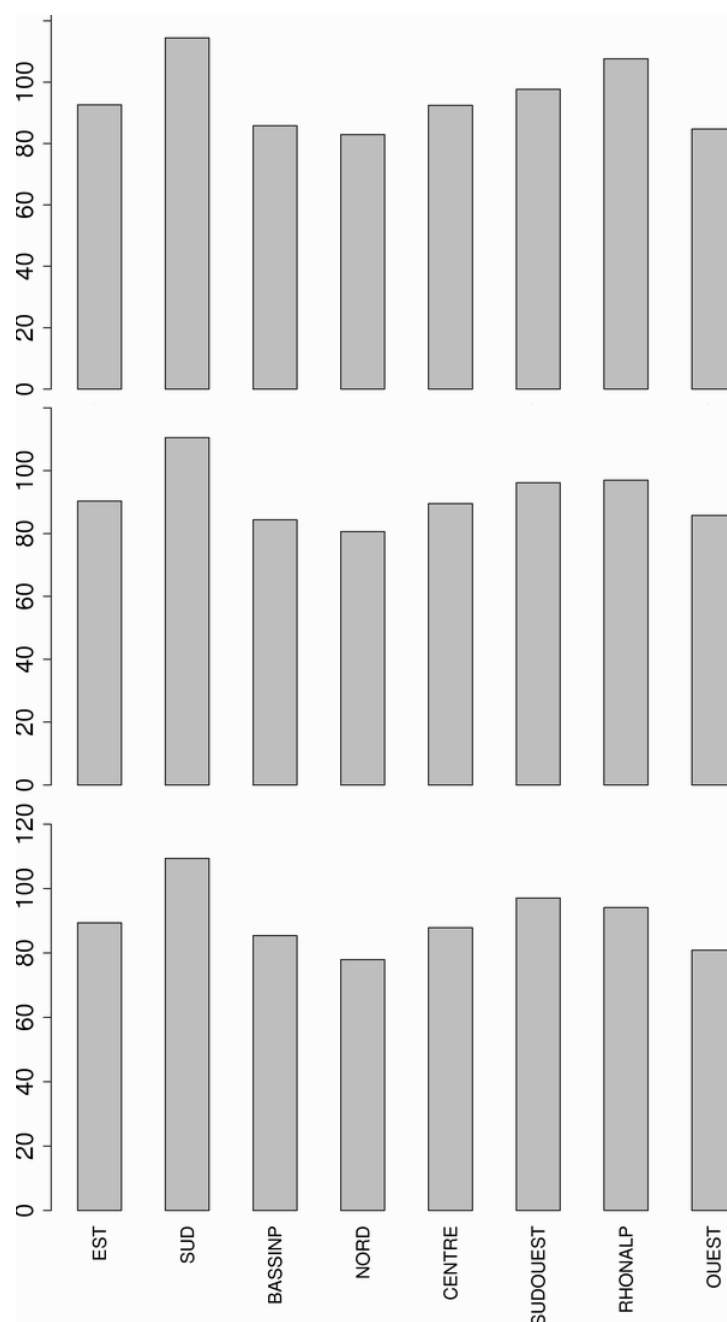


Figure 8 : Moyenne des pics journaliers observés d'ozone pour les 7 régions décrites fig.1 pour les stations rurales (haut), périurbaines (milieu) et urbaines (bas).

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 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, avec des valeurs légèrement plus faibles pour les stations périurbaines puis urbaines. La hiérarchie est identique quelque soit la typologie de station considérée. Soit après la région Sud, les régions avec les valeurs les plus fortes sont Rhône-Alpes, puis Est et Sud-Ouest. Les concentrations les plus faibles des pics journaliers se trouvent dans les régions Ouest et Nord avec 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de moins qu'en région Sud.

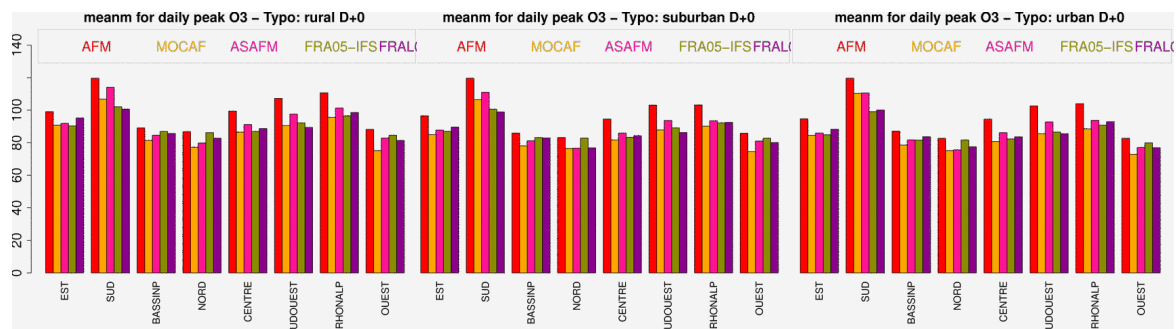


Figure 9 : Moyenne des pics journaliers simulés d'ozone pour les 7 régions décrites fig.1 pour les stations rurales (droite), périurbaines (milieu) et urbaines (gauche).

La figure 9 montre que les modèles retranscrivent bien cette variabilité interrégionale. Si AFM a les niveaux les plus élevés pour chaque région et typologie de station, il y a une variabilité plus importante d'une région à l'autre entre ASAFM, FRA05, MOCAF et FRAL05.

2.3.2.1 LA RMSE

Pour toutes les régions décrites, ASAFM possède la RMSE la plus faible (fig.10). Elle se montre la plus performante pour les régions Centre, Est, Bassin parisien et Ouest pour les stations rurales et urbaines. En comparant AFM et ASAFM, nous constatons que l'efficacité du traitement d'adaptation statistique est assez hétérogène, rabaisant par exemple la RMSE de AFM de plus de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les stations rurales du Sud-Ouest et au minimum de 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les stations urbaines de Sud et Rhône-Alpes.

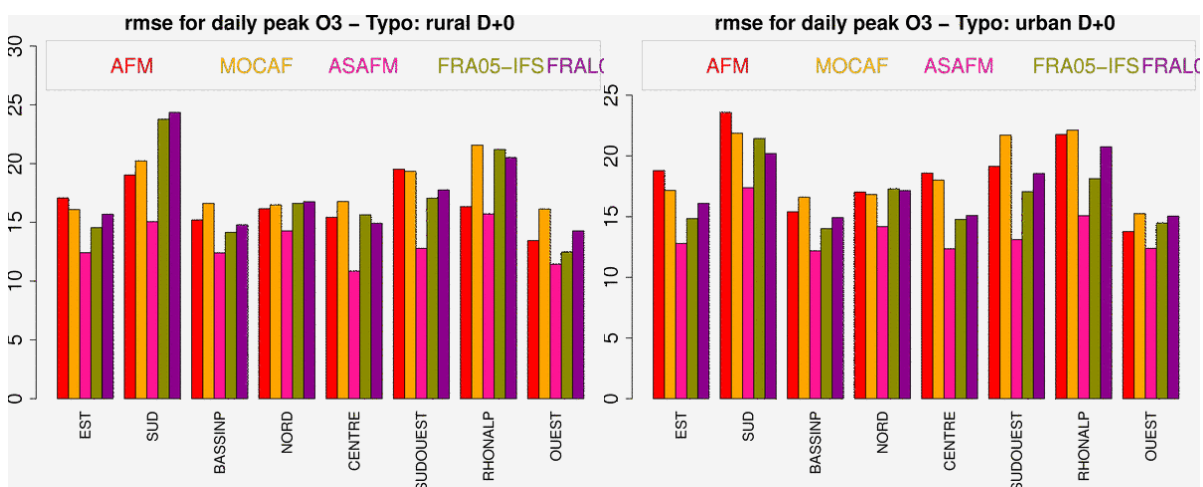


Figure 10 : RMSE des pics journaliers d'ozone pour les 7 régions décrites fig.1. A gauche pour les stations rurales et à droite pour les stations urbaines.

Les nouvelles filières haute-résolution affichent des difficultés sur les stations rurales des régions les plus polluées comme Sud et Rhône-Alpes. Par contre sur les autres régions elles font jeu égal avec les anciennes filières voire elles proposent une amélioration des scores. Pour les stations de typologie urbaine, elles obtiennent des résultats plus performants que AFM quelle que soit la région considérée, se montrant même assez largement meilleures avec des valeurs de RMSE notamment pour les régions Sud et Rhône-Alpes en deçà de des scores ruraux.

La figure 11 illustre 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.

