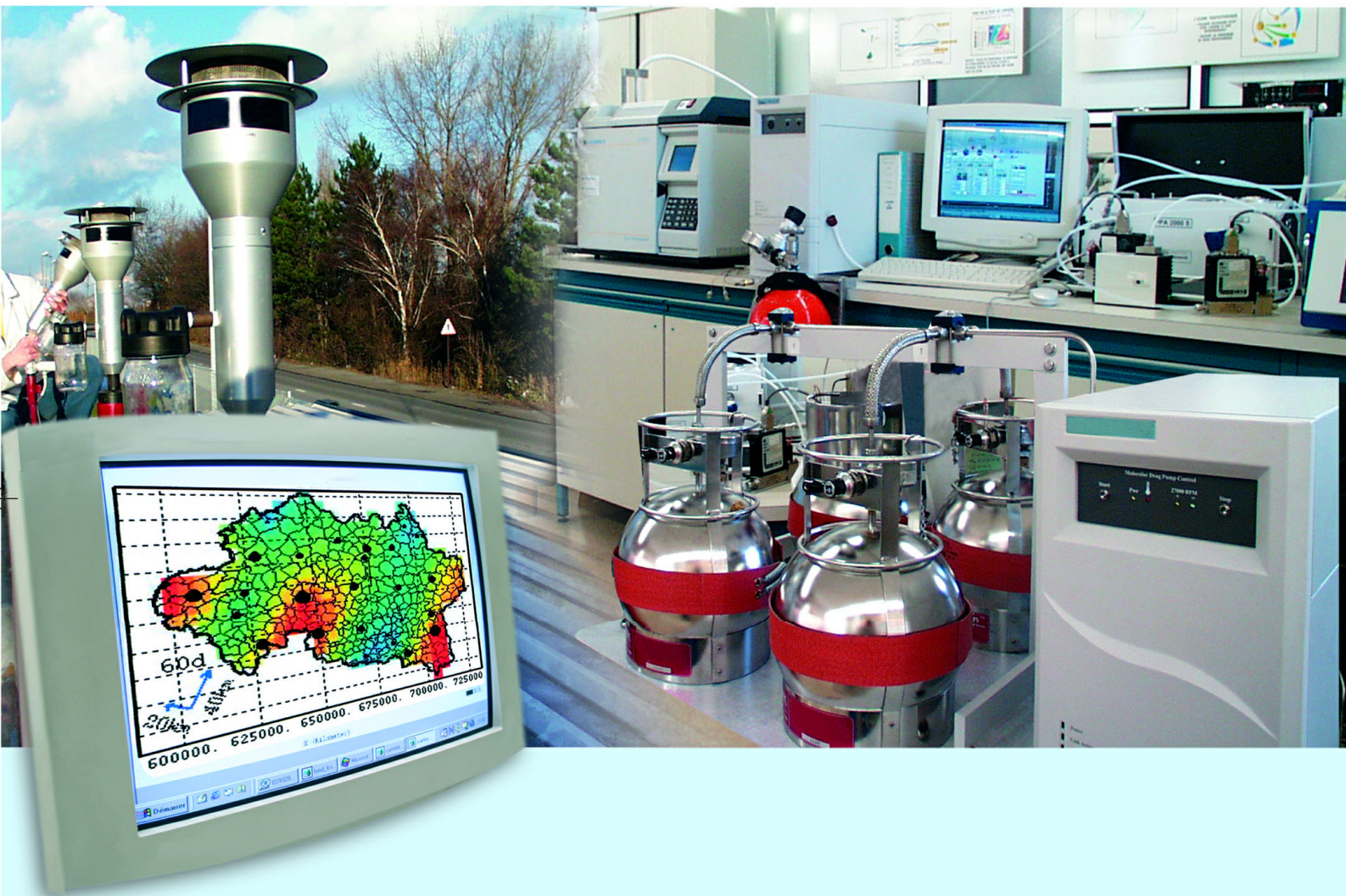




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Traitements numériques

Travaux relatifs au système PREV'AIR

Décembre 2006

Version finale

Cécile Honoré - Frédéric Meleux





Ministère de l'Ecologie
et du Développement Durable

PREAMBULE

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

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

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



Ministère de l'Écologie
et du Développement Durable

Travaux relatifs au système PREV'AIR

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

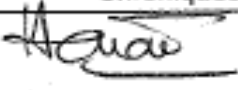
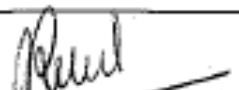
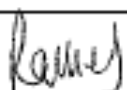
Thème : Traitements numériques

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

Décembre 2006

Cécile Honoré, Frédéric Meleux

Ce document comporte 25 pages (hors couverture et annexes).

