



### Synthèse des développements et travaux d'assistance destinés aux utilisateurs de PREV'AIR






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

## *PERFORMANCES DE PREVAIR ET SYNTHÈSE DES DÉVELOPPEMENTS ET TRAVAUX D'ASSISTANCE DESTINÉS AUX UTILISATEURS DE PREVAIR EN 2014*

---

Frédéric Meleux, Laure Malherbe, Anthony Ung, Maxime Beauchamp

Novembre 2015

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Frédéric Meleux	Augustin Colette	Laurence Rouil
Qualité	Ingénieur de l'Unité MOCA Direction DRC	Responsable de l'Unité MOCA Direction DRC	Responsable du Pôle DECI Direction DRC
Visa			



## LE LABORATOIRE CENTRAL DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

---

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué des laboratoires de Mines Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches 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'Énergie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE). 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.

## TABLE DES MATIERES

---

RESUME .....	7
REMERCIEMENTS ET COLLABORATIONS.....	8
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OZONE.....</b>	<b>10</b>
2.1 Analyse de l'été 2014 .....	10
2.2 Les concentrations d'ozone prévues par PREV' AIR .....	11
2.2.1 Prévisions nationales des dépassements du seuil d'information .....	12
2.2.2 Prévisions des dépassements du seuil d'information en région .....	13
2.3 Performances et scores des modèles .....	14
2.3.1 Au niveau national.....	14
<b>2.3.1.1 Le biais.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1.2 La racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.1.3 La corrélation .....</b>	<b>18</b>
2.3.2 Au niveau régional.....	20
<b>2.3.2.1 La RMSE.....</b>	<b>21</b>
2.4 CONCLUSIONS .....	23
<b>3. LES PARTICULES .....</b>	<b>24</b>
3.1 Analyse de l'année 2014 .....	24
3.2 Les concentrations de PM <sub>10</sub> prévues par PREV' AIR .....	25
3.2.1 Prévisions nationales des dépassements du seuil de 50 µg/m <sup>3</sup> .....	26
3.3 Performances et scores des modèles .....	28
3.3.1 Au niveau national.....	28
<b>3.3.1.1 Le biais.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.1.2 La RMSE.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.1.3 La corrélation .....</b>	<b>31</b>
3.3.2 Au niveau régional.....	31
<b>3.3.2.1 Le biais.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3.2.2 La RMSE.....</b>	<b>33</b>
<b>3.3.2.3 La corrélation .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3.2.4 Conclusions .....</b>	<b>36</b>
<b>4. UTILISATEURS PREV' AIR.....</b>	<b>37</b>

<b>5. ELABORATION DE CARTOGRAPHIES D'INDICATEURS.....</b>	<b>37</b>
<b>6. DEVELOPPEMENTS .....</b>	<b>37</b>
<b>7. ADAPTATION STATISTIQUE &amp; ANALYSES.....</b>	<b>38</b>
<b>8. UTILISATION DE PREV'AIR POUR LE RAPPORTAGE EUROPEEN.....</b>	<b>38</b>
<b>9. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>39</b>

## RESUME

---

Ce rapport synthétise l'ensemble des actions menées dans le cadre de la plateforme PREV'AIR ([www.prevair.org](http://www.prevair.org)) pour répondre aux besoins des utilisateurs. Cela concerne les développements visant aussi bien à étendre les capacités du système de prévision qu'à rendre ses performances plus élevées. La première partie du rapport fournit une estimation du comportement des outils via des indicateurs statistiques classiques permettant de comparer les résultats de modélisation aux observations obtenues en temps quasi réel de la base de données nationale alimentée par les AASQA (associations de surveillance de la qualité de l'air).

En 2014, comme en 2013 l'absence d'épisode marquant pour l'ozone a conduit à une stabilité des performances affichées par les prévisions pour ce polluant. Le système a fait preuve d'une bonne aptitude à détecter les quelques épisodes d'ozone. Au sujet des particules, le nombre d'épisode a diminué par rapport à 2013, avec un unique épisode marquant au mois de mars qui a été bien décrit et suivi par les prévisions avec adaptation statistique. Les concentrations moyennes en PM<sub>10</sub> sont un peu plus faibles que lors des années précédentes et les performances des prévisions en légère hausse. Plusieurs évolutions du système ont été engagées en 2014 et se poursuivront en 2015 pour doter PREV'AIR de nouvelles prévisions et analyses sur la France. Notamment la prévision FRA05-IFS sera remplacée par une configuration équivalente mais à 4 km de résolution à laquelle des traitements d'adaptation statistique et d'analyse seront associés.

## REMERCIEMENTS ET COLLABORATIONS

---

PREV'AIR remercie l'ensemble des personnes qui chaque jour nous permettent d'améliorer le système, que ce soient les développeurs des modèles CHIMERE et MOCAGE, les utilisateurs membres des AASQA, membres du LCSQA, et de tous les organismes qui utilisent régulièrement ou occasionnellement les produits PREV'AIR dans leurs travaux.



## 1. INTRODUCTION

---

Une évaluation des performances de PREV'AIR est mise à jour quotidiennement sur le site Internet (partie publique [www.prevair.org](http://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 de fond. Des variables statistiques classiques sont calculées : biais, RMSE<sup>1</sup>, 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 post-traitement comme l'adaptation statistique, ...).

Ce rapport traite de l'ozone pour l'été 2014 et des particules pour l'ensemble de l'année 2014 en France métropolitaine.

Un chapitre est consacré à la production d'indicateurs annuels mis à disposition des AASQA depuis l'année 2013 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 2014 mises à leur disposition est présenté.

---

<sup>1</sup> Root Mean Square Error ou erreur quadratique moyenne

## 2. OZONE

### 2.1 Analyse de l'été 2014

La France a connu en 2014 moitié moins de journées affectées par des épisodes d'ozone qu'en 2013, soit seulement 15 journées durant lesquelles le seuil d'information a été dépassé à au moins une reprise (Figure 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 10 jours de dépassement. L'été a été marqué par deux épisodes d'ampleur assez restreinte à la fois géographiquement et en durée. Le premier a eu lieu début juin, marqué par une persistance de 5 jours et quasi exclusivement localisé sur le Sud. Le second à partir du 16 juillet a été moins intense, débutant sur le sud pendant 2 jours et se poursuivant sur le bassin parisien puis l'est. A côté de ces deux épisodes, plusieurs journées affichent des dépassements du seuil réglementaire de 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  localisés et durant une journée.

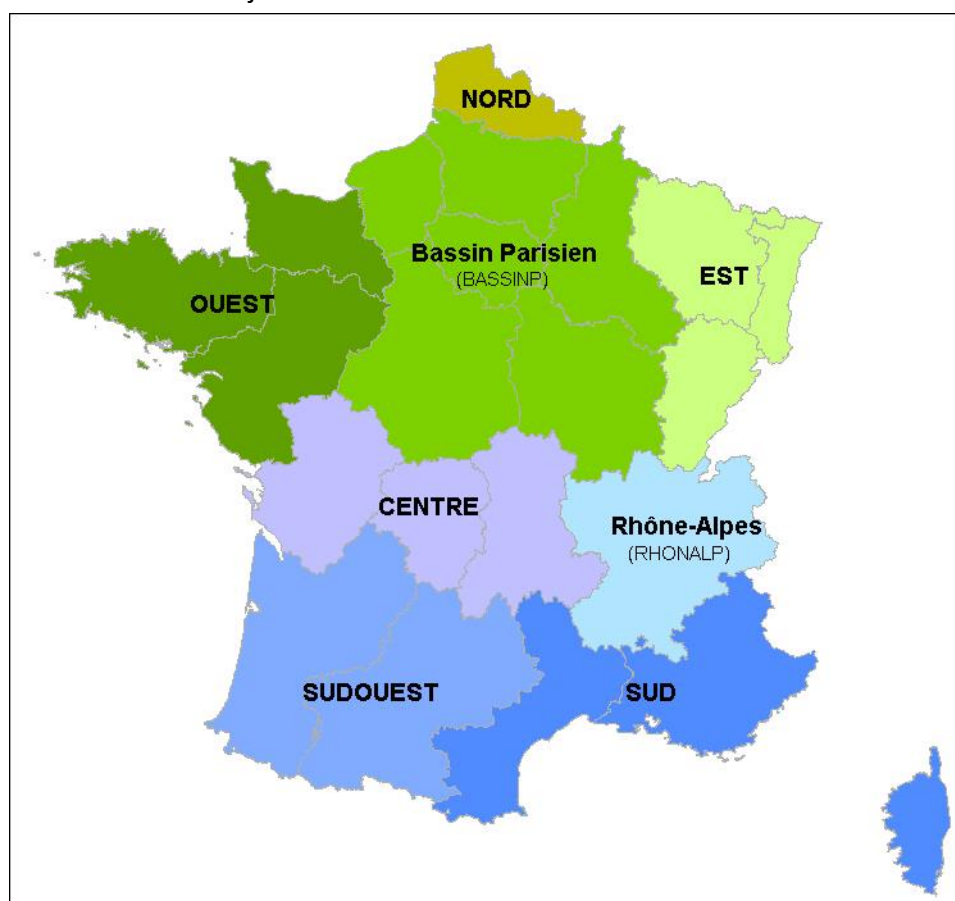


Figure 1 : Description des groupements de régions utilisés pour l'évaluation géographique des modèles utilisés dans PREV'AIR.

Au total 59 dépassements du seuil d'information ont été comptabilisés en 2014, ce qui est nettement moins qu'en 2012 (192).

Les périodes présentant des dépassements du seuil de  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sont généralement animées par la présence d'un anticyclone au-dessus de l'Europe avec un ensoleillement important. Ces conditions 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, comme lors des 2-3 années précédentes, soit la persistance a été de courte durée en l'absence de blocage anticyclonique, soit l'importance a été faible du fait de l'occurrence tardive dans la saison qui a limité l'intensité du rayonnement solaire disponible pour la production d'ozone.

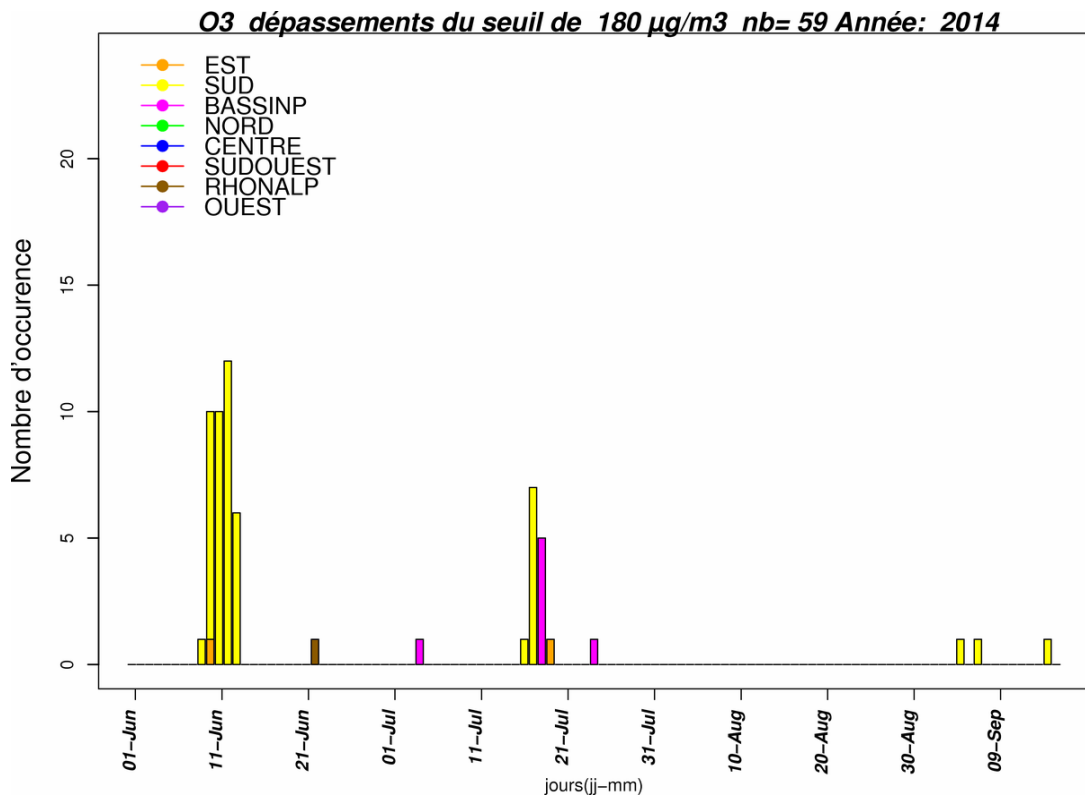


Figure 2 : Nombre de dépassements journaliers du seuil de  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 8 zones lors de l'été 2014. Valeurs des stations de fond issues de la base de données nationale de qualité de l'air.