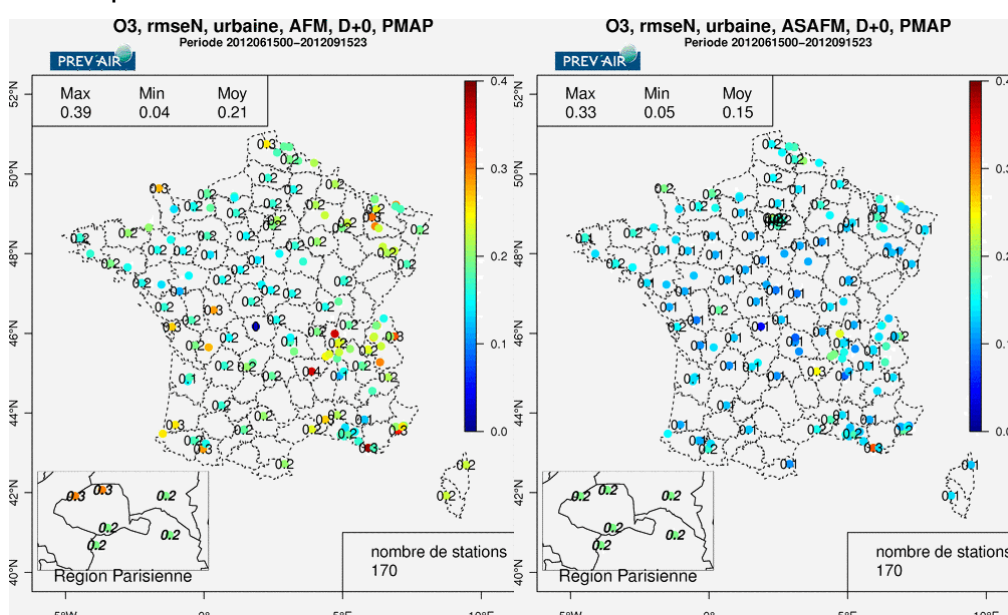


Figure 11 : RMSE normalisée des pics journaliers d'ozone pour les stations urbaines simulées par AFM à gauche et ASAFM à droite.

2.3.2.2 CORRELATIONS

Les meilleures corrélations sont obtenues par ASAFM sauf pour la région OUEST où FRA05 obtient une corrélation légèrement meilleure. Les différentes versions de CHIMERE sont assez proches, avec une hiérarchie AFM, FRA05 et FRAL05. Les scores de MOCAGE est un peu en retrait (Figure 122).

Il faut noter cependant la corrélation assez fortement dégradée sur la région Sud de la haute résolution par rapport à AFM.

L'Est et 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.

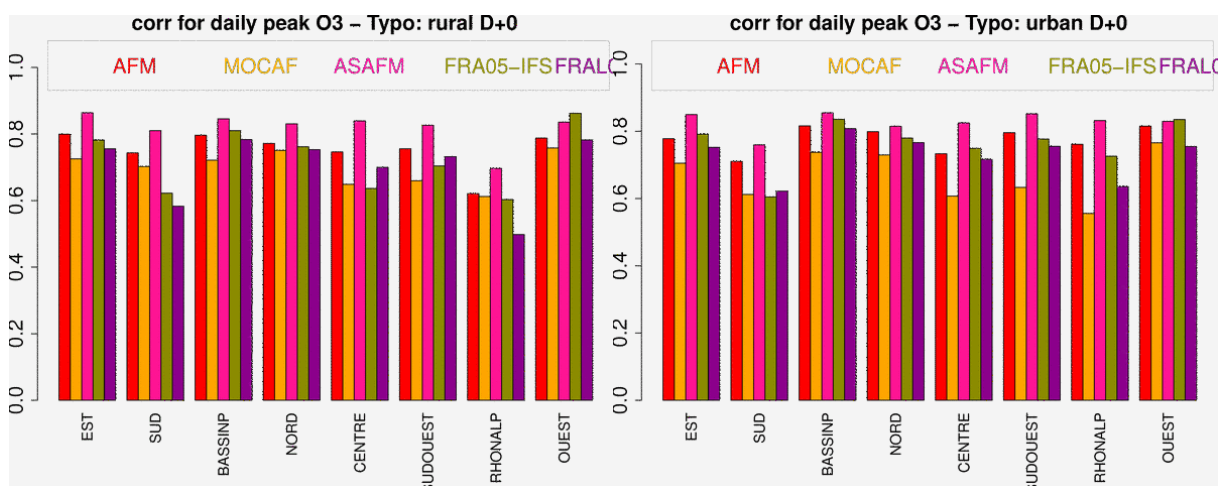


Figure 12 : Corrélations des pics journaliers d’ozone pour les 7 régions décrites fig.1. A gauche pour les stations rurales et à droite pour les stations urbaines.

L’effet de l’adaptation statistique sur la prévision est très sensible sur la moitié Sud de la France, mais il n’en demeure pas moins que des régions restent perfectibles notamment Rhône-Alpes et PACA.

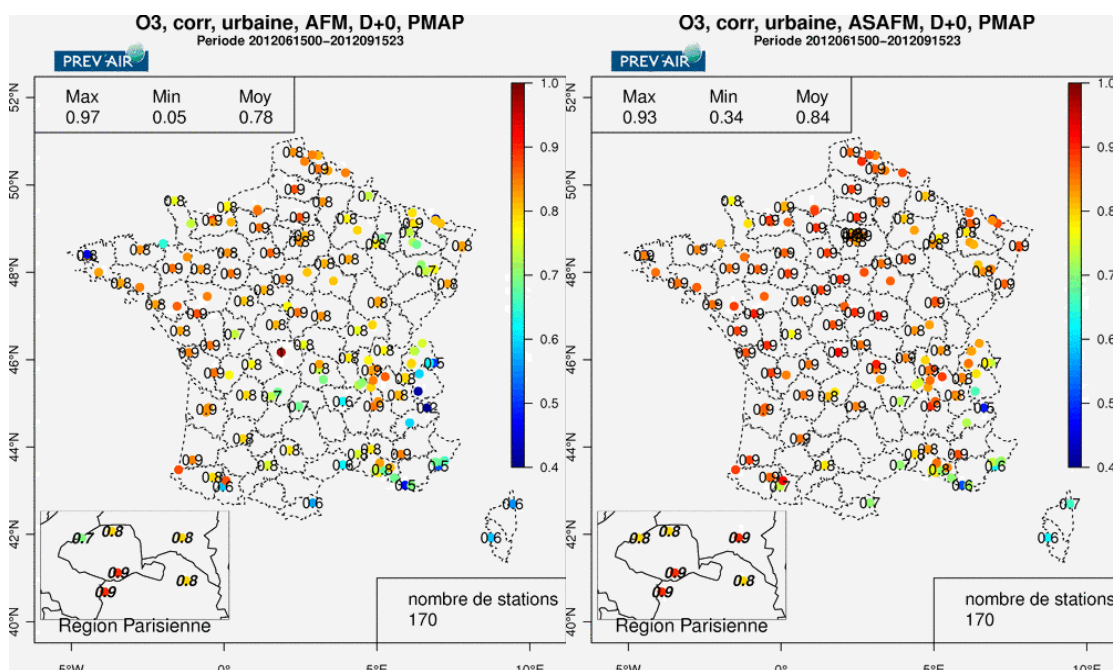


Figure 13 : Corrélation des pics journaliers d’ozone pour les stations urbaines simulées par AFM à gauche et ASAFM à droite.

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 reste sujet à amélioration, les versions ayant tendance soit à surestimer soit à sous-

estimer l'étendue spatiale des panaches d'ozone, ce qui explique les différences importantes des scores relayés par les tables de contingence (fig.14).

Le fort nombre de fausses alertes de AFM doit être attribué à l'épisode d'août dont l'ampleur a été nettement surestimée dans le bassin parisien (où le réseau de stations est dense).

L'adaptation statistique améliore significativement les fausses alertes mais affiche un nombre important de non détections, de par la sous-estimation de sa prévision des niveaux d'ozone lors de l'épisode de juillet.