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Cécile Honoré Frédéric Meleux	Laurence Rouil	M.RAMEL
Qualité	Ingénieurs Etude Recherche Développement Unité Modélisation et Analyse Economique pour la Gestion des Risques Direction des Risques Chroniques	Responsable de l'Unité Modélisation et analyse économique pour la gestion du risque Direction des Risques Chroniques	Responsable LCSQA/INERIS Direction des Risques Chroniques
Visa			



Ministère de l'Écologie
et du Développement Durable

TABLE DES MATIÈRES

1. RESUMÉ	3
1.1 Amélioration des prévisions délivrées par le système PREV'AIR	3
1.1.1 Représentation cartographique des prévisions	3
1.1.2 Etude de la sensibilité des prévisions aux inventaires d'émission	4
1.2 Evaluation des performances du système	4
1.3 Bilan des actions d'assistance aux utilisateurs	5
2. INTRODUCTION	6
3. AMÉLIORATION DES PRÉVISIONS DÉLIVRÉES PAR LE SYSTÈME PREV'AIR	7
3.1 Représentation cartographique des prévisions	7
3.2 Etude de la sensibilité des prévisions aux inventaires d'émission	11
3.2.1 Description de l'inventaire PACA	11
3.2.2 Procédure d'imbrication	12
4. EVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME	13
4.1 Méthodologie	13
4.2 Evaluation sur l'ozone	15
4.2.1 Indicateurs statistiques sur les pics journaliers	15
4.2.2 Prévision des dépassements de seuils	18
4.3 Modèle CHIMERE France, Dioxyde d'azote	20
4.3.1 Indicateurs statistiques sur les moyennes journalières	20
4.4 Modèle CHIMERE Europe, PM10	22
4.4.1 Indicateurs statistiques sur les moyennes journalières	22
4.5 Conclusions	24
5. BILAN DES ACTIONS D'ASSISTANCE AUX UTILISATEURS	25
5.1 Comptes utilisateurs	25
5.2 Extraction des données	25
6. LISTE DES ANNEXES	26
1. Données numériques mises à disposition	29
2. Prévisions	30
2.1.1 3D	30
2.1.2 2D	30
2.2 Données d'adaptation statistique	30
2.2.1 2D	30
3. Analyses	30
3.1 2D	30

4.	Format des données	31
4.1	3D	31
4.2	2D	31
4.3	Remarques importantes	32
4.3.1	Grilles modèle	32
4.3.2	Niveaux verticaux.....	32
4.3.3	Repérage temporel	32
4.3.4	Unités des concentrations.....	32

1. RESUME

Les actions menées en 2006 sur le système PREV'AIR¹ dans le cadre du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) se déclinent en trois axes:

- Des travaux visant à l'amélioration des prévisions délivrées par le système portant, d'une part, sur la représentation cartographique des prévisions ; d'autre part, sur l'étude de la sensibilité des prévisions aux inventaires d'émission.
- Des travaux relatifs à l'évaluation des performances du système.
- Des actions d'assistance aux Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

1.1 AMELIORATION DES PREVISIONS DELIVREES PAR LE SYSTEME PREV'AIR

1.1.1 REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE DES PREVISIONS

Ces travaux sont rendus nécessaires car des désaccords ont été observés dans le passé entre les prévisions PREV'AIR et les prévisions locales des AASQA, qui peuvent avoir des conséquences d'autant plus gênantes que, depuis l'été 2005, les cartes PREV'AIR sont susceptibles d'être diffusées par France Télévisions en cas de prévision d'un épisode de pollution photochimique de grande échelle et persistant.

Suite à ce constat, et en concertation avec les AASQA membres du Comité de Suivi PREV'AIR, une procédure spécifique a été mise en place pendant la période d'astreinte du système PREV'AIR : du 15 juin au 15 septembre 2006, un mail d'avertissement a été diffusé le matin à l'ensemble des AASQA en cas de diffusion prévue des cartes PREV'AIR par France Télévisions. Ainsi, il a été possible le cas échéant de moduler le commentaire envoyé aux présentateurs des journaux météorologiques du soir. La communication entre les AASQA et les ingénieurs d'astreinte PREV'AIR a bien fonctionné par le biais, entre autres, d'un utilitaire disponible sur le serveur.

Par ailleurs, en amont de ce dispositif, les cartes d'ozone PREV'AIR diffusées cet été au public ont fait l'objet d'une adaptation statistique : elles intégraient, autant que possible, une correction des discordances observées dans le passé entre situation locale – évaluée sur la base des observations - et prévision nationale. Trois années de calage (2003, 2004 et 2005) ont été utilisées à cette fin.