## 2.2 Les concentrations d'ozone prévues par PREV'AIR

L'objectif de cette partie est de fournir une évaluation des performances de PREV'AIR sur l'été 2014, du 1<sup>er</sup> juin au 30 septembre, via des indicateurs statistiques.

PREV'AIR bénéficie en 2014 des résultats de 8 filières de prévision mises en œuvre simultanément tous les jours sur le système :

- CHIMERE Europe (résolution  $0.5^\circ$ ) alimenté par le modèle météorologique américain GFS (AWM)
- CHIMERE Europe (résolution  $0.5^\circ$ ) 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  $0.1^\circ \times 0.15^\circ$ ) 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 ont été en production test quasi-opérationnelle.

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 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 le LCSQA. 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'évaluation présentée ici est restreinte aux filières de prévision spécifiques à la France (AFM, ASAFM, MOCAF) auxquelles s'ajoutent FRAL05 et FRA05-IFS.

### 2.2.1 Prévisions nationales des dépassements du seuil d'information

Les modèles ont réussi à détecter et anticiper efficacement l'occurrence d'épisodes de pollution à l'ozone durant l'été 2014. La filière AFM et son adaptation statistique (ASAFM) ont tendance à surestimer la zone géographique impactée par les dépassements du seuil d'information et recommandations. A l'inverse, les nouvelles filières (FRA05-IFS/FRAL05)

minimisent l'ampleur des dépassements comme lors de l'épisode localisé sur le sud au mois de juin.

Aucun de ces épisodes ne répondaient aux critères de diffusion d'information vers les médias, avec au moins deux régions distinctes touchées et une persistance sur plus de deux jours.

### O3 dépassements du seuil de 180 µg/m3 D+0 Année: 2014

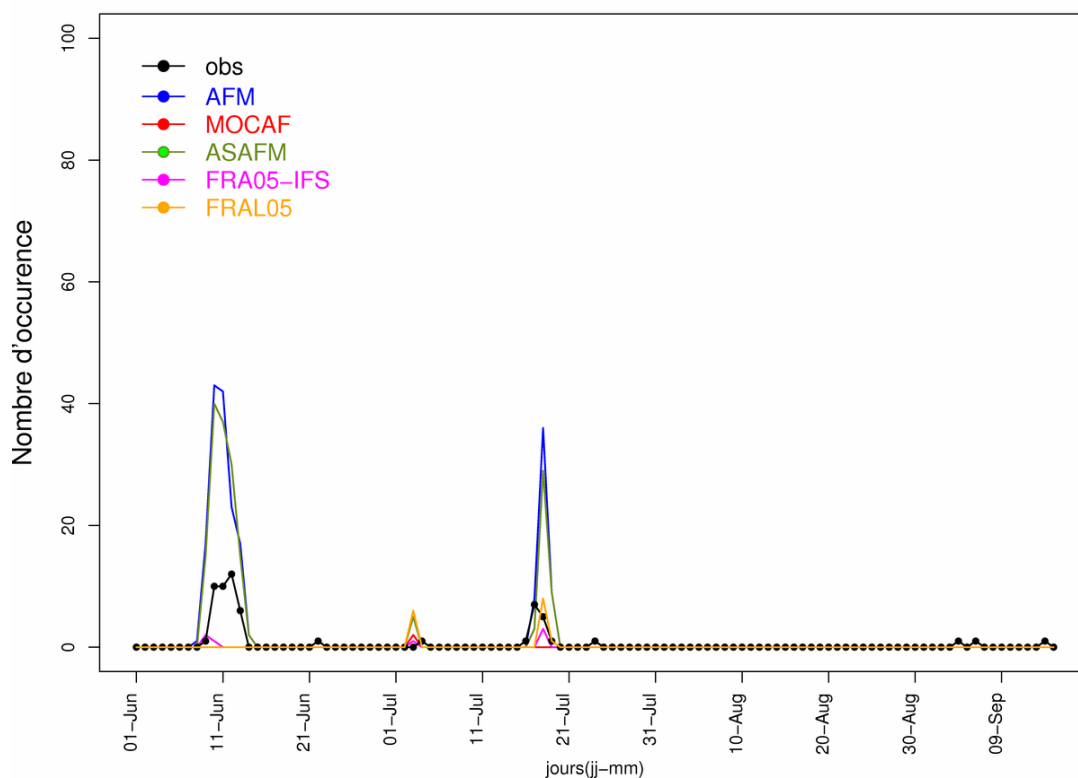


Figure 3 : Détection des événements (nombre de stations ayant dépassé le seuil d'information dans une journée) de pollution à l'ozone vus par les modèles (en couleur) et les observations validées de la base de données nationale (en noir).

#### 2.2.2 Prévisions des dépassements du seuil d'information en région

Une confrontation de la prévision du modèle AFM avec adaptation statistique (noté ASAFM) à J+0 avec les observations montre la capacité de ASAFM 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, la prévision a annoncé à juste titre des dépassements du seuil d'information sur les bonnes régions, avec cependant quelques fausses alertes comme sur la macro-région Rhône-Alpes lors du premier épisode.

### O3 dépassements du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup> nb= 185 Année: 2014 Modele: ASAFM

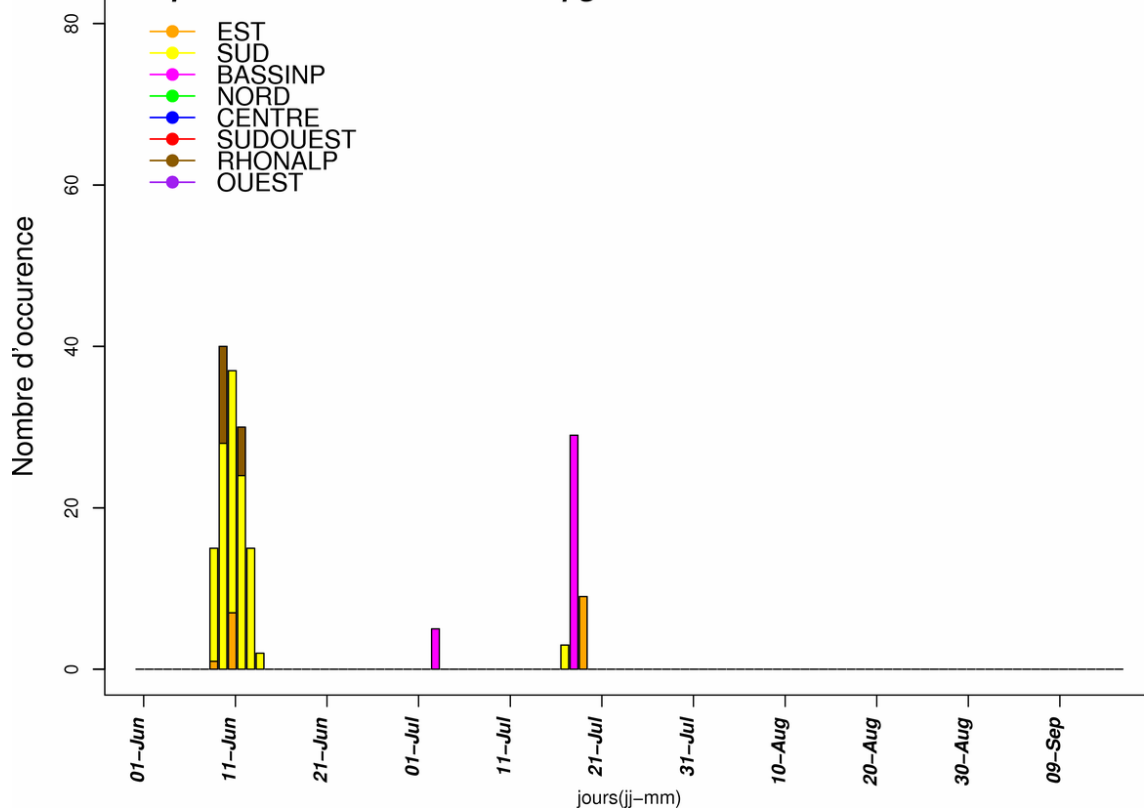


Figure 4 : Nombre de dépassements horaires du seuil de 180 µg/m<sup>3</sup> sur 8 zones lors de l'été 2014. Prévisions de J+0 fournies par ASAFM.

## 2.3 Performances et scores des modèles

### 2.3.1 Au niveau national

Les scores sont calculés sur les stations de fond en distinguant trois catégories d'implantation : rurale, périurbaine et urbaine.

#### 2.3.1.1 Le biais

Le biais représente globalement l'erreur moyenne des modèles. 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 (Figure 5).

CHIMERE AFM a un biais constamment positif alors qu'il peut être négatif pour ASAFM sur toutes les stations à partir du D+1.

La filière FRAL05 présente systématiquement un biais négatif pour tous les types de station et tous les jours de prévision. Il en va de même pour la filière FRA05-dont les meilleurs scores sont obtenus pour les sites urbains.

ASAFM présente des biais très proches de 0 et assez stables et offre les meilleures performances pour cet indicateur, suivi de FRAL05.

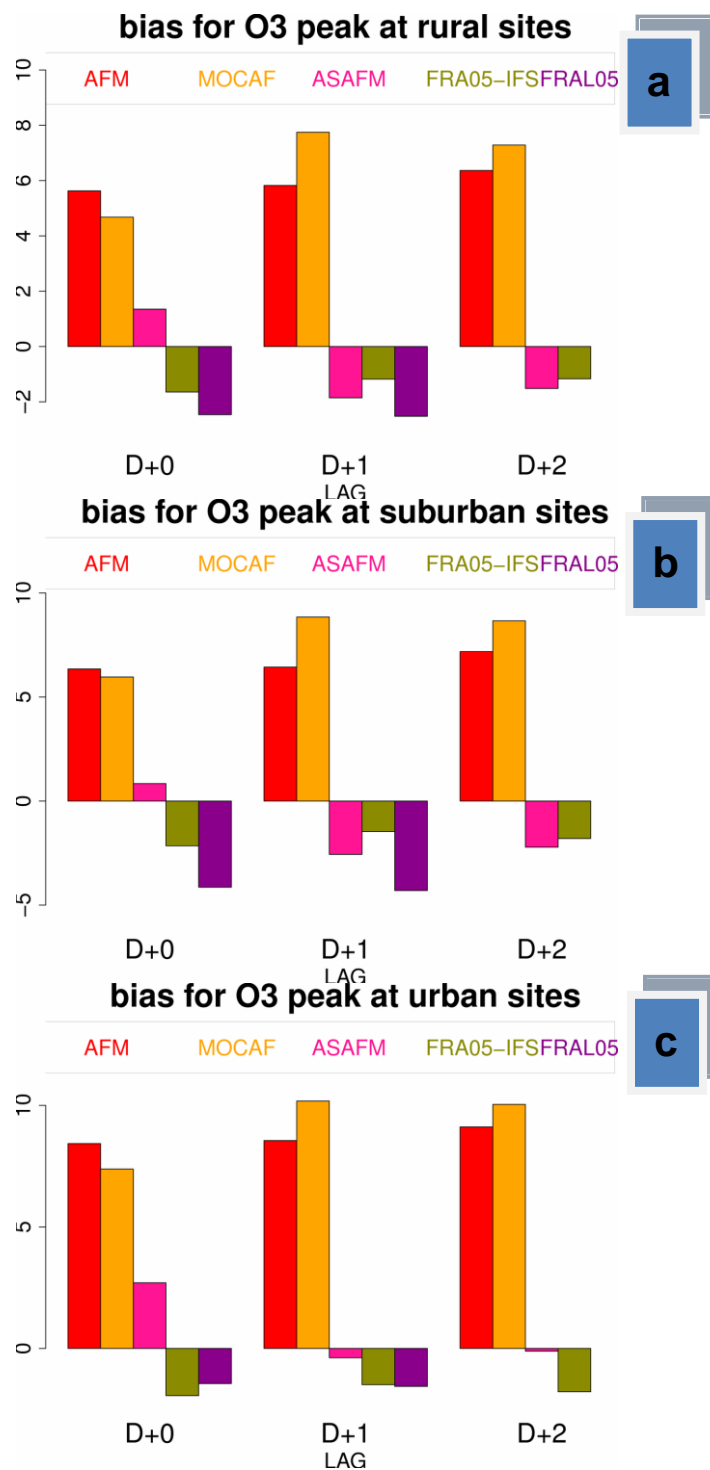


Figure 5 : Biais en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, en moyenne sur les sites ruraux (a), périurbains (b) et urbains (c).