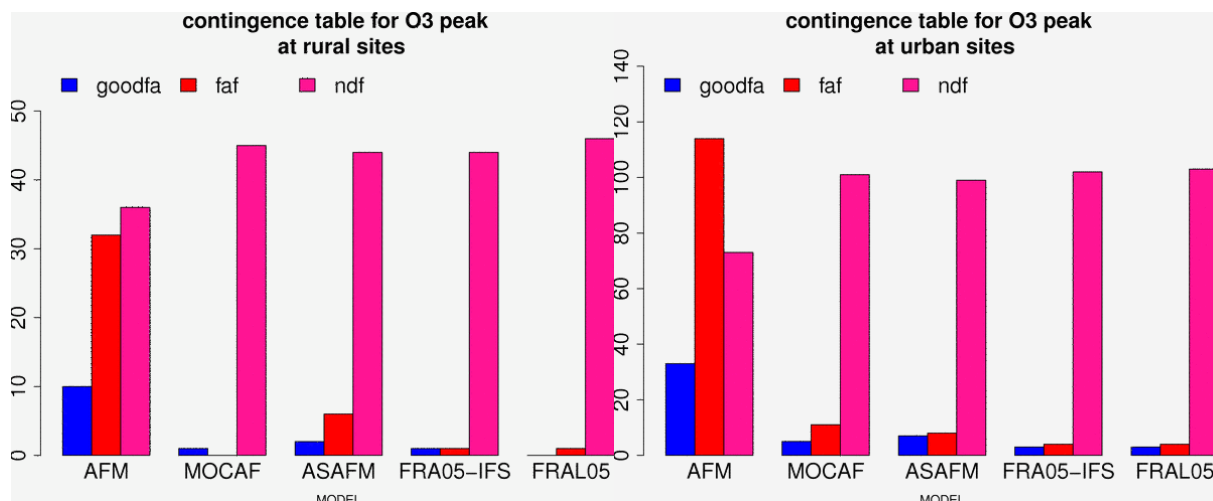


Figure 14 : Scores de la table de contingence des modèles PREV'AIR de la prévision pour le lendemain, sur les sites ruraux (à gauche) et urbains (à droite). (goodfa : Bonne prévision, faf : fausse alerte, ndf : évènement non détecté)

Les filières à haute résolution de par leurs biais négatifs tendent logiquement à sous-estimer les dépassements du seuil de 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3. LES PARTICULES

3.1 ANALYSE DE L'ANNEE 2012

En se focalisant sur l'hiver (jan-mars) la saison la plus propice aux épisodes de particules qui totalisent en 2012 presque 80 % des dépassements du seuil de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$, plusieurs régions fig.15 (le Nord, l'Île de France, Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte-D'azur) se détachent en affichant des fréquences importantes de dépassement du seuil d'information. Les épisodes les plus significatifs sont apparus durant les vagues de froid ayant sévi au mois de janvier et février.

La période hivernale a également été propice à l'apparition d'épisodes de pollution en particules dus à la formation d'aérosol secondaire provenant entre autres sources du secteur agricole en Europe. Ainsi l'utilisation d'engrais entraîne la formation d'une forte composante en nitrates d'ammonium dans les particules d'aérosol qui explique les fortes teneurs en particules relevées au cours du mois de mars.

La région Nord assez fortement affectée par des concentrations élevées en particules, illustre la complexité de la pollution résultant à la fois de processus locaux et également d'apport extérieur à nos frontières.

En automne, la météorologie a été moins propice aux développements d'épisodes de pollution en particules.

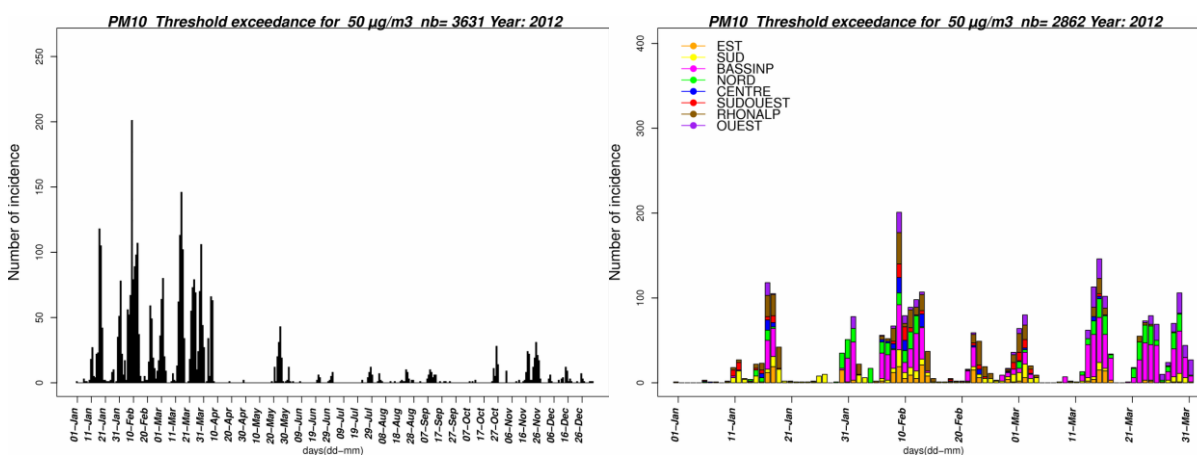


Figure 15 : Nombre de dépassement du seuil de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière pour les PM10 sur toute l'année 2012 (à gauche) et sur 8 zones lors de l'hiver 2012 (à droite). Valeurs issues de la base de données d'observation validées.

Au mois de mars, les plus gros épisodes sont intervenus dans la deuxième quinzaine lorsque les conditions météorologiques étaient caractérisées par des vents faibles et des températures douces (souvent nettement supérieur à 10°). Dans l'ensemble ce mois a été marqué par des températures au dessus des normales, une très faible pluviométrie et un ensoleillement très important. Une situation mise à profit par les agriculteurs pour épandre des engrais ammoniaqués. Or avec ces conditions météorologiques, l'ammoniac se volatilise dans l'atmosphère en quantités importantes. Ces émissions contribuent à augmenter la part de nitrates d'ammonium dans les aérosols et accroissent les concentrations de particules dans l'air jusqu'à former des épisodes de pollution importants (fig.11). En général, durant ce type de situation, les concentrations de PM10 en France sont affectées par un apport transfrontalier et donc une contribution assez variable des pays voisins et notamment de la Belgique, du Benelux et de l'Allemagne.

La région sud est la plus touchée puisqu'il est dénombré plus de 125 jours avec dépassement du seuil de 50 µg/m3 devant Rhône-Alpes avec un peu plus de 80 jours. A l'opposé, les régions les moins exposées sont Centre, Ouest et Sud-Ouest avec moins de 40 jours dépassant ce seuil réglementaire. En s'intéressant au seuil d'alerte de 80 µg/m3, ce sont les régions Rhône-Alpes, Bassin parisien et Nord qui avec plus de 10 dépassements sont les plus exposées.

3.2 LES PM10 VUS PAR PREV'AIR

PREV'AIR a bénéficié des résultats de 8 filières de prévision établies 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°) alimenté par le modèle météorologique américain GFS (AFM)
- CHIMERE France (résolution 0.1°) alimenté par le modèle météorologique américain ARPEGE (AFMA)
- CHIMERE France avec adaptation statistique (résolution 0.075 x 0.05°) issu de AFM (ASAFM)
- MOCAGE GLOBE (résolution 2°)
- MOCAGE EUROPE (résolution 0.5°)
- MOCAGE France (résolution 0.1°)

A noter que les versions aérosols de MOCAGE ont été impliquées dans PREV'AIR à titre expérimental, car la représentation des aérosols dans MOCAGE est incomplète pour le moment.

Comme pour l'ozone, l'évaluation est réalisée uniquement sur une sélection des prévisions France auxquelles s'ajoutent FRAL05 et FRA05-IFS, les filières haute résolution installées en 2011 et qui bénéficient d'une année partielle d'exercice (car les résultats sont devenus exploitables à partir du mois d'avril).

3.2.1 PREVISIONS NATIONALES DES DEPASSEMENTS DU SEUIL DE 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM10 Threshold exceedance for 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ D+0 Year: 2012

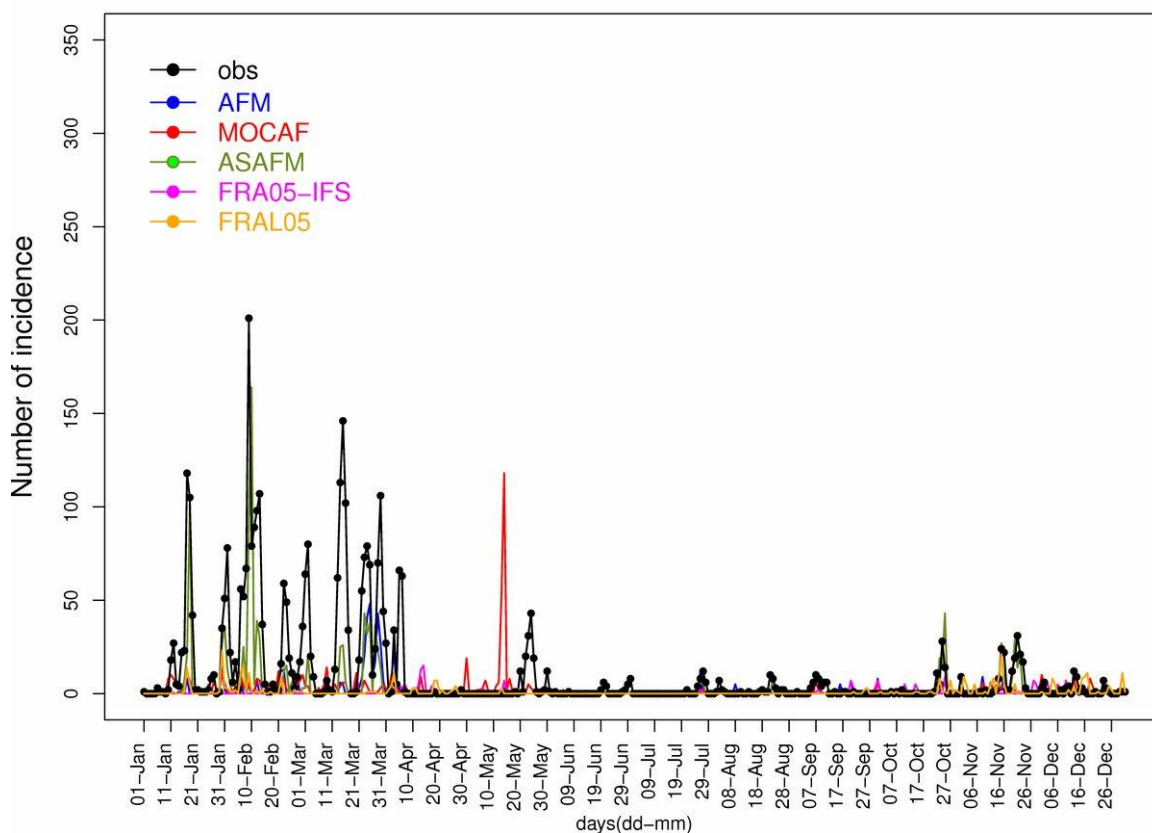


Figure 16 : Détection des événements (nombre de stations ayant dépassé le seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière) pour les PM10 prédits par les modèles (en couleurs) et observés via les données d'observation (noir).