¹ Mis en place à l'INERIS en collaboration avec le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL) du CNRS et l'ADEME. Météo-France participe également au système. Pour une description des travaux relatifs au système PREV'AIR menés dans le cadre du LCSQA, cf. l'Annexe 3.

1.1.2 ÉTUDE DE LA SENSIBILITE DES PREVISIONS AUX INVENTAIRES D'EMISSION

Dans l'attente de disposer d'un inventaire des émissions à haute résolution aux niveaux national et européen, une voie possible d'amélioration des prévisions PREV'AIR consiste à coupler l'inventaire EMEP (résolution 50km*50km) actuellement mis en œuvre dans le système à des inventaires d'émission locaux. Ceci devrait avoir pour conséquence d'augmenter la cohérence des prévisions nationales et locales (cf. point précédent). Les régions Provence – Alpes - Côte d'Azur et Rhône - Alpes, ainsi que le grand bassin parisien, devaient servir de régions pilotes pour estimer l'apport d'une meilleure définition des émissions sur les résultats de prévision.

L'insertion des cadastres locaux n'a pu être réalisée comme prévu en 2006 du fait de la mise à disposition tardive des inventaires locaux PACA et Rhône-Alpes auprès de l'INERIS. Ces travaux seront effectivement réalisés au cours du premier semestre 2007. Cette intégration sera ensuite évaluée, et comparée aux systèmes locaux de prévision de la qualité de l'air (ESMERALDA, AIRES...). Si des progrès importants sont constatés, cela laisse présager des résultats particulièrement encourageants concernant l'amélioration possible des résultats avec l'utilisation de l'Inventaire National Spatialisé (INS) en 2008.

1.2 EVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTEME

Une évaluation des performances du système PREV'AIR , par comparaison aux observations disponibles via BASTER, la base de données temps réel de l'ADEME, est mise à jour quotidiennement sur le site Internet www.prevair.org. A partir d'indicateurs statistiques, cette information a pour objectif de répondre à notre souci de transparence sur les aptitudes des modèles à prévoir et à retranscrire la qualité de l'air. L'ensemble des indicateurs est réparti selon trois catégories distinctes: urbaine, périurbaine et rurale et se compose d'indices classiques: biais, RMSE, corrélation, et percentiles d'erreur. Ainsi il est possible d'estimer le comportement global du système PREV'AIR sur l'ensemble de la saison estivale et cela pour les différentes configurations de modèles utilisées (domaine Europe ou France, modèle CHMERE ou MOCAGE ...).

Dans le cadre de la présente évaluation, réalisée a posteriori et à l'aide de données d'observation validées, notre intérêt s'est porté sur les prévisions du système sur le domaine France réalisées avec le modèle CHIMERE (CFM). Ce modèle est utilisé sur la filière « officielle » de calcul PREV'AIR Le bilan des performances du système est établi à l'échelle nationale, région par région et sur chacune des stations de mesure, par comparaison aux observations de la BDQA selon des critères statistiques classiques, et des critères de dépassement des seuils réglementaires.

Ce bilan, présenté dans la partie 4 du rapport, fait état des mêmes grandes tendances que les années précédentes : en ce qui concerne l'ozone, les performances sont satisfaisantes en terme d'indicateurs statistiques, avec des modulations régionales (ainsi les prévisions sur les régions Rhône-Alpes, Provence – Alpes - Côte d'Azur et les zones littorales du nord de la France ont des performances plus faibles que la moyenne nationale). Pour ce polluant, les performances en terme de dépassements du seuil d'information restent plus mesurées (de 35 à 40% de bonnes prédictions selon le type des stations).

1.3 BILAN DES ACTIONS D'ASSISTANCE AUX UTILISATEURS

On présente dans la dernière partie du rapport le bilan pour l'été 2006 des actions d'assistance aux utilisateurs du système PREV'AIR. Celles-ci consistent en un appui technique pour l'utilisation et l'interprétation des données issues de PREV'AIR, qu'il s'agisse des données brutes de modélisation ou des sorties analysées ou encore adaptées statistiquement. En ce qui concerne la mise à disposition des données elles-mêmes, en 2006, trois demandes d'ouverture de comptes utilisateurs ont été honorées, portant à 46 le nombre d'utilisateurs téléchargeant quotidiennement des champs de polluant via le site web.

2. INTRODUCTION

Le système PREV'AIR de prévision et de cartographie de la qualité de l'air, mis en place au cours de l'été 2003 par l'INERIS, en collaboration avec le CNRS et l'ADEME², assure la diffusion par Internet de prévisions et de cartographies d'ozone, de particules (PM10 et PM2.5) et d'oxydes d'azote, couvrant l'Europe et la France. Les simulations couvrent l'Europe de l'Ouest, avec une résolution de l'ordre de 50km et La France avec une plus haute résolution (de l'ordre de 10km). Les prévisions sont établies à trois jours d'échéance.