Par rapport à 2013, les scores sont assez stables, excepté pour MOCAGE qui affichent une détérioration assez nette de ses performances sur le D+1 et D+2

### 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 (Figure 6) 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 assez stable quel que soit le type de stations. Les différences sont plus marquées en analysant l'évolution selon le jour de prévision notamment pour ASAFM qui montre une dégradation plus prononcée que les autres prévisions. Cela est dû au fait que le modèle statistique en œuvre pour le J+0 est dupliqué pour le J+1 et J+2 sans ajustement supplémentaire.

ASAFM affiche donc la meilleure RMSE pour le J+0. Pour les autres jours de prévision, FRA05-IFS, FRAL05 et ASAFM ont des scores assez identiques.

Par rapport à 2013, les RMSE obtenus en 2014 sont très proches.



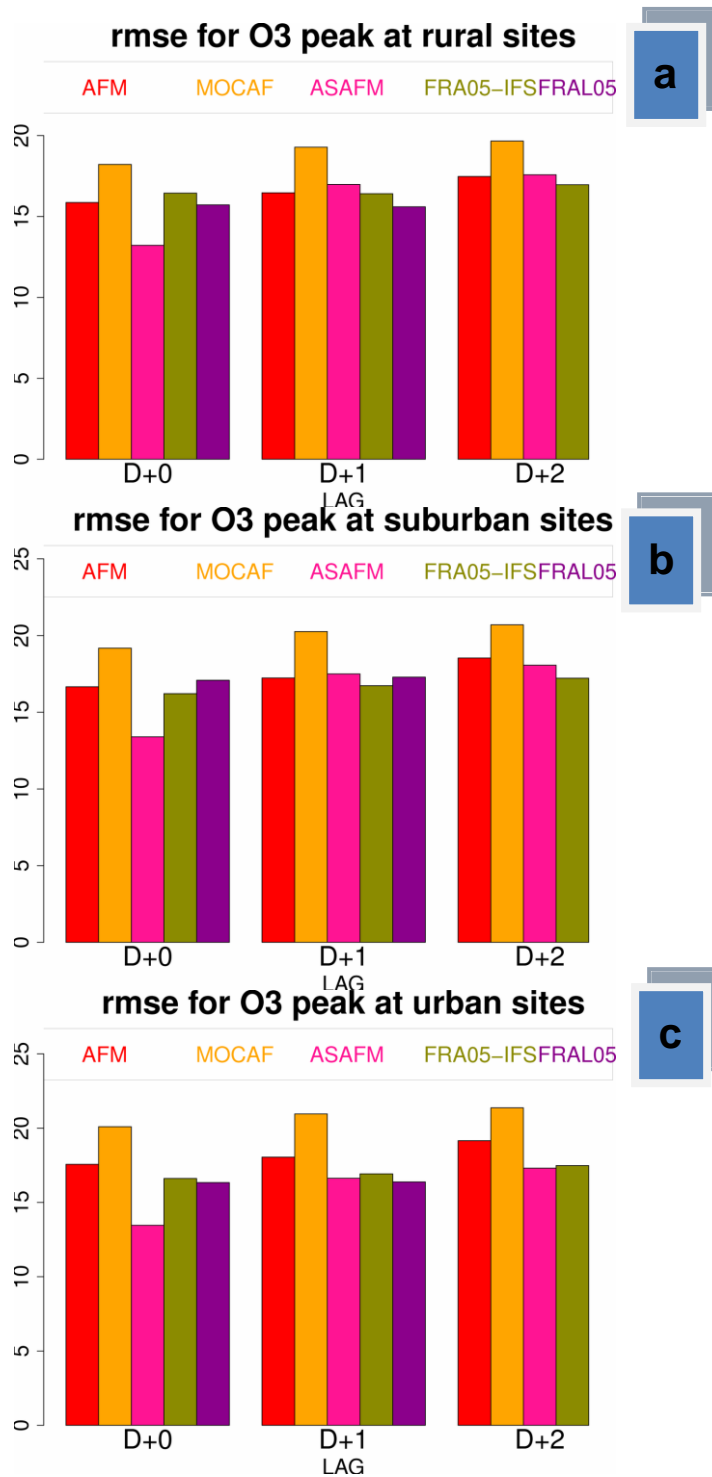


Figure 6 : RMSE en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, en moyenne sur les sites ruraux (a), périurbains (b) et urbains (c)

### 2.3.1.3 La corrélation

Cette variable caractérise la capacité du modèle à reproduire l'évolution des observations dans l'espace ou le temps ou les deux (Figure 7). 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 les meilleurs résultats pour cet indicateur sur le jour courant avec des valeurs comprises entre 0,8 et 0,85. En revanche, ses performances ont tendance à diminuer plus significativement pour les jours suivants J+1 et J+2 que cela n'est le cas pour les autres prévisions. Ce n'est pas le cas des prévisions brutes AFM, FRAL05 et FRA05-IFS qui affichent des valeurs de corrélation assez semblables un peu inférieures à 0,8 et montrent une grande stabilité sur les 3 jours de prévision et sur les trois typologies de station.

Par rapport à 2013, les scores déclinent légèrement de façon générale. Ce qui peut s'expliquer par une diminution du nombre de valeurs de concentrations élevées en 2014 par rapport à 2013.

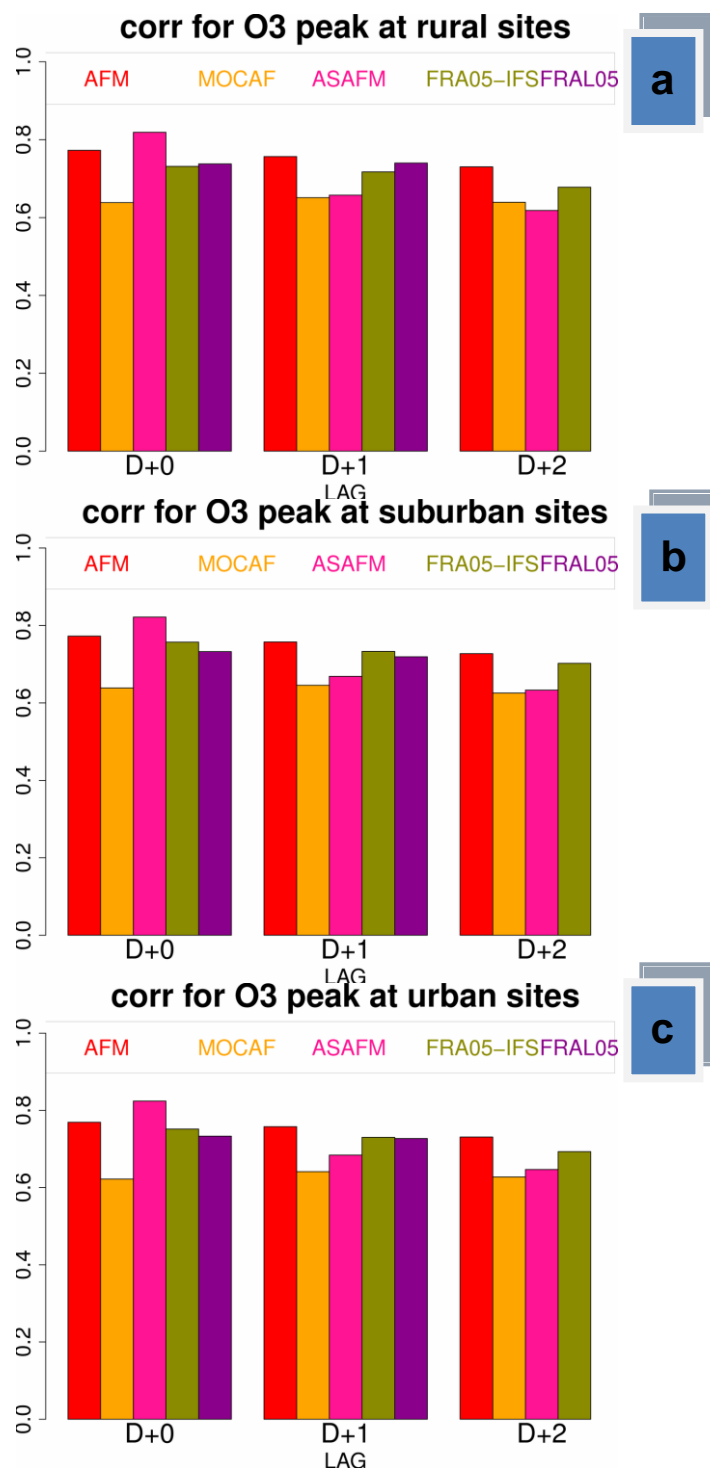


Figure 7 : Corrélacion des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de simulation, sur les sites ruraux (a), périurbains (b) et urbains (c).

### 2.3.2 Au niveau régional

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

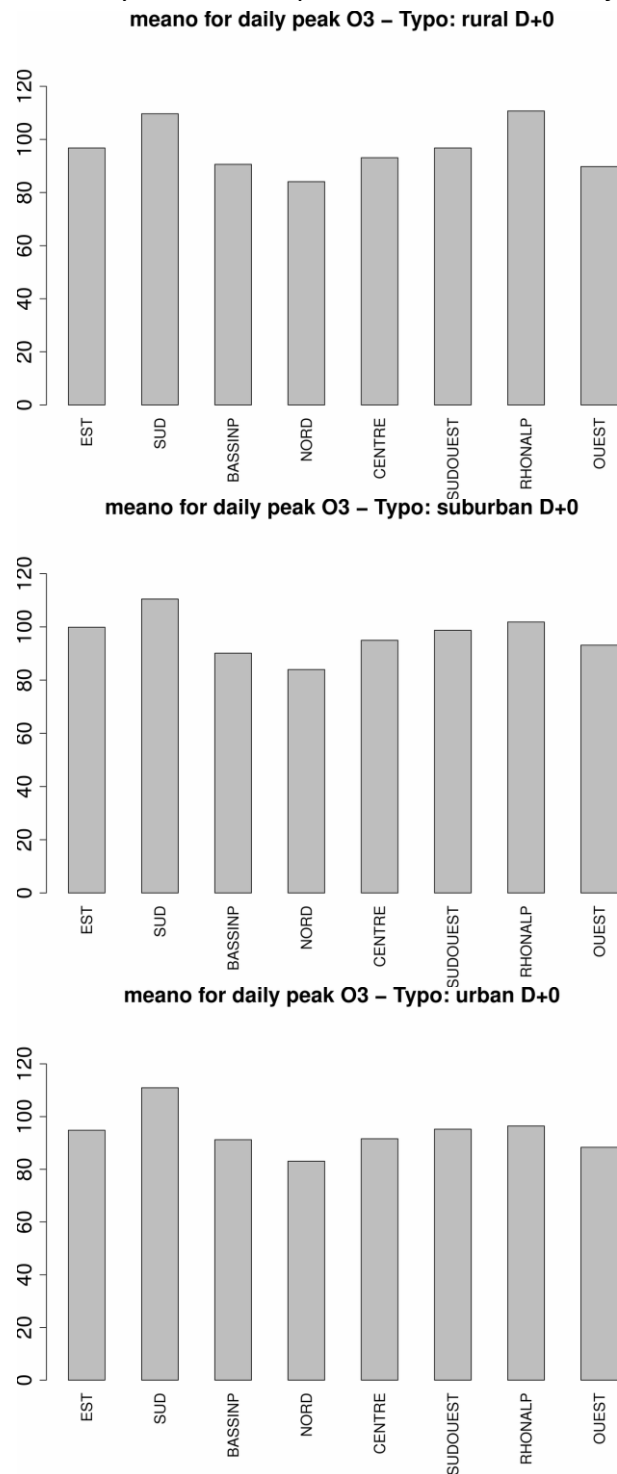


Figure 8 : Moyenne estivale (en µg/m<sup>3</sup>) des pics journaliers d'ozone observés sur les stations rurales (haut), périurbaines (milieu) et urbaines (bas), en moyenne par macro-région.