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 16). Néanmoins, les configurations brutes 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 de AFM est très significatif sur les principaux épisodes du premier trimestre par rapport à la prévision brute AFM à la fois lorsque ceux-ci sont dus aux émissions du chauffage lors des vagues de froid ou lors des épisodes de mars en lien avec les émissions issues des pratiques agricoles.

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 dans les nouvelles versions haute résolution (non activé dans la production 2012). 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 les prochaines prévisions 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

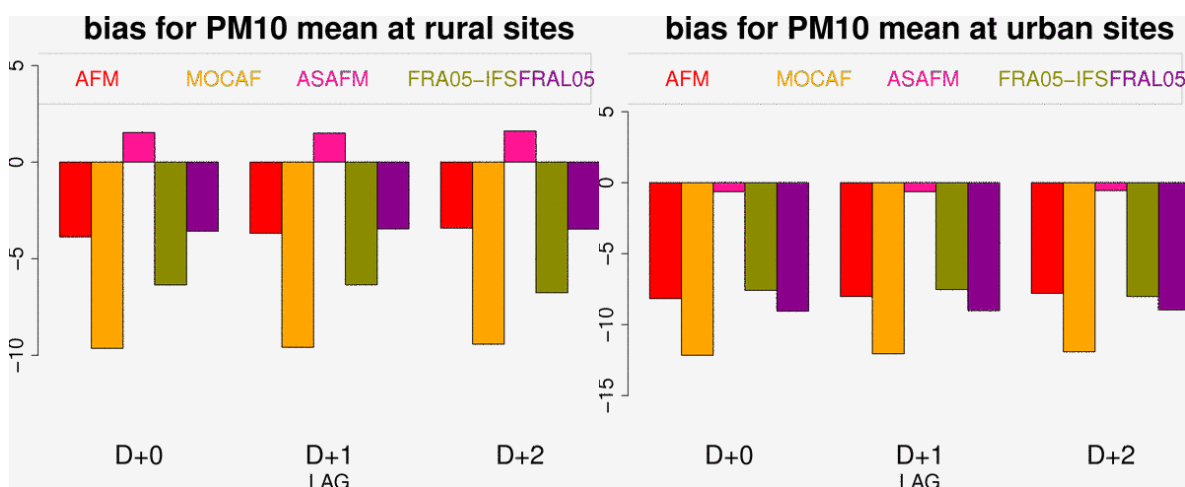


Figure 17 : Biais en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (gauche), et urbains (droite).

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 traitement d'adaptation statistique réduit le biais négatif de AFM à des valeurs légèrement positives pour les stations rurales et légèrement négatives pour les stations urbaines.

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

Si la version FRAL05 a un comportement proche de AFM, avec un biais un peu meilleur en zone rurale et un peu moins bon en zone urbaine, la version FRA05-IFS présente un biais plus fort en zone rurale et quasi-équivalent à AFM pour les stations urbaines.

La principale différence entre ces versions outre le forçage météorologique réside dans les conditions aux limites puisque seul FRA05-IFS ne dispose pas actuellement de conditions aux limites pour les aérosols.

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 $8-9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (fig.18) qui se dégrade sur les stations urbaines à $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comme pour le biais, l'adaptation statistique a un effet bénéfique diminuant significativement la RMSE autour de $7-8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quelle que soit la typologie de

station considérée. Ce qui signifie que son apport en termes d'amélioration de la prévision est plus conséquent sur les stations urbaines que rurales.

Les performances sont assez stables d'un jour de prévision à l'autre avec une légère dégradation des scores, à 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.

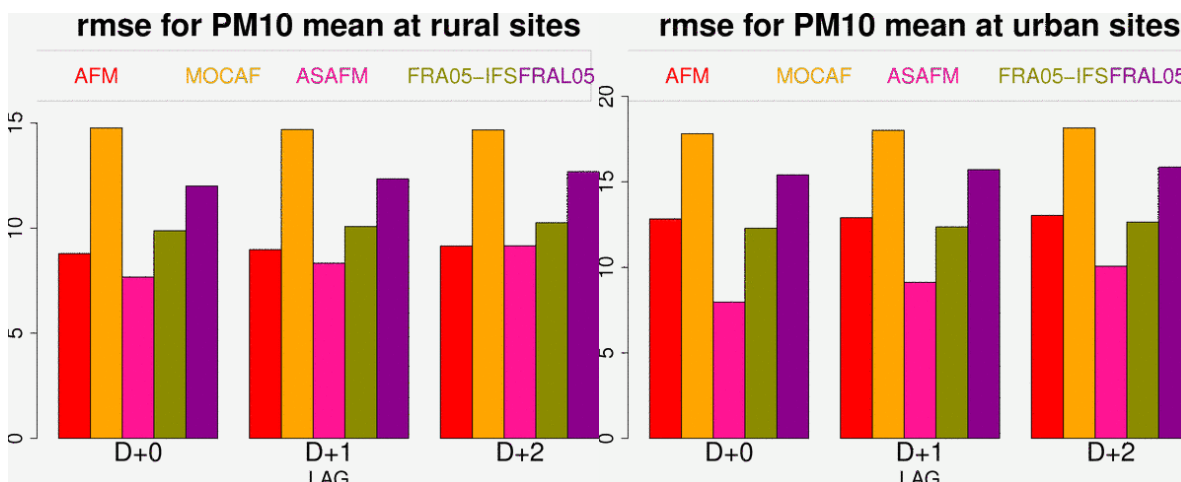


Figure 18 : RMSE en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (gauche), et urbains (droite).

Concernant les prévisions à haute résolution, même si la version FRA05-IFS est légèrement moins bonne qu'AFM sur les stations rurales, elle se comporte légèrement mieux sur les stations urbaines. Par contre, FRAL05 présente pour les 2 catégories de stations des performances moins intéressantes que la prévision basse résolution.

3.3.1.3 CORRELATIONS

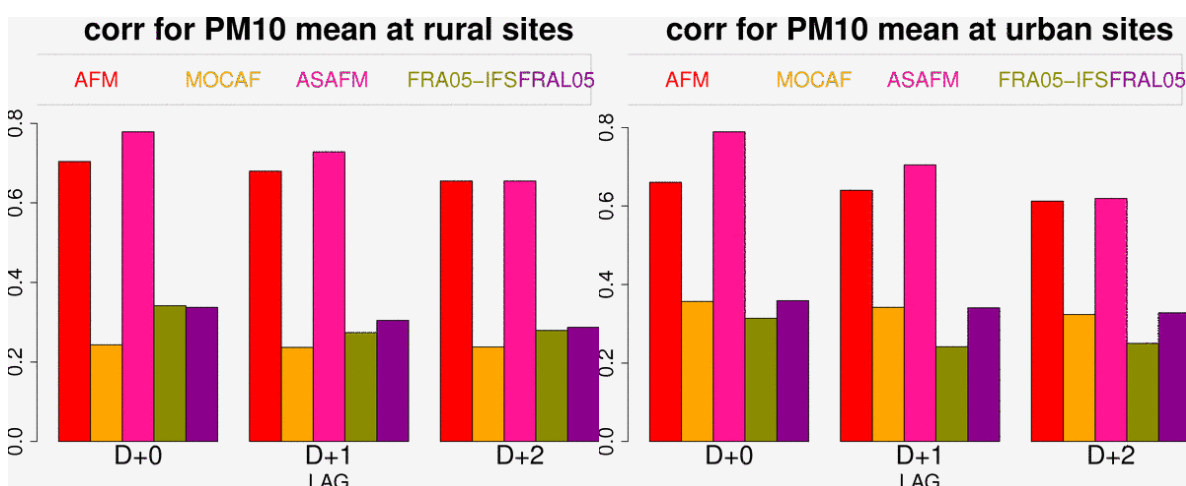


Figure 19 : Corrélations des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (gauche), et urbains (droite).