Par ailleurs, les données numériques de concentrations issues de PREV'AIR sont téléchargeables par les organismes qui en font la demande. A ce jour environ une trentaine d'Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) – ou regroupements d'AASQA - dispose d'un compte sur PREV'AIR et accède chaque jour aux prévisions et analyses calculées à l'INERIS. Enfin, depuis l'été 2005, les prévisions de PREV'AIR sont diffusées en cas d'épisode de pollution photochimique à l'occasion des bulletins météorologiques de France Télévision.

Cette large diffusion au public de l'information issue de PREV'AIR impose un niveau de qualité très élevé sur les sorties du système. Ainsi, des développements sont en permanence à l'œuvre, afin d'améliorer la description des processus physico-chimiques pris en compte ou les performances statistiques du système.

L'objet des travaux du LCSQA relatifs au système PREV'AIR et présentés dans le présent rapport, est de le faire évoluer et de l'améliorer pour répondre aux besoins locaux des AASQA : il s'agit d'une part de leur fournir les éléments nécessaires à l'exploitation des données numériques ; d'autre part, de répondre à leurs attentes en terme de précision des résultats fournis. Ces objectifs ont été poursuivis en 2006 à travers les actions suivantes :

- Amélioration de la représentation cartographique des prévisions ;
- Etude de la sensibilité des prévisions aux inventaires d'émission ;
- Réalisation d'un bilan des performances du système sur le territoire national;
- Action d'assistance aux utilisateurs.

² Une convention de développement et d'exploitation du système a été signée en juin 2004 entre le MEDD, l'INERIS, l'ADEME, le CNRS et Météo France.

3. AMELIORATION DES PREVISIONS DELIVREES PAR LE SYSTEME PREV'AIR

3.1 REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE DES PREVISIONS

Des différences systématiques ont été observées ponctuellement dans le passé entre les prévisions PREV'AIR et la situation locale – évaluée sur la base des observations. Ces différences sont imputables à différents facteurs : précision des données d'entrée, en particulier des données d'émissions ; résolution des modèles de prévision météorologique et / ou de qualité de l'air... Des actions ont été menées à différents niveaux pour réduire ces biais.

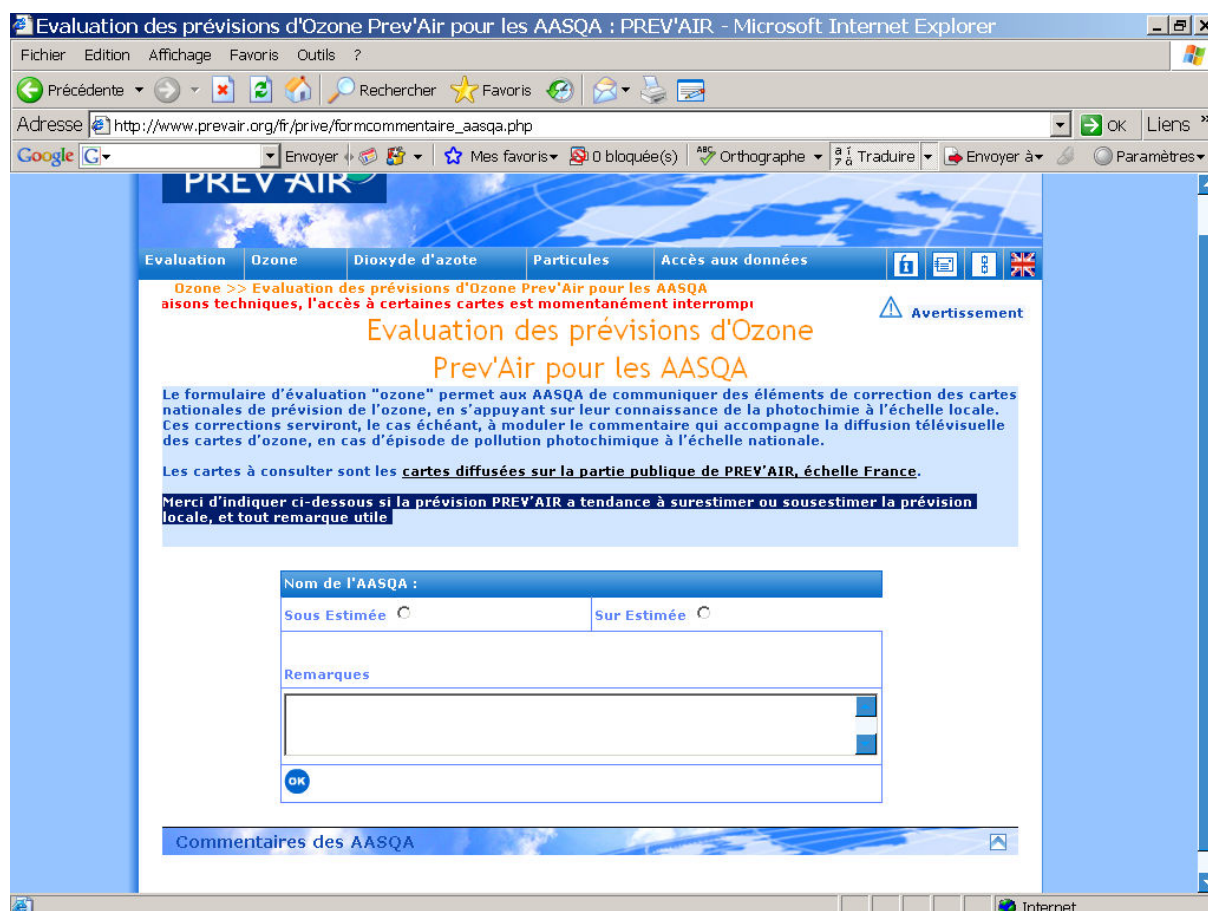
La première action se situe en aval du système, au niveau de la **communication des résultats des prévisions de qualité de l'air nationales et locales**. En effet, depuis l'été 2005, les cartes PREV'AIR sont susceptibles d'être diffusées par France Télévisions en cas de prévision d'un épisode pollution photochimique de grande échelle et persistant.