Les régions Sud et Rhône-Alpes sont les plus fortement touchées par des concentrations élevées. Sur l'été, la moyenne des pics journaliers avoisine les 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les stations rurales, avec des valeurs très légèrement plus faibles pour les stations périurbaines puis urbaines (Figure 9). Le gradient de concentration entre stations rurales et péri-urbaines est le plus marqué en Rhône-Alpes.

La hiérarchie est identique quelle que soit la typologie de station considérée. Après les régions Sud et Rhône-Alpes, les régions avec les valeurs les plus fortes sont Est et Sud-Ouest. Les concentrations les plus faibles des pics journaliers se trouvent dans les régions Ouest et Nord avec 30 à 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de moins qu'en région Sud.

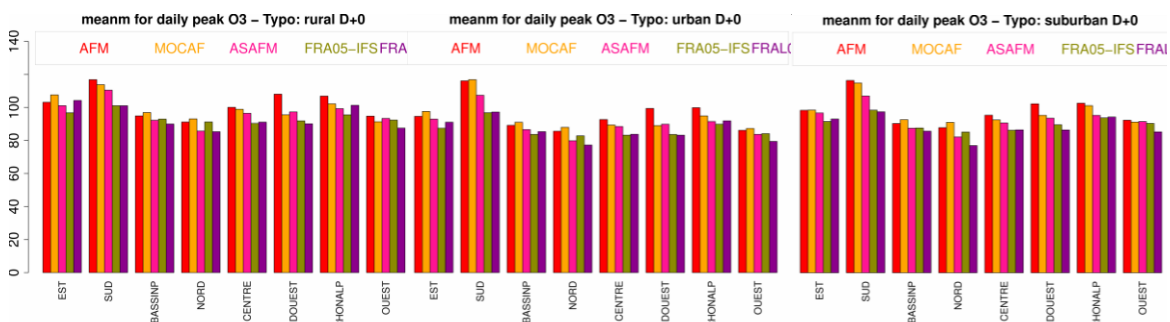


Figure 9 : Moyenne estivale des pics journaliers d'ozone simulés sur les stations rurales (droite), périurbaines (milieu) et urbaines (gauche), en moyenne par macro-région.

La Figure 9 montre que les modèles retranscrivent bien cette variabilité interrégionale, bien que l'intensité sur Rhône-Alpes soit sous-estimée pour les stations rurales. ASAFM semble le mieux reproduire la variabilité entre régions alors que FRA05-IFS a tendance à sous-estimer les gradients inter-régionaux.

### 2.3.2.1 La RMSE

Pour toutes les régions décrites, ASAFM possède la RMSE la plus faible (Figure 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 3-4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les stations rurales du Sud et au minimum de 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les stations urbaines de Sud.

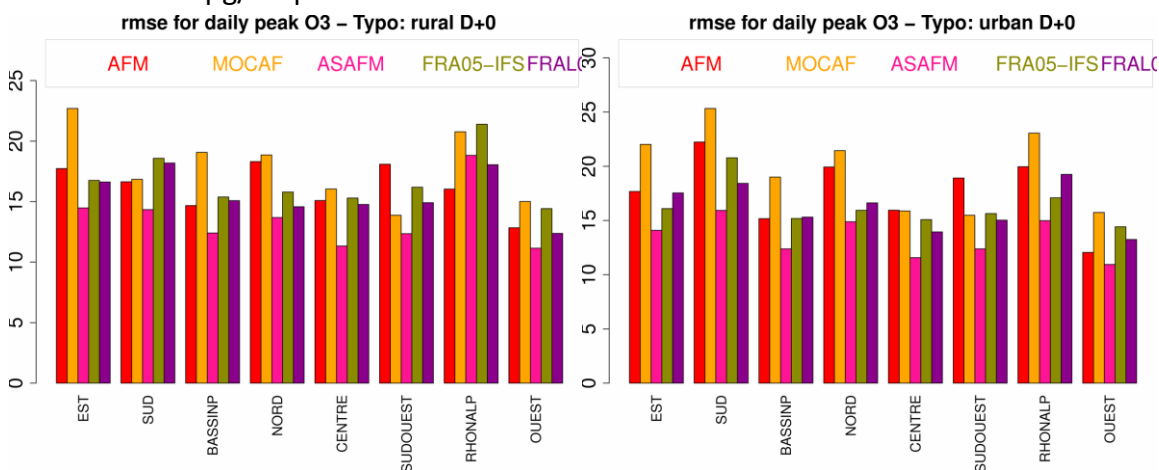


Figure 10 : RMSE en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  des pics journaliers d'ozone des modèles PREV'AIR pour J+0 sur les 8 macro-régions décrites Figure 1. A gauche pour les stations rurales et à droite pour les stations urbaines.

Les nouvelles filières haute-résolution affichent des meilleurs résultats en 2014 qu'en 2013 (surtout FRA05-IFS) sur les stations rurales des régions les plus polluées comme Sud et Rhône-Alpes. Les scores y sont mêmes meilleurs que pour AFM. Sur les autres régions elles continuent de rivaliser avec les anciennes filières. Pour la plupart des régions, elles obtiennent des résultats plus performants que AFM sur les stations urbaines.

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.

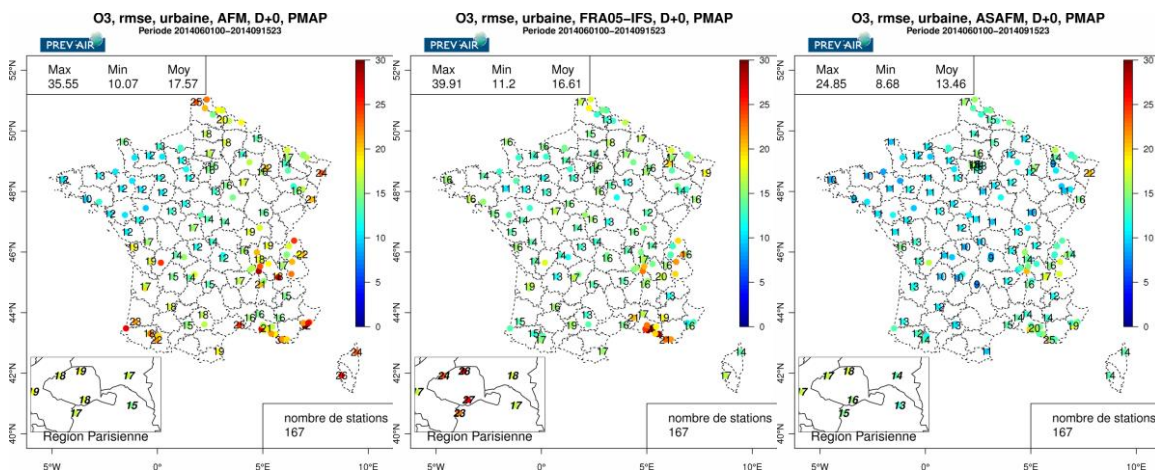


Figure 11 : RMSE des pics journaliers d'ozone pour les stations urbaines simulés par AFM à gauche, FRA05-IFS au centre et ASAFM à droite.

Les performances de FRA05-IFS semblent encourageantes dans certaines régions comme Rhône-Alpes ou encore le Sud-Ouest. Par contre cette filière présente des scores dégradés par rapport à AFM dans le Sud (exception faite de la Corse) et sur le Bassin parisien.

## 2.4 CONCLUSIONS

CHIMERE AFM et ASAFM, versions de référence de la plateforme PREV’AIR, ont montré des scores très satisfaisants et assez stables par rapport aux années précédentes. La principale dégradation constatée est liée au manque de modèle statistique pour ASAFM pour les journées J+1 et J+2. La duplication pour ces journées des modèles statistiques du J+0 n’a pas eu le même effet que les années passées avec une diminution significative des scores. L’adaptation statistique mise en œuvre dans le cadre de la production des évaluations pour l’arrêté mesure d’urgence (AMU) intègre des modèles statistiques développés spécifiquement pour J+1 et J+2. L’année 2015 verra donc un travail d’uniformisation des filières afin de doter PREV’AIR et PREV’AIR-AMU des mêmes calculs et donc des mêmes performances.

Dans ce rapport une attention particulière a été portée sur la chaîne de prévision à 5 km sur la France forcée par la météorologie IFS car elle doit devenir dans le futur la chaîne de référence dans PREV’AIR. Ces performances sont assez convaincantes avec des scores souvent du même niveau que AFM voire même meilleurs sur les stations urbaines.

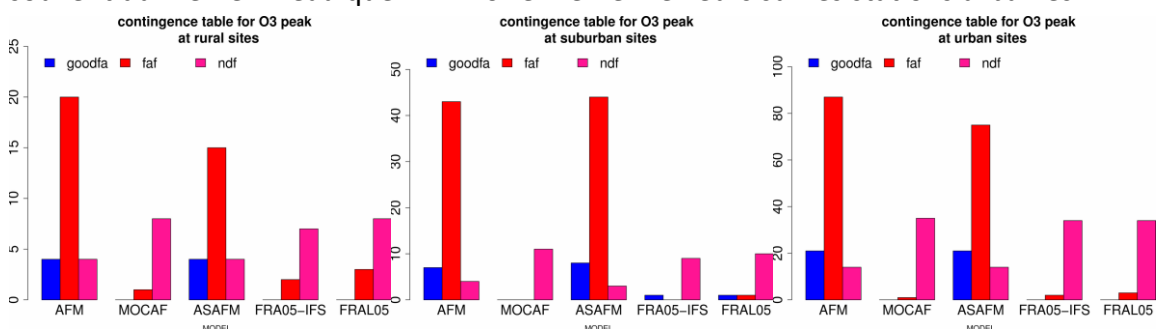


Figure 12 : Scores de la table de contingence des modèles PREV’AIR de la prévision pour le lendemain, sur les sites ruraux (à gauche), périurbains (milieu) et urbains (à droite). (*goodfa* : Bonne prévision, *faf* : fausse alerte, *ndf* : évènement non détecté) - variabilité des résultats peut être due à un taux de production de la prévision variable

Néanmoins comme le montre la Figure 12, FRA05-IFS est moins performant sur la détection du seuil d’information que AFM ou ASAFM, quoique présentant la particularité intéressante de produire moins de fausses alertes que de bonnes prévisions du dépassement du seuil d’information (ce qui permet d’avoir une confiance élevée dans ses prévisions lors de dépassement annoncé). L’objectif des travaux futurs sera donc de doter cette filière d’une procédure d’adaptation statistique qui permettrait de renforcer son aptitude à détecter les épisodes de pollution à l’ozone.

### 3. LES PARTICULES

#### 3.1 Analyse de l'année 2014

L'année 2014 a été marquée par un premier trimestre assez inhabituel avec une absence quasi-totale de dépassement du seuil d'information (figure 13) lors des deux premiers mois. Cela peut s'expliquer par les conditions météorologiques assez douces, et donc des émissions moins élevées que lors d'un hiver plus froid. Par contre un épisode important s'est présenté à partir du 6 mars pour durer jusqu'au 16 mars. Il a été remarquable par son intensité et sa durée sous l'effet de conditions météorologiques anticycloniques. Ces conditions ont inhibé la dispersion de la pollution, et canalisé l'apport sur la France de masses d'air continentales chargées en pollution par des vents de secteur est et nord-est. La conjoncture saisonnière pendant cette période est particulière, avec le cumul de nombreuses sources d'émission, puisqu'aux émissions habituelles (trafic, industrie) s'ajoutent des émissions plus spécifiques telles que celles issues du chauffage au bois et surtout celles provenant des pratiques agricoles comme l'épandage d'engrais. Ces sources combinées aux apports extérieurs ont favorisé la formation de particules secondaires (en particulier de nitrate d'ammonium).

Cet épisode s'est déroulé en 2 épisodes, la première a duré du 6 au 9 sous l'effet des émissions surtout locales puis la seconde phase a vu les concentrations augmenter sous l'effet d'un flux permettant l'arrivée sur la France de contributions transfrontalières significatives.