Les corrélations 2012 sont légèrement meilleures qu'en 2011. Les valeurs pour AFM autour de 0,6-0,7. L'adaptation statistique a un effet nettement 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 sur la RMSE.

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

Les prévisions à haute résolution affichent des corrélations anormalement basses, loin de AFM. Des corrélations qui tendent à décroître en passant des stations rurales aux stations urbaines alors qu'elles sont relativement stables pour AFM et ASAFM.

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 20, illustrant les moyennes journalières annuelles des concentrations de PM10 sur les 8 macro-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.

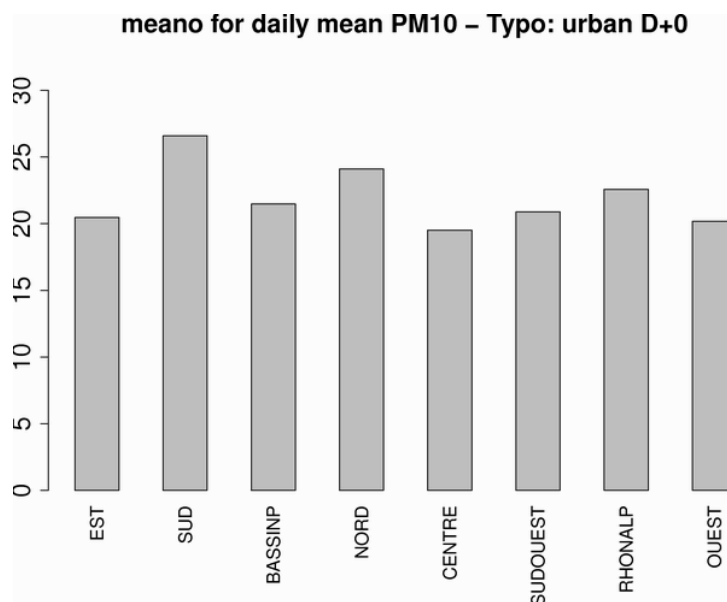


Figure 20 : Concentrations de la moyenne journalière annuelles en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM10 des modèles PREV'AIR pour J+0 sur 8 régions décrites fig.1. pour les stations urbaines.

Les teneurs les plus élevées sont observées dans le Sud, le Nord, et en Rhône-Alpes avec des moyennes annuelles entre 23 et 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Viennent ensuite l'Est, le Bassin parisien et le Sud-Ouest autour de 21-22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, puis l'Ouest et le Centre à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La hiérarchie des régions reste quasiment identique à 2011 avec des teneurs moyennes en baisse d'1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.3.2.1 LE BIAIS

C'est sur le Sud, région avec la plus forte moyenne annuelle, que CHIMERE AFM a le biais le plus fort (autour de -15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ensuite se trouvent Rhône-Alpes (~-13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) puis les autres régions entre -5 et -8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'adaptation statistique a un impact important en réduisant sur l'ensemble des régions le biais entre -1 et 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

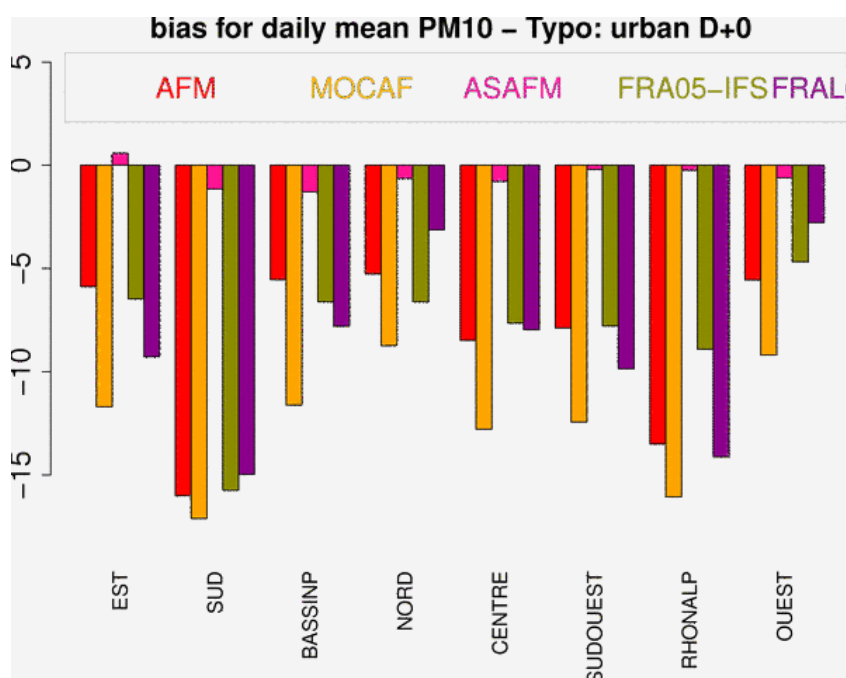


Figure 21 : Biais en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV'AIR pour J+0 sur 8 régions décrites fig.1 pour les sites urbains.

La filière FRA05-IFS affiche des performances proches d'AFM à l'exception de la région Rhône-Alpes où elle améliore significativement le biais de 5-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. FRAL05 a un comportement plus variable, avec un biais relativement faible sur le Nord et relativement élevé sur Rhône-Alpes.

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 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et une plus importante pour le Sud et pour Rhône-Alpes autour de 16-18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La correction apportée par l'adaptation statistique permet de nettement améliorer les scores notamment en Rhône-Alpes et Sud où son impact s'illustre par les réductions de RMSE les plus conséquentes (~8-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) par rapport aux performances de la prévision brute.

Au final, la RMSE de l'adaptation statistique est comprise entre 7 et 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ quelle que soit la région considérée, cette stabilité illustrant la robustesse de l'approche.

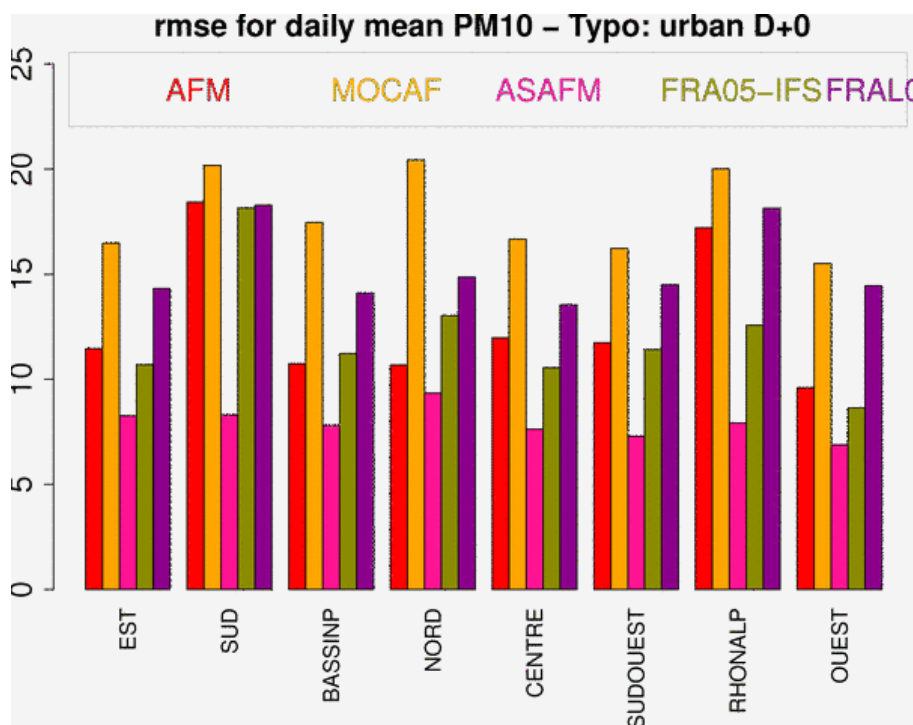


Figure 22 : RMSE en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV'AIR pour J+0 sur 8 régions décrites fig.1 pour les sites urbains.

Concernant les prévisions à haute résolution la version FRA05-IFS devancent en terme de performance la version FRAL05 avec des scores souvent proches de AFM sauf dans le Nord où son comportement est moins bon et en Rhône-Alpes où il est assez nettement meilleur.