En concertation avec les AASQA membres du Comité de Suivi PREV'AIR, une procédure spécifique a été mise en place pendant la période d'astreinte du système PREV'AIR : du 1^{er} juin au 15 septembre 2006, un mail d'avertissement a été diffusé le matin à l'ensemble des AASQA en cas de diffusion prévue pour le soir des cartes PREV'AIR par France Télévisions. La convention signée entre le MEDD et France Télévisions prévoit que les cartes soient accompagnées d'un commentaire rédigé par l'INERIS, généralement assez fidèlement repris par les présentateurs du bulletin télévisé. Ce mail d'avertissement a permis de mieux mobiliser les AASQA, et il a été possible le cas échéant de moduler le commentaire envoyé aux présentateurs des journaux météorologiques du soir. La communication entre les AASQA et les ingénieurs d'astreinte PREV'AIR a bien fonctionné – par le biais entre autres d'un utilitaire disponible sur le serveur PREV'AIR à l'adresse suivante :

http://www.prevair.org/fr/prive/formcommentaire_aasqa.php³

La figure ci-après présente cet utilitaire : il s'agit d'une interface très simple, à renseigner par chaque AASQA titulaire d'un compte PREV'AIR, en cas de désaccord pressenti entre la prévision PREV'AIR délivrée à l'échelle nationale sur la partie publique du serveur PREV'AIR et la situation locale. Il est demandé d'indiquer si la prévision PREV'AIR a tendance à surestimer ou sous estimer la prévision locale (bouton à cocher), et tout remarque utile (texte libre).

³ Accessible également via la partie privée du serveur PREV'AIR, menu « Evaluation », sous-rubrique « Evaluation Ozone ».



La deuxième action se situe en amont de ce dispositif : les cartes d'ozone PREV'AIR diffusées cet été au public ont fait l'objet d'une **adaptation statistique**. Elles intégraient donc autant que possible une correction des discordances observées dans le passé entre situations locales (effectivement observées) et prévision nationale. Trois années de calage (2003, 2004 et 2005) ont été utilisées à cette fin. L'analyse fine de l'historique constitué par ces années a permis d'identifier, région par région, en fonction des conditions météorologiques (température) et éventuellement des concentrations de polluant observées les biais systématiques du modèle et de les corriger lors d'une procédure de post-traitement du calcul.

Afin d'évaluer le gain apporté par cette procédure d'adaptation statistique, le tableau suivant présente des indicateurs statistiques de performance, calculés sur les maxima journaliers des concentrations d'ozone prévus à l'échelle de la France, à J+0 par le modèle CHIMERE brut (CFM) et par le modèle adapté statistiquement (ASCFM). Les indicateurs sont le biais⁴, la RMSE⁵ et la corrélation ; ils sont calculés sur une sélection de stations urbaines, périurbaines et rurales, par comparaison aux observations de la BDQA, du 15 juin au 15 septembre 2006 et par type de stations (RUR = rural ; PUR = périurbain ; URB = urbain).