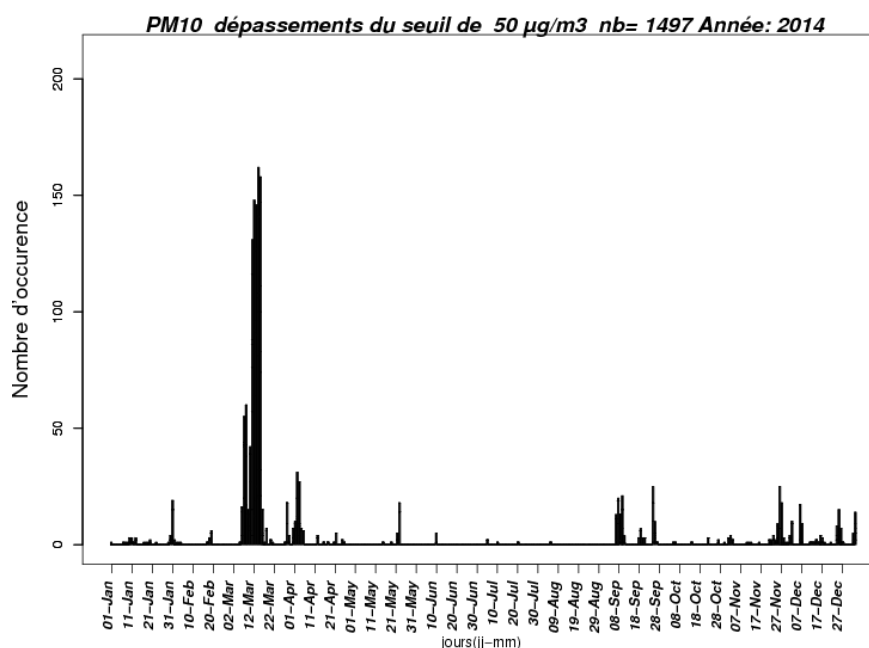


Figure 13 : Nombre de dépassements du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière observés pour les PM<sub>10</sub> sur toute l'année 2014



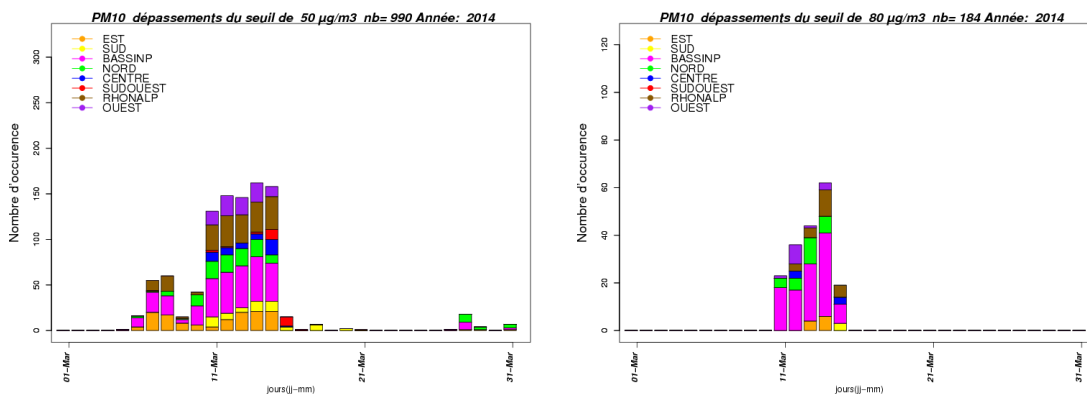


Figure 14 : Identification des macro-régions touchées par des dépassements lors de l'épisode du mois de mars 2014 du seuil d'information en PM<sub>10</sub> (à gauche) et du seuil d'alerte (à droite)

990 dépassements de la valeur réglementaire de 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière ont été répertoriés durant cette période. Quasiment les 2/3 des dépassements de l'année sont survenus lors de cet épisode.

Son intensité fut telle que 184 dépassements du seuil d'alerte ont également été comptabilisés sur cet épisode.

L'automne a aussi été propice dans une bien moindre mesure à l'apparition de situations avec des dépassements du seuil d'information (figure 13). Vers la mi-mai, un épisode de poussières désertiques a affecté la qualité de l'air sur la côte méditerranéenne et son arrière-pays. Un autre épisode survenu au mois de septembre a la particularité d'être imputable à l'arrivée d'un panache de SO<sub>2</sub> sur l'Europe en provenance des rejets islandais volcaniques. Ce SO<sub>2</sub> a participé à la formation de particules avec une forte contribution inorganique (sulfate d'ammonium).

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. Elle a enregistré une quarantaine de journées avec dépassement observé du seuil d'information et recommandation (SIR).

Elle n'est pas la région la plus durement touchée puisque Rhône-Alpes affiche plus de soixante jours au cours desquels au moins une station a excédé le dépassement du seuil d'information et recommandation. La région Sud, avec 45 jours de dépassement, arrive ensuite, suivie des macro-régions Est et Bassin parisien avec respectivement 30 et 27 jours de dépassement. La macro-région Centre, avec 10 jours de dépassement du SIR, a été la moins exposée aux épisodes de particule.

Concernant le seuil d'alerte, les dépassements sont répartis géographiquement de manière assez similaire aux dépassements du SIR. Ainsi la région Rhône-Alpes est la plus exposée, 15 journées ayant été recensées. Le Sud, l'Est, le Nord et le Bassin parisien enregistrent entre 4 et 5 journées de dépassement du seuil d'alerte alors que le sud-ouest n'en subit aucun.

### 3.2 Les concentrations de PM<sub>10</sub> prévues par PREV'AIR

PREV'AIR a bénéficié 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 0.15°x0.1°) alimenté par le modèle météorologique américain GFS (AFM)
- CHIMERE France (résolution 0.15°x0.1°) alimenté par le modèle météorologique français 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.

### 3.2.1 Prévisions nationales des dépassements du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup>

*PM10 dépassements du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup> D+0 Année: 2014*

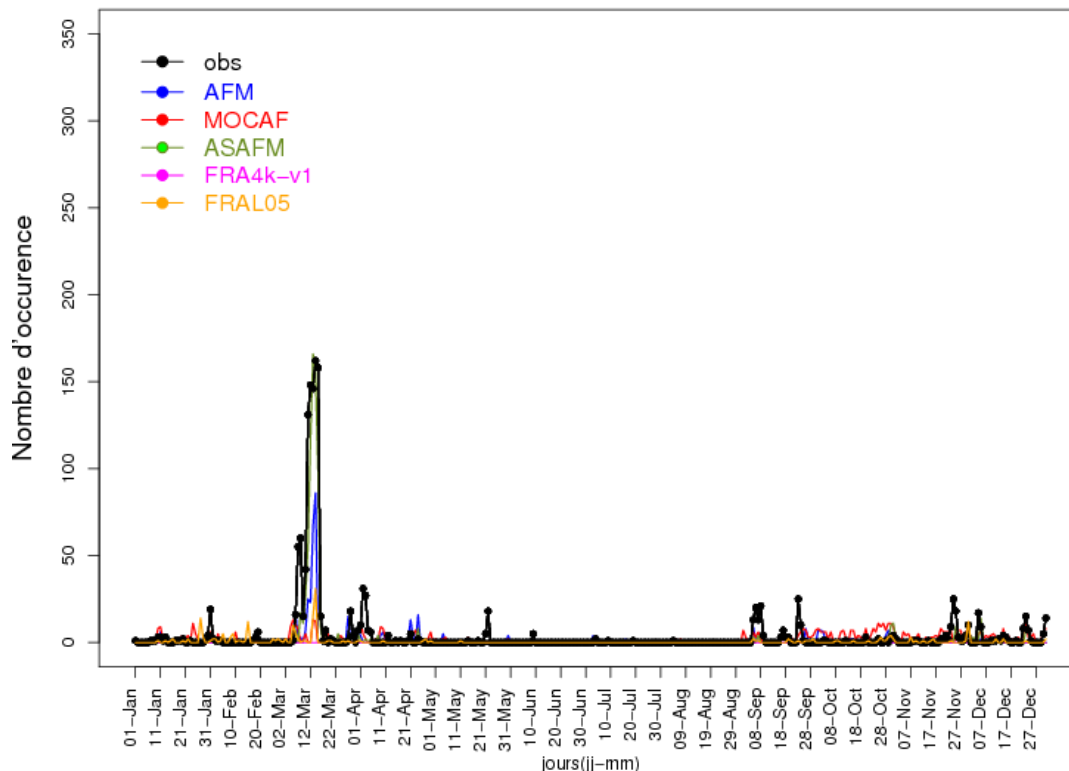


Figure 15 : Détection des événements (nombre de stations ayant dépassé le seuil de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière) pour les PM10 prédits par les modèles (en couleurs) et observés via les données d'observation (noir).

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 15). Néanmoins, les configurations brutes ont des aptitudes différentes et une tendance à sous-estimer l'amplitude des épisodes de PM<sub>10</sub>. 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 intenses épisodes de mars en lien avec les émissions issues des pratiques agricoles. L'étendue nationale de l'épisode a été plutôt bien reproduite comme le montre la figure 16 où la prévision a détecté jusqu'à 7 régions concernées par des dépassements du seuil réglementaire.

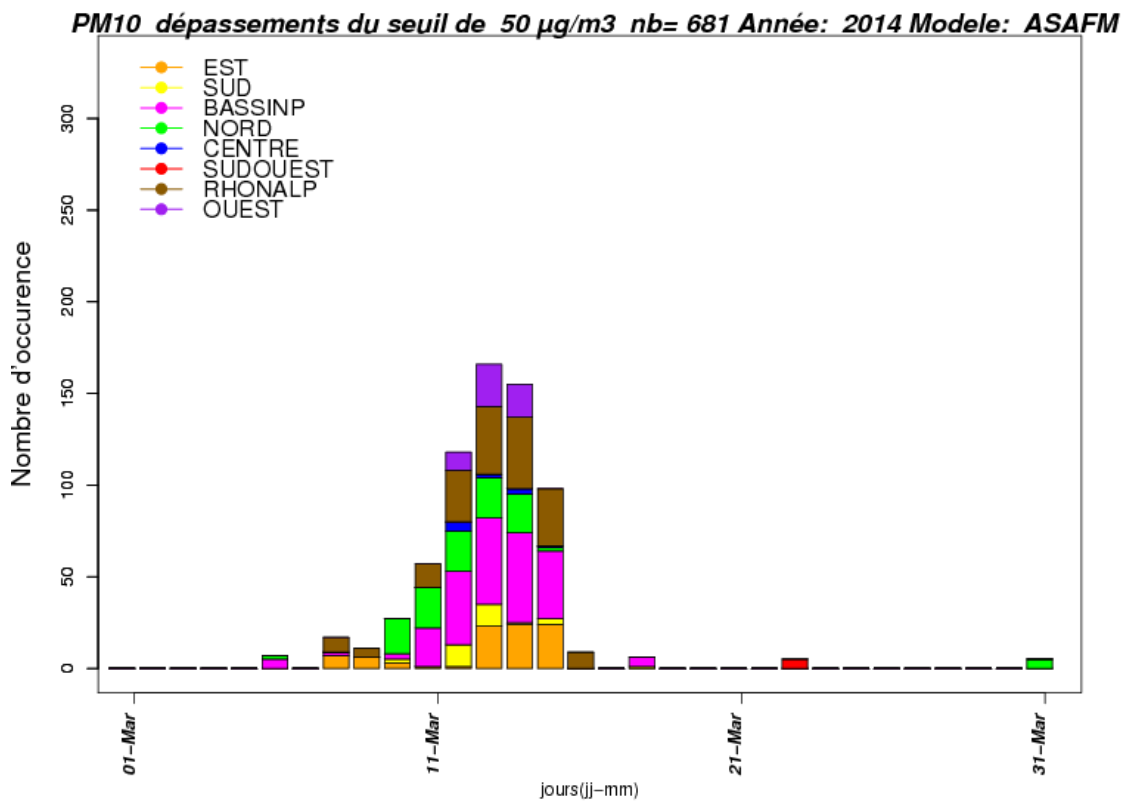


Figure 16 : Nombre de dépassements journaliers du seuil de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 8 zones lors de l'épisode de mars 2014. Prévisions de J+0 fournies par ASAFM.