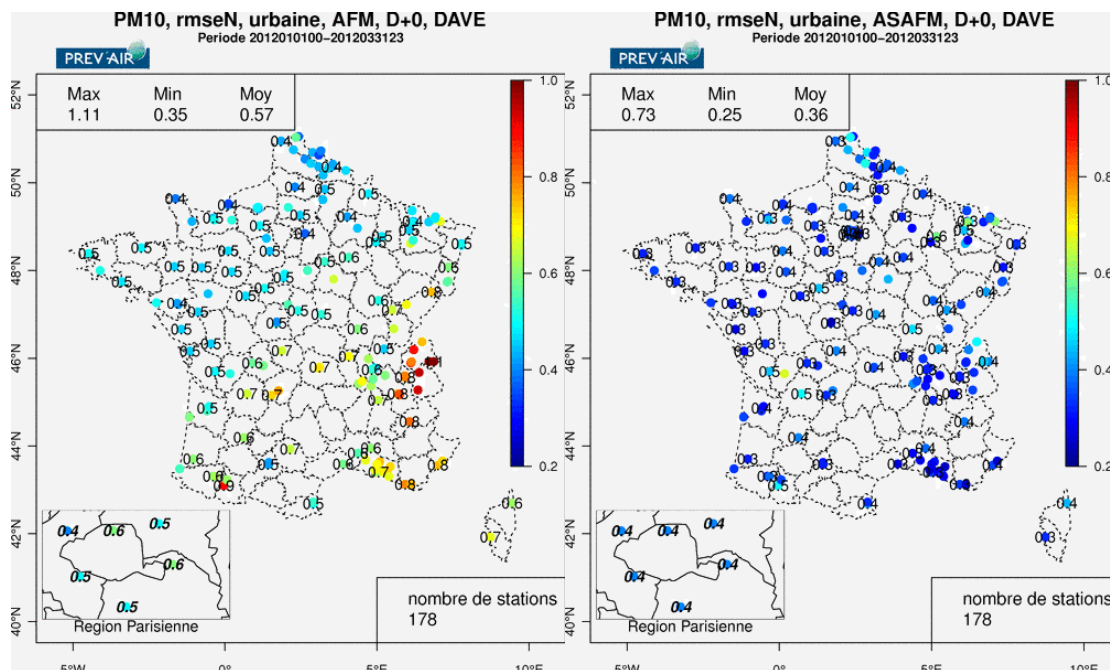


Figure 23 : RMSE normalisé des moyennes journalières de PM10 pour les stations urbaines simulées par AFM à gauche et ASAFM à droite.

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

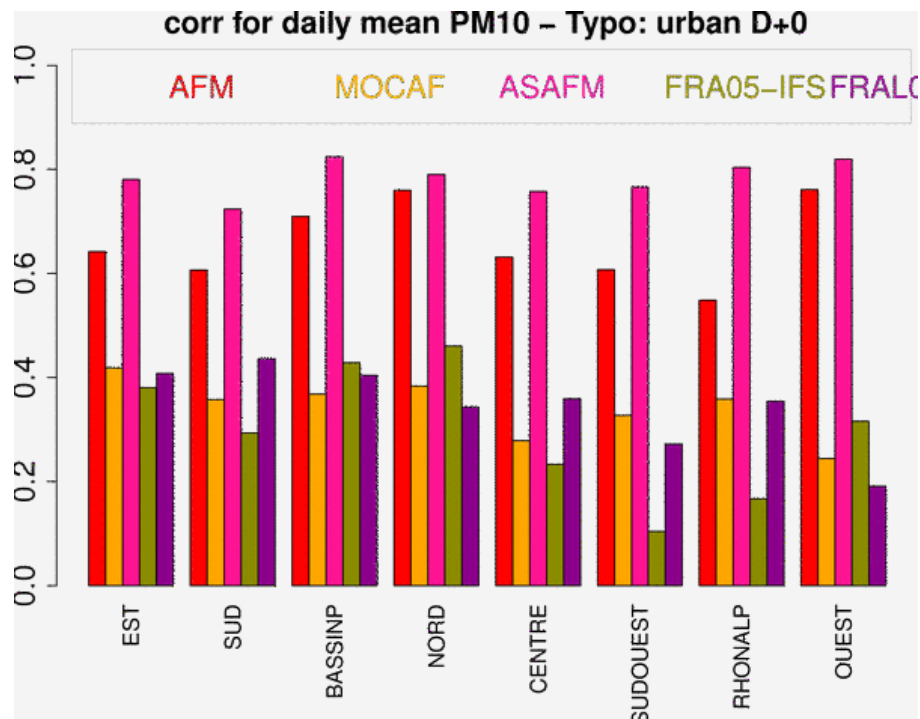


Figure 24 : Corrélation des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV'AIR pour J+0 sur 8 régions décrites fig.21 pour les sites urbains.

La prévision brute AFM dispose d'une bonne corrélation sur les régions Nord et Ouest proche de 0,8 alors que les autres régions se situent entre 0,6 et 0,7 (figure 24). Le Sud et Rhône-Alpes ont quant à eux les plus mauvaises valeurs. L'adaptation statistique permet d'améliorer dans ces régions les performances notamment en Rhône-Alpes avec plus de 0,8 de corrélation alors que la correction reste perfectible dans la région Sud.

Les filières à haute résolution présentent des performances nettement moins bonnes autour de 0,15 – 0,5 avec à l'opposé des résultats de biais et de RMSE, une version FRAL05 meilleure que FRA05-IFS. Il est possible que cette dégradation de la corrélation soit imputable à l'accroissement de résolution ou à l'absence des données lors des périodes à fortes fluctuations temporelles du premier trimestre. Ce point sera analysé plus profondément lorsque nous disposerons de plus longues séries temporelles.

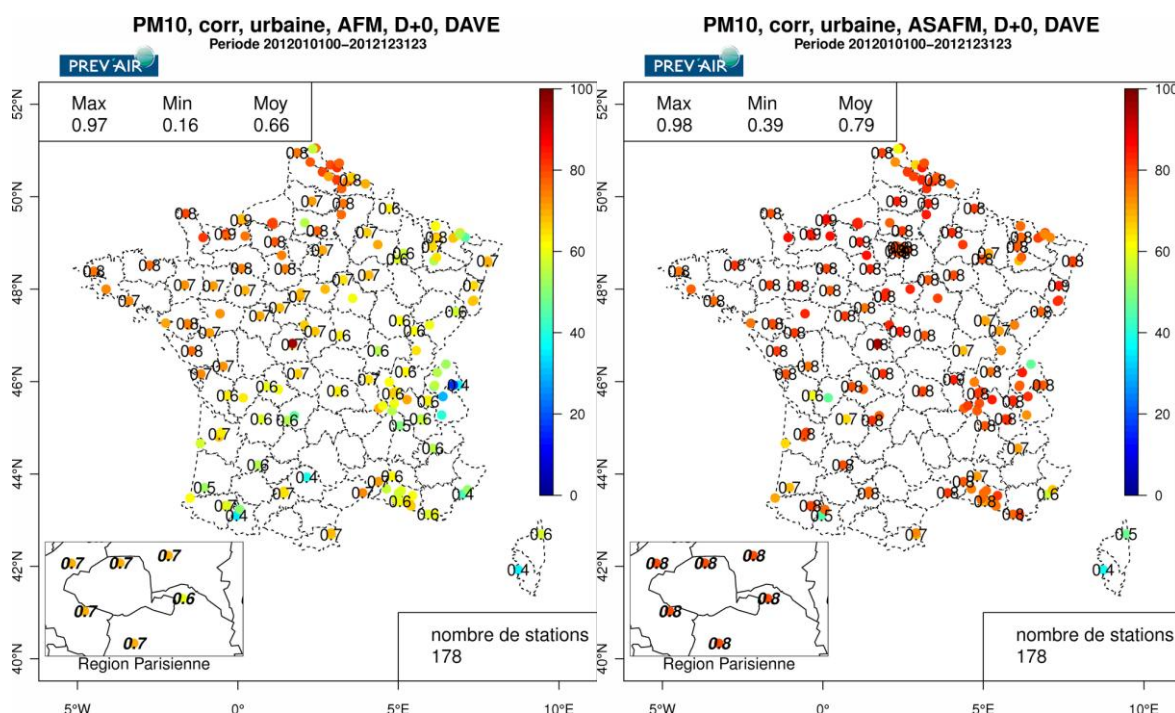


Figure 25 : Corrélation des moyennes journalières de PM10 pour les stations urbaines simulées par AFM à gauche et ASAFM à droite.

Dans l'ensemble l'adaptation statistique permet d'améliorer la variabilité temporelle des concentrations moyenne journalière de PM10 au niveau national passant de 0,66 (AFM) à 0,79 (ASAFM) de corrélation (Figure 25). L'amélioration est flagrante sur Rhône-Alpes mais reste perfectible sur Sud et 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 élevées dans le Nord, le Bassin parisien et l'Est, il n'en va pas de même pour les autres régions. Le traitement d'adaptation statistique intervenant sur AFM permet de gommer significativement ces disparités régionales en fournissant une prévision nationale assez uniforme en termes de score. Son action est surtout remarquable dans les régions Sud et Rhône-Alpes.

La figure 26 montre qu'environ 20-25 % des dépassements sont bien pronostiqués par ASAFM. Même si cette performance est élevée par rapport à ce que produisent généralement les plateformes de prévision, elle illustre aussi le besoin d'améliorer la méthode pour diminuer le nombre d'événement non détecté. Nous prospectons actuellement pour mieux intégrer dans le calcul des modèles statistiques les caractéristiques régionales.