⁴ Différence modèle-mesure

⁵ Racine carrée de l'erreur quadratique moyenne

	Obs.	CFM			ASCFM		
Jeu n°1	Moy	Biais	RMSE	Corr	Biais	RMSE	Corr
RUR	109.5	-2.8	19.4	0.85	2.3	17.7	0.88
PUR	110.2	-1.7	18.7	0.87	2.6	18.5	0.87
URB	106.0	-0.7	19.3	0.85	2.4	18.1	0.87
Jeu n°2							
RUR	112.0	-5.4	18.0	0.82	-3.3	18.4	0.81
PUR	110.9	-2.3	20.2	0.84	1.2	19.9	0.84
URB	107.6	-3.6	20.0	0.85	1.8	18.3	0.87

Tableau 1 Biais, RMSE et corrélations calculés sur les maxima journaliers d’ozone prévus à J+0 par le modèle CHIMERE (CFM) et le modèle adapté statistiquement (ASCFM). Le nombre d’observations rurales, périurbaines et urbaines est d’environ 2900 pour le jeu de stations n°1 et de 260, 830, 2760 pour le jeu de stations n°2.

Dans l’évaluation, on a distingué deux jeux d’observations : jeu n°1 constitué des stations auxquelles les prévisions ont fait l’objet d’une adaptation statistique (39 sites ruraux, 38 sites périurbains et 36 sites urbains) ; jeu n°2 constitué de stations indépendantes (soit 4 sites ruraux, 11 sites périurbains et 35 sites urbains). En gras sont mentionnés les indicateurs pour lesquels l’adaptation statistique apporte une amélioration de la prévision du maximum journalier d’ozone à J+0.

Les biais sont décalés vers des valeurs positives quelque soit le type de stations. En moyenne, les prévisions ASCFM ont tendance à surestimer les maxima journaliers d’ozone observés – sauf aux quatre sites ruraux « indépendants », alors que les prévisions brutes les sous estiment.

Les RMSE sont généralement plus faibles pour les prévisions ASCFM que pour les prévisions brutes: c’est ce critère statistique qui est optimisé sur la période d’apprentissage. En moyenne sur le jeu de stations n°1, la différence entre RMSE calculées sur les prévisions brutes et RMSE calculées sur les prévisions ASCFM atteint 1.7 µg/m³ pour les sites ruraux et 1.2 µg/m³ pour les sites urbains. L’impact de l’Adaptation Statistique sur les RMSE calculées sur les sites indépendants (jeu n°2) est du même ordre de grandeur aux sites urbains et périurbains (entre 1.2 et 1.7 µg/m³ aux sites urbains) ; il y a une dégradation de la RMSE aux sites ruraux indépendants.

En ce qui concerne le jeu n°1, les corrélations sont toujours meilleures pour les prévisions ASCFM, mais les différences sont faibles (inférieures à 0.03). L’impact de l’Adaptation Statistique sur les corrélations calculées sur les sites indépendants (jeu n°2) est du même ordre de grandeur aux sites urbains et périurbains ; il y a une légère dégradation de la corrélation aux sites ruraux indépendants.

En moyenne, l'Adaptation Statistique améliore donc la prévision des maxima journaliers des concentrations d'ozone (on l'a vu pour l'échéance J+0, c'est aussi le cas aux échéances J+1 et J+2). Néanmoins, l'impact de l'Adaptation Statistique est plus flagrant lors des épisodes de pollution photochimique. Le tableau suivant présente les mêmes scores que ci-dessus, mais établis lorsque le maximum journalier d'ozone observé est supérieur à 120 µg/m³: cette fois, tous les indicateurs sont nettement améliorés par l'AS quel que soit le type et le jeu de stations considérés.

	Obs.	CFM			ASCFM		
Jeu n°1	Moy	Biais	RMSE	Corr	Biais	RMSE	Corr
RUR	150.2	-13.0	25.2	0.59	-5.7	20.3	0.66
PUR	151.4	-11.0	24.1	0.62	-4.2	21.3	0.65
URB	148.8	-10.2	24.1	0.57	-5.2	21.0	0.62
Jeu n°2							
RUR	142.4	-10.8	22.3	0.61	-7.7	21.8	0.60
PUR	150.9	-13.2	27.1	0.56	-8.4	24.8	0.57
URB	149.5	-10.3	24.2	0.61	-4.6	21.1	0.64

Tableau 2 Mêmes scores qu'en Tableau 1 établis lorsque le maximum journalier d'ozone observé est supérieur à 120 µg/m³. Le nombre d'observations rurales, périurbaines et urbaines au dessus du seuil est d'environ 1000 pour le jeu de stations n°1 et de 100, 310, 970 pour le jeu de stations n°2.