### 3.3 Performances et scores des modèles

#### 3.3.1 Au niveau national

##### 3.3.1.1 *Le biais*

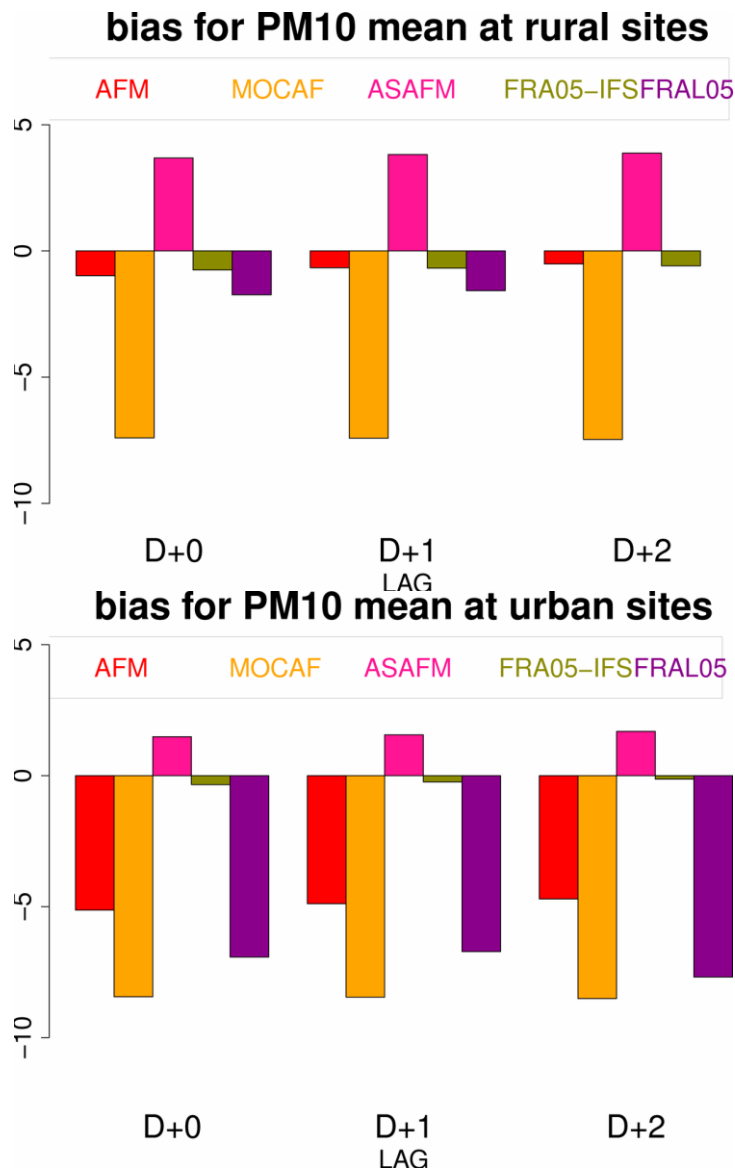


Figure 17 : Biais en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV’AIR pour les 3 jours de prévision, en moyenne sur les sites ruraux (gauche), et urbains (droite).

Le biais affiché sur la Figure 17 montre une amélioration par rapport aux années précédentes de 2-3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à la fois pour les stations urbaines et rurales. Le faible nombre d’épisodes et de valeurs élevées (exception faite de l’épisode de mars) peut expliquer ce comportement.

Le traitement d’adaptation statistique réduit le biais négatif de AFM à des valeurs positives pour les stations rurales (3-4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et légèrement positives pour les stations urbaines ( $\sim 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La version FRA05-IFS présente un biais légèrement négatif et assez semblable entre les stations rurales et urbaines. A noter la stabilité des scores quel que soit le jour de prévision considéré pour toutes les filières.

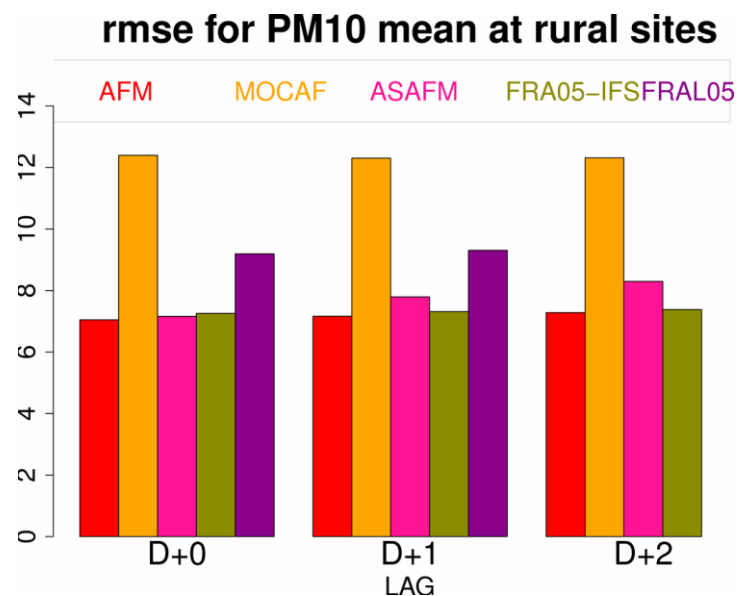
Par rapport à 2013, la filière FRA05-IFS a amélioré ses scores tout comme les autres filières.

### 3.3.1.2 La RMSE

Les calculs de RMSE fournissent des valeurs également améliorées par rapport aux années précédentes.

CHIMERE AFM se comporte l'égal de ASAFM sur les stations rurales avec une RMSE proche de  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figure 17) qui se dégrade sur les stations urbaines à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Par contre sur ces stations ASAFM est meilleur avec une RMSE à  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ce résultat montre que l'adaptation statistique nivelle les performances quelle que soit la typologie de station considérée, ce qui signifie que l'amélioration de la prévision due à ce traitement est plus marquée 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.



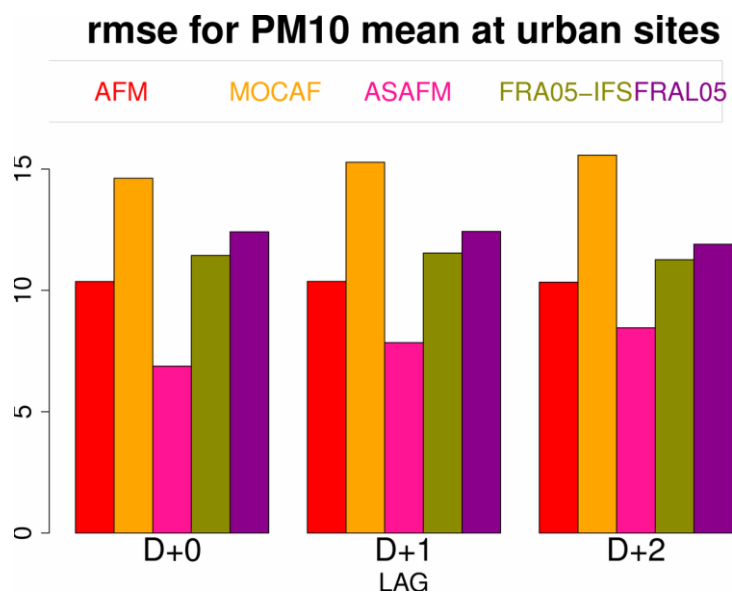


Figure 18 : RMSE en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  des moyennes journalières de  $\text{PM}_{10}$  des modèles PREV'AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (gauche), et urbains (droite).

Concernant les prévisions à haute résolution, elles affichent des RMSE un peu plus élevées que AFM.

### 3.3.1.3 La corrélation

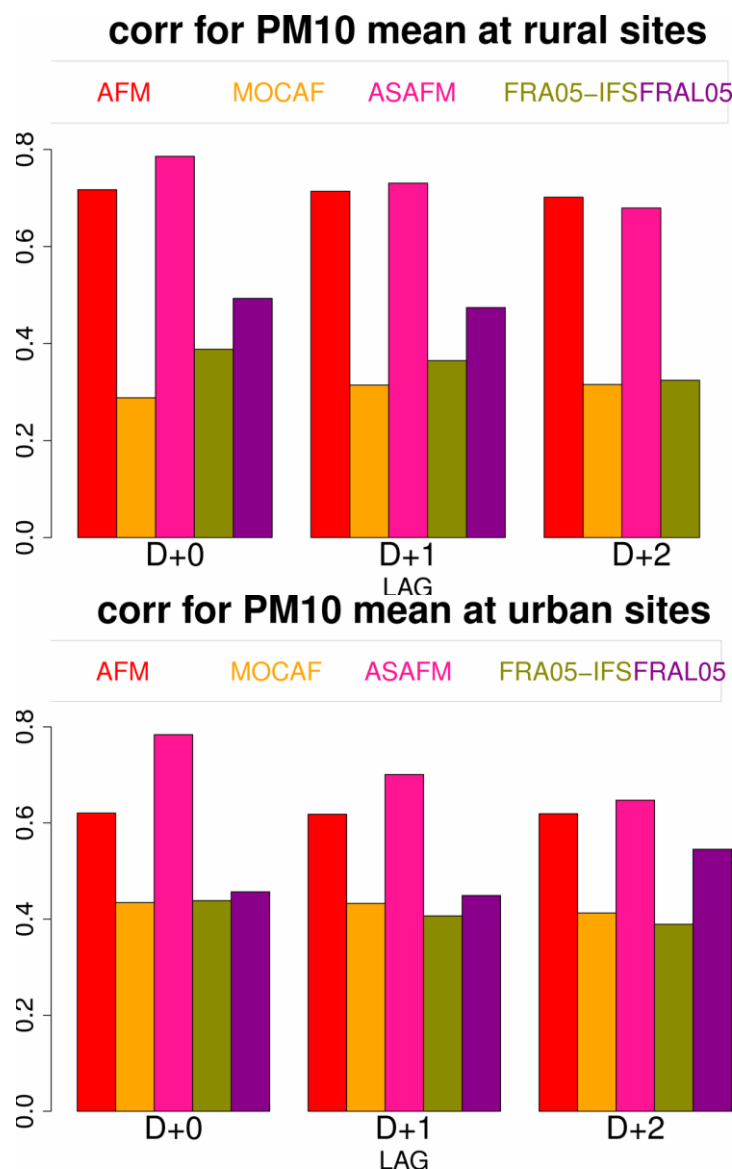


Figure 19 : Corrélations des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV’AIR pour les 3 jours de prévision, sur les sites ruraux (gauche), et urbains (droite).

Les valeurs de corrélation pour AFM (Figure 19) se situent autour de 0,7 pour les stations urbaines et 0,6 pour les stations rurales. L’adaptation statistique a un effet nettement bénéfique sur la variabilité temporelle avec une corrélation augmentée à 0,8 pour le J+0 pour les 2 typologies de station. 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.

Les prévisions à haute résolution affichent des corrélations plus basses autour de 0,4.

### 3.3.2 Au niveau régional

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 PM<sub>10</sub> sur les 8 macro-régions PREV'AIR. Les analyses se focaliseront sur la version de référence de PREV'AIR pour les PM<sub>10</sub> à savoir CHIMERE-AFM et l'apport de l'adaptation statistique.

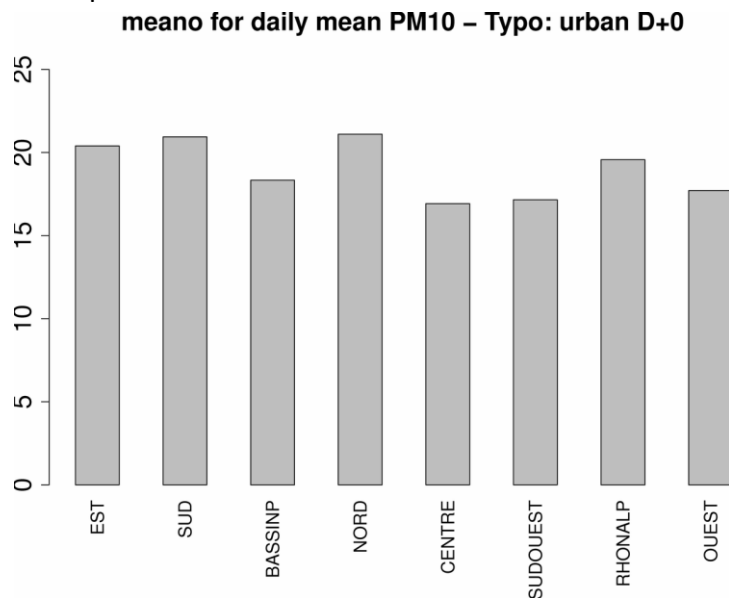


Figure 20 : Moyenne annuelle (en µg/m<sup>3</sup>) des concentrations moyennes journalières de PM<sub>10</sub> observées sur les stations urbaines, en moyenne par macro-région.