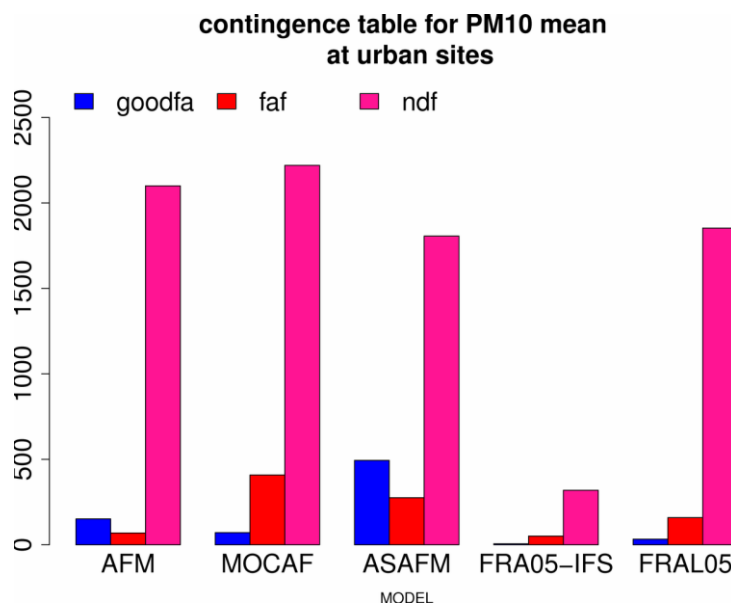


Figure 26 : Scores de la table de contingence des modèles PREV'AIR de la prévision pour le jour même sur les sites urbains. (*goodfa* : Bonne prévision, *faf* : fausse alerte, *ndf* : évènement non détecté)

A noter des résultats difficilement interprétables pour les nouvelles filières car leurs productions étaient soit inexploitables soit absentes durant le trimestre hivernal lors duquel 80 % des dépassements ont sévi.

Enfin il faut stipuler 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.

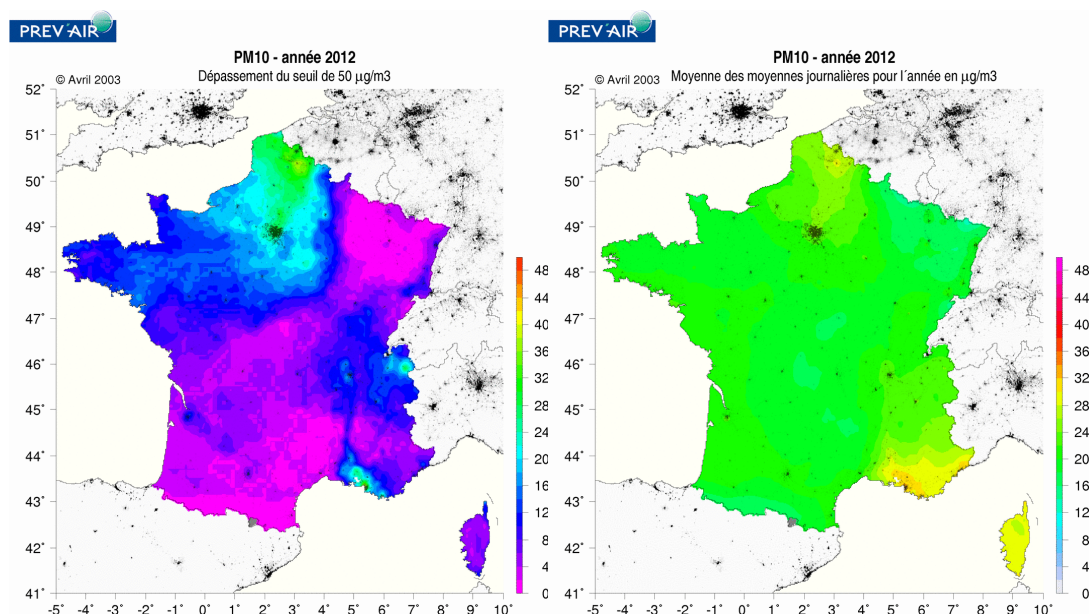
4. ELABORATION DE CARTOGRAPHIES D'INDICATEURS

Depuis 2012, à la demande des AASQA, les sorties de PREV'AIR analysées sont utilisées pour produire des cartographies d'indicateurs annuels dont les résultats permettent d'évaluer l'exposition des populations et des écosystèmes. Ces produits peuvent être mis à disposition des AASQA sur leur compte utilisateur pour leurs missions de rapportage.

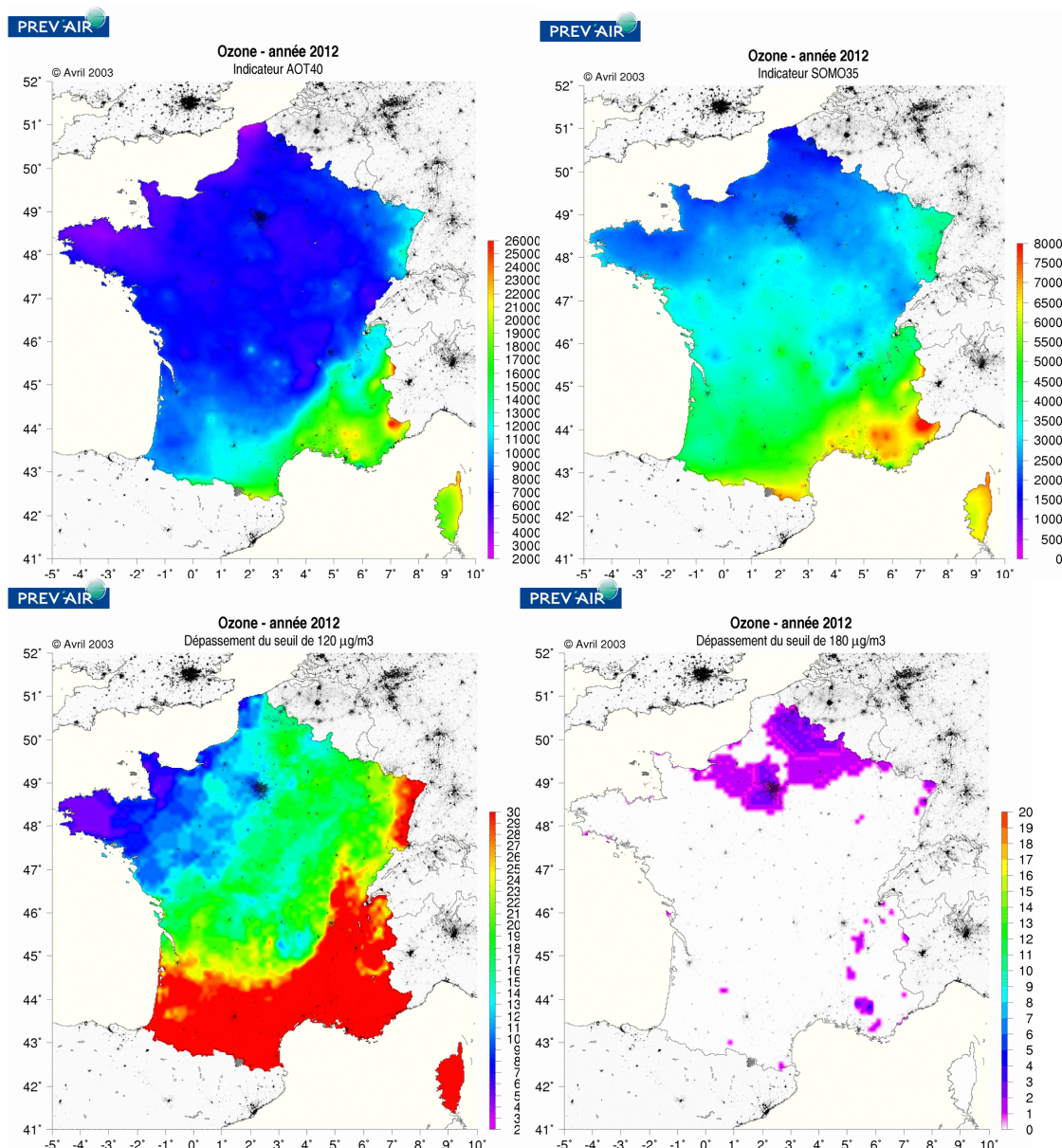
A ce jour les indicateurs calculés concernent tous les seuils réglementaires (information et alertes) pour l'ozone (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et les PM10 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), les valeurs cibles et objectifs qualité pour l'ozone (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8h, AOT40) et les valeurs limites et objectifs de qualité pour les PM10.

Ces informations obtenues via peuvent faire l'objet d'un croisement avec les bases de données de population pour évaluer le nombre d'habitants exposés à des valeurs excédant les normes.

Dans le cadre des activités de reporting pour l'Europe, les indicateurs cartographiés issus de PREV'AIR peuvent être croisés avec la définition spatiale des ZAS afin d'obtenir sur ces zones une information synthétique.