La prévision des pics doit donc s'en trouver améliorée et c'est ce que l'on vérifie aussi sur les statistiques relatives aux dépassements du seuil de 180 µg/m³ pour la prévision brute (CFM) et la prévision adaptée statistiquement (ASCFM), présentées dans le tableau qui suit.

	CFM			ASCFM		
Jeu n°1	BP+	FA	ND	BP+	FA	ND
RUR	23	1	77	37	1	64
PUR	25	1	75	51	2	49
URB	35	1	65	40	1	60
Jeu n°2						
RUR	25	2	75	25	2	75
PUR	31	1	69	37	2	63
URB	32	1	68	44	2	56

Tableau 3 Indicateurs statistiques associés aux dépassements du seuil de 180 µg/m³ pour les maxima journaliers d'ozone prévus à J+0 par le modèle CHIMERE et le modèle adapté statistiquement. BP+ = % de bonnes prévisions au-dessus du seuil ; FA = % de fausses alertes ; ND = % de

non-détections. N.B. : BP+ + ND peut être supérieur à 100 (erreur d'arrondi).

Ces indicateurs sont habituellement très pénalisants pour les modèles: le pourcentage de bonnes prévisions au dessus du seuil de 180 µg/m³ varie de 23 à 35% pour le modèle brut; le pourcentage de fausses alertes est lui très bas (inférieur ou égal à 2%). Comme on a vu que l'AS a pour effet de déplacer en moyenne les biais vers des valeurs "plus positives", le pourcentage de bonnes prévisions ASCFM (resp. de non détections) est plus élevé (resp. faible) que celui des prévisions brutes: BP+ atteint 51% aux sites périurbains; ND vaut au mieux 49%. Dans les deux cas de figure, le pourcentage de fausses alertes (FA) est inférieur à 2%. Par conséquent, la procédure d'Adaptation Statistique améliore sensiblement les performances du système en terme de dépassements du seuil de 180µg/m³.

3.2 ETUDE DE LA SENSIBILITE DES PREVISIONS AUX INVENTAIRES D'EMISSION

Au cours des saisons passées, il a été constaté ponctuellement que PREV'AIR pouvait avoir des difficultés à prévoir les niveaux d'ozone dans certaines régions françaises. Un premier travail a consisté à localiser ces régions à partir des erreurs faites sur les dépassements ou l'absence de dépassement du seuil d'information. Les trois régions pour lesquelles le plus de défaillances ont été identifiées sont: PACA, Rhône - Alpes et Alsace. Des contacts ont ensuite été noués avec les AASQA correspondantes afin de bénéficier de leur cadastre local d'émissions afin d'estimer l'impact de la prise en compte d'un inventaire d'émissions à plus fine résolution sur la qualité de la prévision PREV'AIR.

A ce jour, nous disposons du cadastre pour la région PACA, et devrions aussi bénéficier des émissions à fine échelle de la région Rhône - Alpes. Ces deux régions devraient donc servir de test pour estimer l'apport d'une meilleure définition des émissions sur les résultats de prévision. L'inventaire européen EMEP sera couplé donc à un inventaire local. La procédure d'imbrication doit encore être correctement définie afin d'intégrer les émissions locales aux émissions continentales sans omission ni double compte. Cette intégration sera ensuite évaluée, et comparée aux systèmes locaux de prévision de la qualité de l'air (AIRES...) ainsi qu'au système PREV'AIR actuel.

3.2.1 DESCRIPTION DE L'INVENTAIRE PACA

L'inventaire régional des émissions permet d'appréhender l'origine de la pollution atmosphérique et de considérer les secteurs d'activités prédominants dans la région PACA, pour l'ensemble des polluants réglementés. Ces secteurs sont principalement les transports routiers et l'industrie (au sens large, incluant le traitement des déchets et le secteur énergétique).

La région PACA se situe parmi les trois régions de France les plus denses en émissions de polluants atmosphériques (avec Rhône-Alpes et Ile de France) : elle représente en moyenne 10% des émissions nationales (jusqu'à 15% pour le SO₂), avec un tissu industriel particulièrement dense dans les Bouches du Rhône et des axes de transports très développés (autoroutes, aéroports, ports maritimes) et en croissance.

Le principal apport de l'inventaire spatialisé consiste en la connaissance fine des localisations des sources d'émissions :

- la caractérisation des zones à forte densité d'émissions (agglomérations, zones industrielles, axes de transports...) est indispensable pour envisager un aménagement du territoire cohérent avec la problématique de la qualité de l'air. En ce sens le cadastre des émissions constitue un outil d'aide à la décision important.
- la résolution géographique (3km) permet en outre de mettre en œuvre des outils de modélisation dont la qualité repose en partie sur la réalisation de ce cadastre d'émissions pour produire notamment des prévisions quotidiennes de pollution photochimique pour la région PACA (système AIRES).