Les teneurs les plus élevées sont observées dans le Nord, le Sud, l'Est et en Rhône-Alpes avec des moyennes annuelles autour de 20 µg/m<sup>3</sup>. Vient ensuite le Bassin parisien avec des moyennes annuelles autour de 18-19 µg/m<sup>3</sup>.

Les niveaux moyens de concentration de PM<sub>10</sub> des régions déclinent de quelques microgrammes/m<sup>3</sup> par rapport à 2013.

### 3.3.2.1 Le biais

C'est sur le Sud, la seconde région avec la plus forte moyenne annuelle (Figure 21), que CHIMERE AFM a le biais le plus fort (proche de -11 µg/m<sup>3</sup>), juste devant Rhône-Alpes (~-10 µg/m<sup>3</sup>). Dans les autres régions, le biais se situe entre -1 et -6 µg/m<sup>3</sup>. L'adaptation statistique a un impact important en réduisant sur l'ensemble des régions le biais à une valeur comprise entre 0 et 2 µg/m<sup>3</sup>.



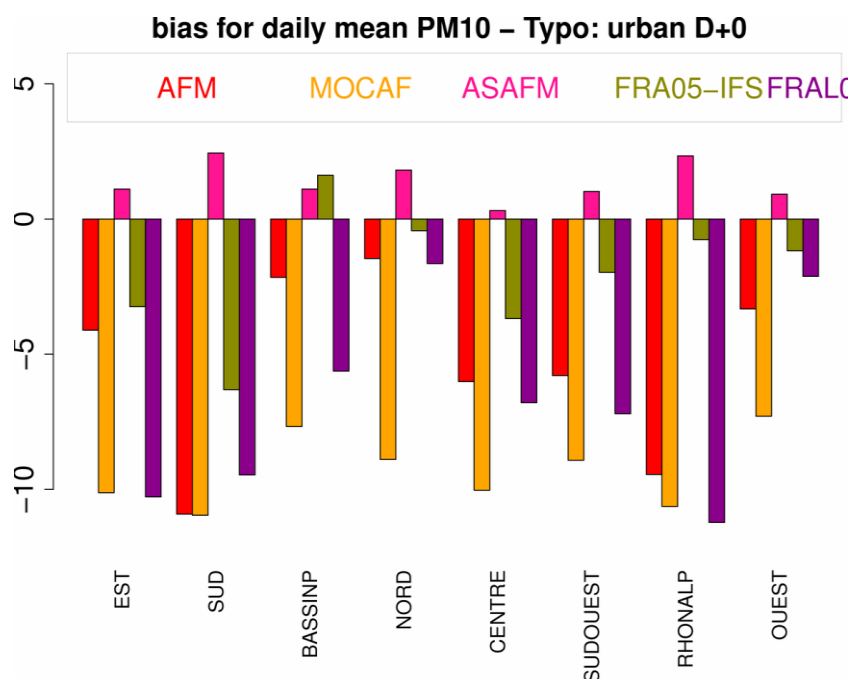


Figure 21 : Biais en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  des moyennes journalières de  $\text{PM}_{10}$  des modèles PREV’AIR pour J+0 sur les 8 macro-régions décrites Figure 1 pour les sites urbains.

La filière FRA05-IFS affiche les meilleures performances pour une prévision brute avec cependant une variabilité inter-régionale assez élevée, cette dernière remarque pouvant s’appliquer à toutes les prévisions brutes.

A noter que la région Nord qui possède la plus forte valeur de moyenne annuelle en  $\text{PM}_{10}$  est celle pour laquelle les biais sont les plus faibles.

### 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  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et une plus importante pour le Sud et pour Rhône-Alpes autour de  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . 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 conséquentes ( $\sim 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) par rapport aux performances de la prévision brute.

Au final, la RMSE de l’adaptation statistique est comprise entre  $6$  et  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  quelle que soit la région considérée, cette stabilité illustrant la robustesse de l’approche.

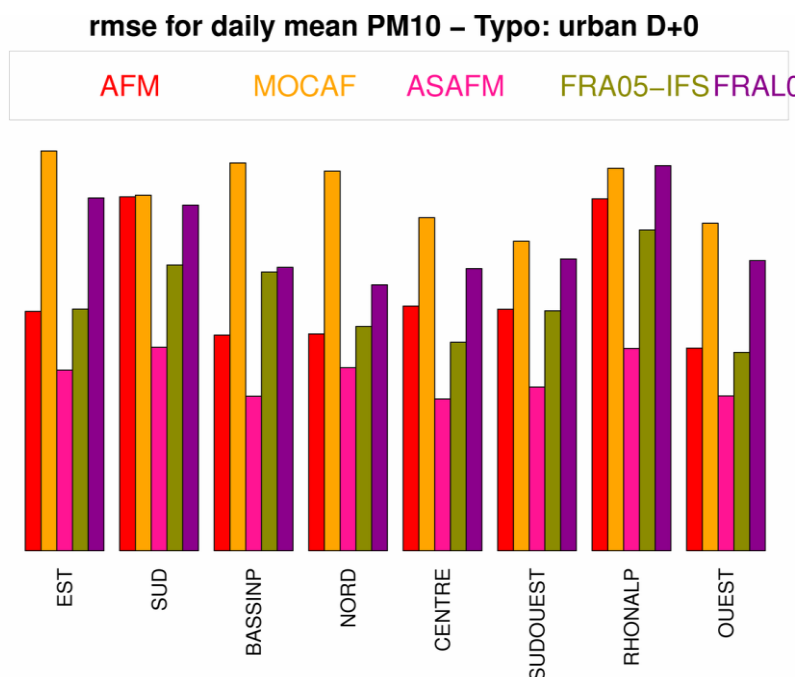


Figure 22 : RMSE en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV’AIR pour J+0 sur les 8 macro-régions décrites Figure 1 pour les sites urbains.

Concernant les prévisions à haute résolution, la version FRA05-IFS devance par ses performances les prévisions brutes en région Sud et Rhône-Alpes, par contre ses performances sont moins bonnes sur le Bassin parisien (Figure 23).

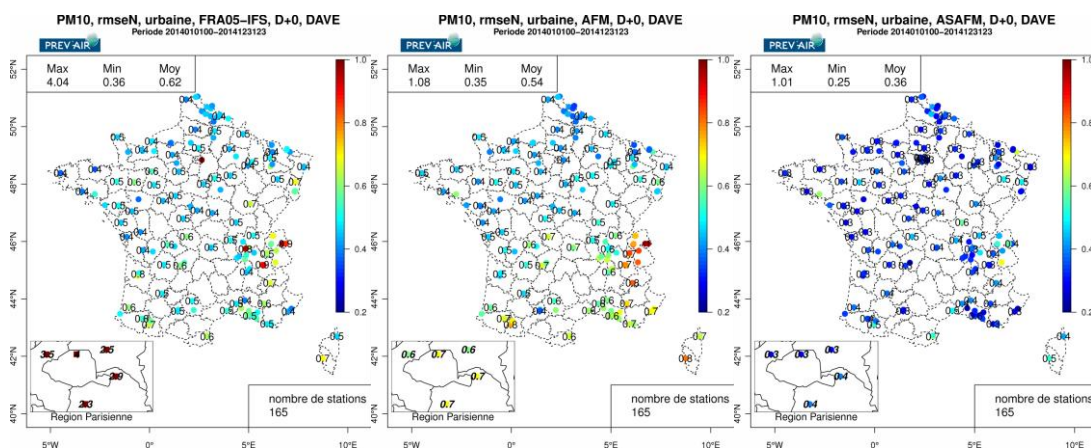


Figure 23 : RMSE normalisée des moyennes journalières de PM10 pour les stations urbaines simulées par FRA05-IFS à droite, AFM au centre et ASAFM à gauche.

La Figure 23 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. La Figure confirme la meilleure disposition de la prévision FRA05-IFS sur le Sud-Est et montre un net problème de surestimation sur l’Île-de-France, très certainement lié aux émissions.

### 3.3.2.3 La corrélation

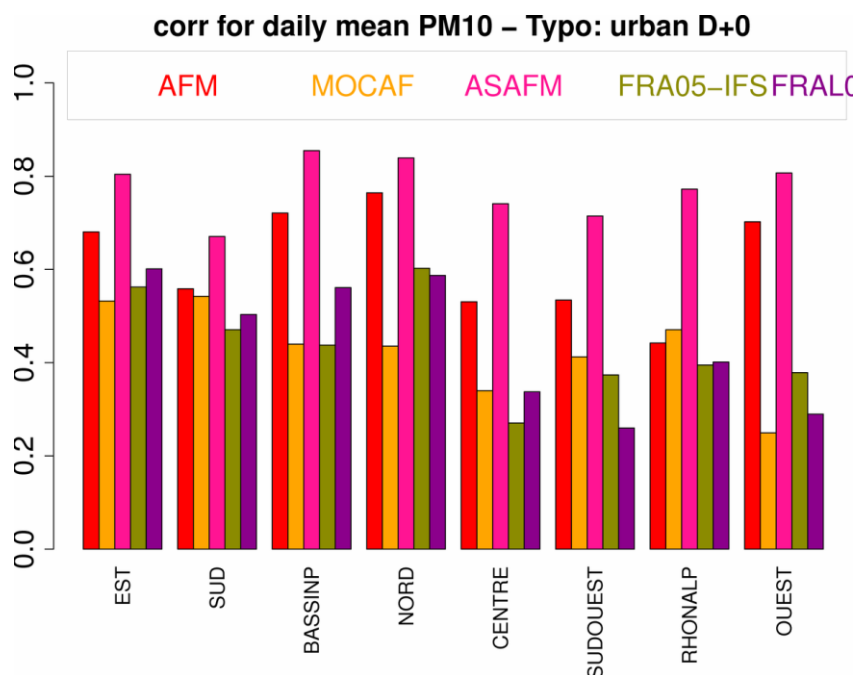


Figure 24 : Corrélation des moyennes journalières de PM10 des modèles PREV’AIR pour J+0 sur les 8 macro-régions décrites Figure 21 pour les sites urbains.

La prévision brute AFM présente une bonne corrélation sur la plupart des régions Nord et Ouest, entre 0,7 et 0,8, alors que la plupart des autres régions se situent entre 0,5 et 0,7 (Figure 23). Rhône-Alpes a la plus mauvaise corrélation à 0,4. L’adaptation statistique permet d’améliorer dans ces régions les performances notamment en Rhône-Alpes avec plus de 0,8 de corrélation.

Les filières à haute résolution présentent des performances nettement moins bonnes, avec une corrélation comprise entre 0,3 et 0,6.

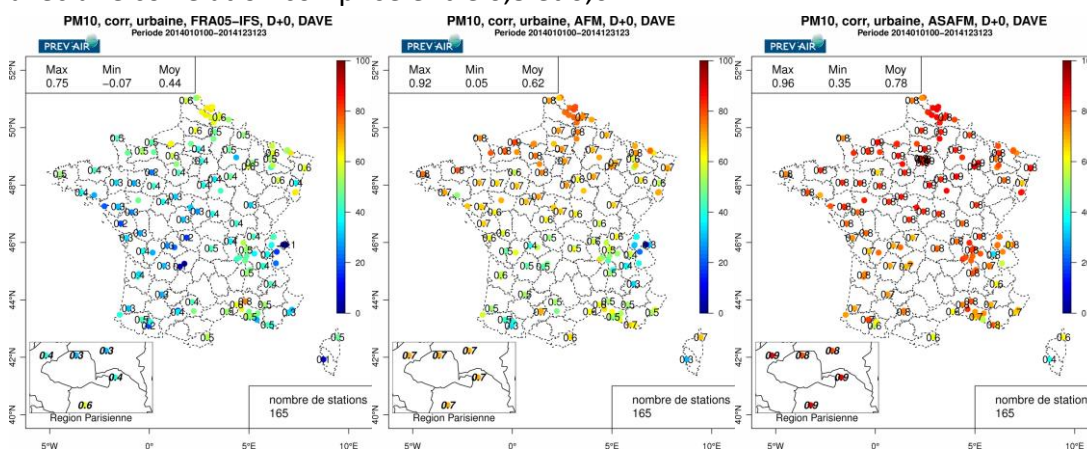


Figure 25 : Corrélation des moyennes journalières de PM10 pour les stations urbaines simulées par AFM à gauche et ASAFM à droite.