27 : Panel d'indicateurs produits pour les particules PM10 en 2012 avec les analyses PREV'AIR (nombre de jours de dépassement du seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à gauche et moyenne annuelle à droite).



28 : Panel d'indicateurs produits pour l'ozone en 2012 avec les analyses PREV'AIR.

5. MISE A JOUR DES PROCEDURES D'ANALYSE ET 'ADAPTATION STATISTIQUE

Le système PREV'AIR élabore chaque jour des cartes analysées (J-1) et des cartes d'adaptation statistique (J+0, J+1, J+2) d'ozone et de PM₁₀. Celles-ci résultent d'un ajustement des sorties du modèle CHIMERE à l'aide des données d'observation en temps quasi réel (données extraites de la base nationale alimentée par les AASQA et de la base européenne de l'AEE – Agence Européenne pour l'Environnement -).

Les cartes analysées sont produites en combinant par krigeage les données d'observation et les simulations des concentrations de la veille. Les cartes d'adaptation statistique sont obtenues de la même manière, en combinant par krigeage les concentrations prévues aux stations et les prévisions de CHIMERE. La prévision aux stations s'effectue selon une procédure statistique (régression multi-linéaire) mise au point en chaque site sur un historique de données.

Les travaux réalisés dans ce domaine en 2012 ne portent pas sur les méthodes, qui sont restées les mêmes, mais sont liés à l'informatique et à la mise en œuvre opérationnelle. Ainsi les procédures d'extraction des données européenne ont été mises à jour pour tenir compte des évolutions des bases de données de l'AEE (format, clé de téléchargement). Les programmes d'analyse et d'adaptation statistique ont été transférés sur le nouveau ordinateur et les modèles de prévision statistique aux stations ont été recalculés.

6. LES UTILISATEURS

A ce jour PREV'AIR alimente 70 comptes utilisateurs chaque jour en mettant à disposition des extractions des prévisions au format texte, binaire et netcdf.

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 sur l'apparition et la persistance d'épisode d'ozone à 2 reprises.

7. CONCLUSIONS

L'évaluation des performances des prévisions brutes de PREV'AIR durant l'année 2012 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 post traitement de l'adaptation statistique (AS) pour l'ozone et les PM10 améliore significativement les scores par rapport aux prévisions brutes. Il 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 restent à améliorer, notamment en développant des modèles statistiques pour ASAFM spécifiques aux J+1 et J+2 qui devraient limiter la décroissance 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 sur le développement de nouvelles versions avec une descente en résolution. Les résultats présentés dans ce rapport pour le couplage CHIMERE-IFS et CHIMERE-WRF-GFS semblent très prometteurs notamment pour CHIMERE-IFS qui à ce jour est la version sur laquelle nos efforts de développement portent afin de la rendre totalement opérationnel à l'issue de l'été 2013. Néanmoins, nous avons pu noter certaines évolutions majeures dans le passage AFM à FRA05-IFS. Pour l'ozone, les prévisions AFM tendent à surestimer alors que les prévisions FRA05-IFS semblent sous-estimer.

Pour les particules, les scores obtenus sont plus s à interpréter car les résultats de ces deux filières ne sont devenus exploitables qu'après le premier trimestre.

Un point intéressant de ces nouvelles configurations à 5 km de résolution concerne l'amélioration des scores en zones urbaines, ce qui devrait permettre de mieux évaluer l'exposition des populations à la pollution.

Le nombre d'utilisateurs a légèrement augmenté avec un nombre de comptes qui atteint à présent 70 unités. Les requêtes d'extraction ont été particulièrement nombreuses en 2012 comme cela avait été le cas en 2011, principalement sur les analyses de l'année en cours et des années antérieures.

8. LISTE DES ANNEXES

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

Etude N°4 : Modélisation avec CHIMERE et système 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 de la communauté AASQAs et les développements nécessaires en vue de répondre à leurs besoins spécifiques.

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 MEEDDM, l'INERIS, l'ADEME, le CNRS et Météo France.

PREV'AIR fournit des prévisions et cartographies en temps quasi-réel 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 2012

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 autant que de besoin 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 pourra faire l'objet, le cas échéant, d'une session de présentation des modèles, de leurs apports et de leurs limites, auprès des AASQA, par exemple à l'occasion d'un comité utilisateur ou dans le cadre des travaux de la Commission Modélisation.

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....).

Fin 2011, PREV'AIR a migré vers une nouvelle plateforme de calcul, dont les capacités ont été très nettement accrues par rapport aux années antérieures. Ce changement a permis d'augmenter la résolution des modèles et donc des produits de sorties. En conséquence, les chaînes de traitement ont été 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 prévue auprès des utilisateurs au premier trimestre 2012 ainsi que des tests sur des nouveaux formats de fichiers plus légers et plus facilement utilisables en entrée des chaînes de modélisation locales utilisant CHIMERE.

L'INERIS mettra également à disposition (sur demande) des outils (fortran, R) pour lire les fichiers au format netcdf.

Extension de la prévision PREV'AIR de la métropole aux DOM-TOM :

A l'aide des champs globaux issus du projet Européen MACC2, ainsi que de l'inventaire INS, PREV'AIR développera plusieurs versions dont l'objectif sera de fournir en opérationnel des prévisions sur les DOM-TOM.

Bilan des performances des modèles

Les modèles CHIMERE et MOCAGE sont les deux modèles dont les résultats sont disponibles sur PREV'AIR à ce jour. A l'issue de chaque année, l'INERIS s'est engagé à fournir un rapport détaillé sur le bilan de performances de ces deux modèles région par région. Le bilan est établi par comparaison aux observations selon des critères statistiques classiques. Cette information est disponible à la fin du premier semestre de chaque année pour les résultats relatifs à l'été précédent.

Une attention particulière sera portée à la nouvelle génération de prévisions à haute résolution qui sera évaluée et comparée vis-à-vis des versions opérationnelles jusqu'en 2011.

Elaboration de cartographies d'indicateurs

En post-traitement seront produits de nouvelles cartes dédiées à représenter l'exposition des populations et des écosystèmes aux polluants atmosphériques (O3, PM10 ...). Ces représentations s'appuieront sur les analyses pour calculer les dépassements des seuils réglementaires annuels, les indicateurs intégrés (SOMO35, AOT60 ..) ... Elles pourront être utilisées dans le cadre du rapportage réglementaire ou pour la gestion des périodes d'information et d'alerte.

Modélisation du benzène

A la demande de plusieurs AASQAs, 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 par un traitement statistique performant. Cette nouvelle méthode plus robuste et intégrant plus de paramètres explicatifs que la méthode actuelle sera opérationnelle dans PREV'AIR en 2012 sur les anciennes configurations à 10 km de résolution sur la France et accessible aux utilisateurs. Par rapport à la version antérieure, elle sera étendue aux PM10 et NO2 en plus de l'ozone, et fonctionnera à la fois sur France et sur Europe.

Coté développement, il est prévu de travailler à la mise en place d'une procédure d'apprentissage allégée afin d'étendre rapidement l'adaptation statistique aux configurations hautes résolutions (5 et 3 km) sur la France.

Réalisation de cartes analysées d'ozone et de PM₁₀ : 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 recueillies en temps quasi-réel. Cette correction est effectuée selon une approche géostatistique fondée sur le krigeage.

En 2010 la procédure d'analyse a fait l'objet de mises à jour notables : mise en œuvre du krigeage avec dérive externe, extension du domaine à l'Europe, passage à un pas de temps horaire. A la suite de ces développements, divers réglages techniques ont été réalisés en 2011, en particulier l'adaptation de la procédure d'analyse au nouveau format des données européennes et le traitement de problèmes liés à l'ajustement du variogramme. Des travaux destinés à la production de cartes analysées de NO₂ ont été également entrepris.

En 2012 l'évaluation et l'amélioration des techniques sera poursuivie (réajustement des paramètres de krigeage, test de nouvelles variables auxiliaires, prise en compte de l'anisotropie...). On cherchera également à définir une méthode de sélection des stations, qui sera fonction du polluant cartographié et de l'échelle du domaine de calcul. Des contrôles automatiques de qualité des données seront mis en place en entrée et en sortie du krigeage.

Renseignements synthétiques

Titre de l'étude	Modélisation avec CHIMERE et système PREV'AIR		
Personne responsable de l'étude	Bertrand Bessagnet/Frédéric Meleux		
Travaux	pérennes		
Durée des travaux pluriannuels			
Collaboration AASQA	toutes		
Heures d'ingénieur	EMD :	INERIS : 1100	LNE :
Heures de technicien	EMD :	INERIS :	LNE :
Document de sortie attendu	Bilan de performance des modèles au niveau national et régional Rapport sur les nouveaux développements concernant les améliorations apportées à CHIMERE. Rapport d'exposition à l'aide des indicateurs calculés d'après		

	PREV'AIR. Mise à jour du site/ hot line
Lien avec le tableau de suivi CPT	Comité utilisateurs PREV'AIR
Matériel acquis pour l'étude	