Dans l’ensemble, l’adaptation statistique permet d’améliorer la variabilité temporelle des concentrations moyennes journalières de PM<sub>10</sub> au niveau national passant de 0,62 (AFM) à 0,78 (ASAFM) de corrélation (Figure 24). L’amélioration est flagrante sur Rhône-Alpes mais reste perfectible sur le Sud et le Sud-Ouest.

La filière FRA05-IFS est à améliorer notamment sur la région parisienne où ses scores montrent un fonctionnement anormal. Sur d'autres régions, comme celles du Sud-Est, ses résultats sont encourageants.

### 3.3.2.4 Conclusions

Les trois indicateurs biais, RMSE et corrélation 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 et le Bassin parisien, 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 scores. Son action est surtout remarquable dans les régions Sud et Rhône-Alpes.

La Figure 25 montre qu'environ 40 % des dépassements du seuil d'information sont bien pronostiqués par ASAFM sur les sites urbains. 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'événements non détectés. Nous prospectons actuellement pour mieux intégrer dans le calcul des modèles statistiques les caractéristiques régionales.

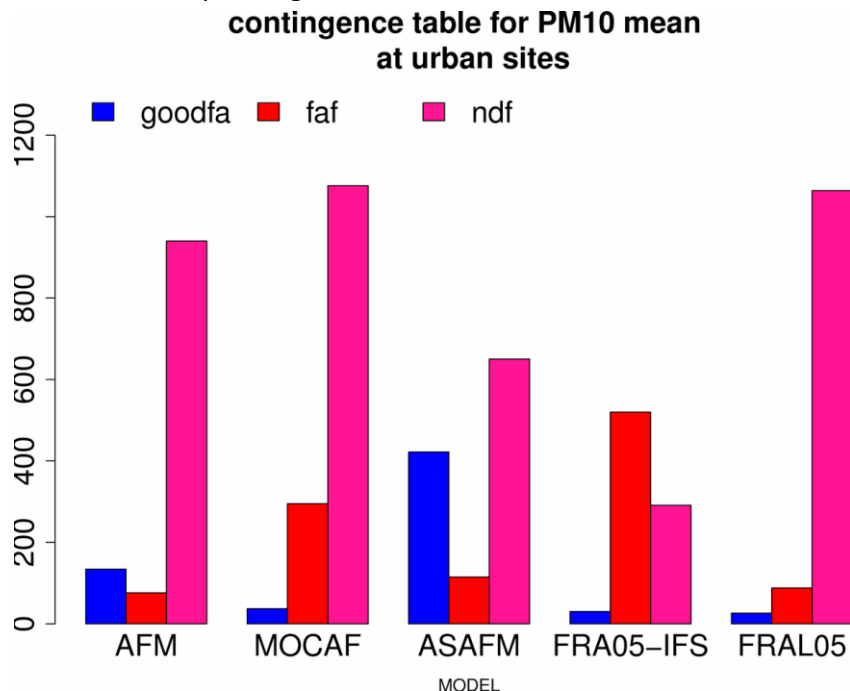


Figure 26 : Scores de la table de contingence des modèles PREV'AIR de la prévision pour le jour même sur les sites urbains. (*goodfa* : Bonne prévision, *faf* : fausse alerte, *ndf* : évènement non détecté)

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.

Si une attention particulière s'est portée sur FRA05-IFS dans ce rapport, c'est que des développements en cours visent à doter cette filière d'une adaptation statistique.

## 4. UTILISATEURS PREV'AIR

76 comptes PREV'AIR sont alimentés chaque jour avec les données de prévision brutes et avec adaptation statistique. Les chaînes haute résolution sont également mises à disposition sur demande ainsi que les produits d'analyse.

Des travaux plus spécifiques sont réalisés avec quelques AASQA pour améliorer les performances de PREV'AIR dans leur région.

## 5. 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 PM<sub>10</sub> ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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 PM<sub>10</sub>.

Ces informations peuvent faire l'objet d'un croisement avec les bases de données de population et d'occupation du sol pour évaluer le nombre d'habitants et les surfaces de végétation exposées 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 (Zone Administrative de Surveillance) afin d'obtenir sur ces zones une information synthétique.

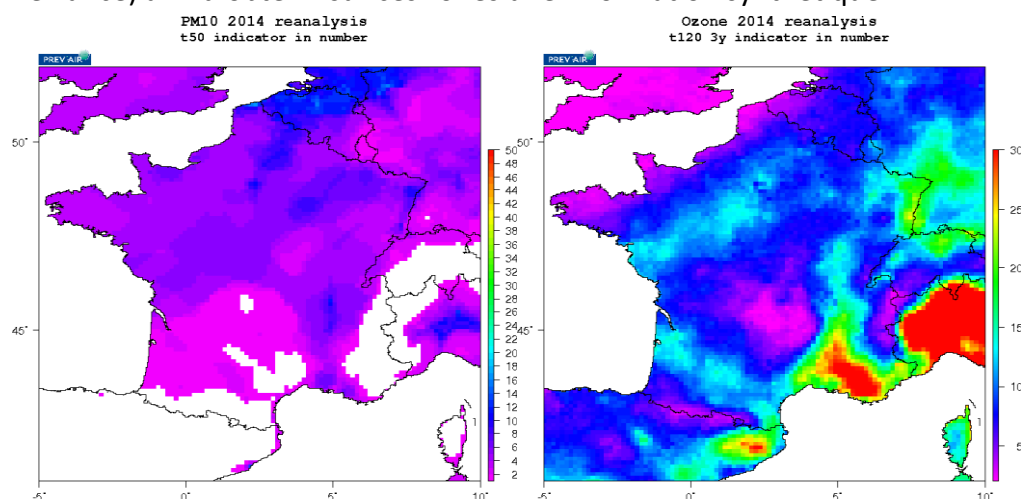


Figure 27 : Panel d'indicateurs produits pour les particules PM<sub>10</sub> en 2013 avec les analyses PREV'AIR (nombre de jours de dépassement du seuil de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) à gauche et nombre de jours de dépassement du seuil journalier de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 3 ans.

## 6. DEVELOPPEMENTS

Plusieurs travaux ont été lancés en 2014 avec l'objectif d'améliorer les performances de PREV'AIR notamment dans la gestion des épisodes de pollution.

Les efforts portent sur une nouvelle filière à 4km qui remplacera la filière FRA05-IFS et sur laquelle seront développées des adaptations statistiques et une analyse. Celle-ci s'appuiera sur la dernière version de CHIMERE qui inclut un certain nombre d'améliorations, (i) au niveau des émissions de poussières telluriques, (ii) dans le calcul des émissions (dernière version de MEGAN), (iii) la prise en compte des émissions liées aux feux de forêt.

## 7. ADAPTATION STATISTIQUE & ANALYSES

---

- Des travaux ont été engagés en 2014 afin d'améliorer : les modèles de prévision statistique aux stations utilisés dans l'adaptation statistique ;
- La procédure de krigeage, qui intervient aussi bien dans l'analyse que l'adaptation statistique pour cartographier les concentrations.

Un certain nombre de tests ont été engagés dans le cadre d'une collaboration avec AIRAQ. Ils portent notamment sur :

- Un apprentissage saisonnier ;
- L'utilisation, comme variable explicative supplémentaire, de la concentration moyenne mesurée sur les premières heures de la journée (0h-6h par exemple).

Les premiers résultats obtenus avec cette variable sont très prometteurs.

S'agissant du krigeage, une attention particulière a été portée à la définition du voisinage de krigeage, avec la réalisation de tests de sensibilité. Le voisinage de krigeage détermine quels sites de mesure seront pris en compte pour estimer la concentration en chaque point de grille. Il s'exprime comme une distance ou un nombre maximal de stations. Les tests effectués ont confirmé que la valeur utilisée dans PREV'AIR était un choix satisfaisant.

## 8. UTILISATION DE PREV'AIR POUR LE RAPPORTAGE EUROPEEN

---

Dans le cadre des activités de rapportage à l'Europe, les données PREV'AIR peuvent être utilisées pour évaluer les contributions naturelles à déduire des valeurs des stations en dépassement des valeurs limites de la directive européenne de la qualité de l'air [ **2008/50/EC** ]. Une nouvelle évaluation est alors réalisée sur ces stations pour contrôler le respect des seuils européens. Cette procédure de réajustement ne concerne pour le moment que le polluant PM<sub>10</sub>. L'estimation des contributions transfrontalières est également utilisée pour caractériser les dépassements de valeurs limites lors de la déclaration des plans et programmes

La méthodologie actuellement en œuvre pour cela s'appuie sur les sorties brutes de CHIMERE à 10 km de résolution sur la France qui servent également à l'adaptation statistique qui fournit la prévision de référence de PREV'AIR. Cette prévision calcule les concentrations des particules PM<sub>10</sub> et leurs composantes parmi lesquelles il est possible d'extraire les contributions des sels de mer et poussières désertiques pour les stations en dépassement.

Un calcul est alors établi pour déterminer la contribution journalière et annuelle de ces composantes naturelles de l'aérosol. Ces valeurs sont alors retranchées des concentrations observées des stations en dépassement et un nouveau calcul d'évaluation du respect des seuils réglementaires est opéré qui permet de déterminer si la station demeure ou pas en excès des valeurs limites.

Dans ce mode opératoire, l'approche qui a été retenue consiste à considérer sur les valeurs journalières uniquement la contribution des sels de mers. Chaque jour, cette contribution est soustraite à la valeur de la concentration de moyenne journalière observée. Un calcul du nombre de jours sur l'année excédant la valeur de 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière permet d'évaluer le respect de la valeur limite. Une autre évaluation est faite sur les moyennes annuelles observées des stations en dépassement auxquelles sont soustraites les moyennes annuelles des contributions sels de mer et poussières désertiques.

Les résultats de MOCAGE (autre modèle de qualité de l'air impliqué dans PREV'AIR) notamment dans sa version globale sont utilisés pour estimer la contribution des poussières désertiques sur les valeurs de PM<sub>10</sub> en Guadeloupe, Martinique et Guyane. Ce modèle à 2° de résolution horizontale sur le globe permet de suivre le transport transocéanique des poussières soulevées au Sahara. De la même manière que pour les stations de métropole, les calculs sont réalisés pour évaluer le respect des seuils réglementaires par les stations Outre-Mer.

Un travail a également été mené pour établir la contribution transfrontière sur les concentrations de polluant en France sur la base de simulation à l'échelle Européenne opérée sans émissions nationales.

## 9. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

---

L'évaluation des performances des prévisions brutes de PREV'AIR durant l'année 2014 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 PM<sub>10</sub> 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 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.

Concernant l'amélioration des prévisions brutes, les efforts portent sur le développement de nouvelles versions avec une augmentation de la 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 opérationnelle. Des travaux sont en cours pour légèrement accroître la résolution de 5 à 4 km sur cette filière. En complément, cela nécessite le développement d'une procédure d'adaptation statistique adaptée à cette configuration pour notamment corriger cette tendance à la sous-estimation entrevue pour l'ozone et les PM<sub>10</sub>. Un point intéressant de ces nouvelles configurations à haute résolution concerne l'amélioration des scores pour l'ozone en zones urbaines par rapport à la prévision 10 km, ce qui devrait permettre de mieux évaluer l'exposition des populations à ce polluant.

Le nombre d'utilisateurs est stable avec 70 comptes en 2014.





---

**direction et secrétariat du LCSQA**

INERIS - parc technologique Alata - BP 2 - F60550 Verneuil-en-Halatte  
tél. 03 44 55 64 04 - [www.lcsqa.org](http://www.lcsqa.org)