3.2.2 PROCEDURE D'IMBRICATION

Le cadastre mis à notre disposition concerne les mois de juin à septembre 2003, et est découpé en deux parties, la première représentant les sources surfaciques tandis que la seconde décrit les caractéristiques des sources ponctuelles.

La première étape consiste à regrouper ces données dans un seul et même fichier dont le format est dicté par le domaine d'émission PACA (279 km x 267 km) en conservant toute l'information initiale. Celui-ci sera ensuite transposé sur la grille horizontale et verticale du domaine Chimère, en s'appuyant sur les algorithmes déjà développés pour la conversion des données EMEP en valeurs d'émissions directement utilisables par Chimère.

La seconde étape aura pour objectif de retravailler les spéciations chimiques du cadastre PACA afin de le rendre compatible avec le schéma chimique de CHIMERE.

Enfin la troisième étape consistera à injecter ces données d'émissions PACA dans le fichier horaire d'émission, en lieu et place des valeurs EMEP. Il faudra certainement mettre en place une imbrication du cadastre PACA vers le cadastre EMEP aux limites du domaine PACA.

Ensuite, quatre mois de simulation seront effectués entre juin et septembre 2003. A partir de ces résultats et des précédentes sorties de Chimère lorsqu'il est uniquement alimenté par les émissions EMEP, une comparaison sera effectuée et portera sur les données d'observations au sol ainsi que sur les dépassements de seuil afin d'évaluer le possible gain engendré par l'utilisation d'émissions plus précises, sur la qualité de la prévision opérée par PREV'AIR.

Une procédure similaire, mais adaptée sera appliquée à la région Rhône – Alpes dès réception des données locales.

4. EVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTEME

4.1 METHODOLOGIE

Dans le cadre de la présente évaluation, notre intérêt s'est porté sur les prévisions du système à J+0 sur le domaine France pour l'ozone, le dioxyde d'azote et les PM10, pendant la période allant du 15 juin au 15 septembre 2006. Les prévisions d'ozone et de dioxyde d'azote sont réalisées avec le modèle CHIMERE mis en œuvre à l'échelle de la France (CFM pour les prévisions brutes et ASCFM pour les prévisions adaptées statistiquement – cf §3.1); celles relatives aux concentrations de PM10 sont réalisées avec le modèle CHIMERE mis en œuvre à l'échelle de l'Europe (AWM).

Le bilan des performances du système est établi à l'échelle nationale, par comparaison aux observations disponibles via BASTER, la base de données temps réel de l'ADEME selon des critères statistiques classiques, et des critères de dépassement des seuils réglementaires, après interpolation bi linéaire des sorties modèles aux points de mesure. L'évaluation est faite sur le pic journalier des concentrations d'ozone et la moyenne journalière des concentrations de dioxyde d'azote et de PM10, ainsi que sur les concentrations horaires de ces polluants.

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

- Le biais absolu (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est la moyenne des différences absolues entre concentrations observées et calculées par les modèles; il caractérise leur accord du point de vue des valeurs moyennes;
- La racine carrée de l'erreur quadratique absolue moyenne (RMSE, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) caractérise l'accord des sorties modèles avec les observations, en prenant en compte l'effet de biais;
- La corrélation (sans unité) caractérise l'accord des sorties modèles avec les observations du point de vue de la tendance d'évolution, indépendamment des écarts absolus pouvant exister entre les séries de valeurs;
- Le ratio de la variabilité des sorties modèle par rapport à celle des observations (sans unité). Il s'agit du rapport des écarts types des données modèles et des observations.

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

Enfin, on a évalué les pourcentages suivants, qui caractérisent les performances de prévision de dépassement de seuil du modèle:

- BP+ = % de prévisions au-delà d'un seuil donné, pour lesquelles les observations correspondantes sont également au-delà du seuil
- BP- = % de prévisions en deçà d'un seuil donné, pour lesquelles les observations correspondantes sont également en deçà du seuil

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

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

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

Les relations suivantes sont vérifiées :

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

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

Huit régions ont été définies, à partir des zones de compétence des AASQA:

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

Les indicateurs statistiques ont été calculés :

- sur chacune des stations : les statistiques⁶ indiquent alors, pour chaque station, l'accord *temporel* des sorties modèles avec les observations ;
- toutes stations confondues pour chacune des huit régions : les statistiques indiquent l'accord *spatio-temporel* des sorties modèles avec les observations, *en moyenne sur chaque région*;
- toutes stations confondues sur l'ensemble de la France : les statistiques indiquent alors *en moyenne* l'accord *spatio-temporel* des sorties modèles et des observations.

4.2 EVALUATION SUR L'OZONE

4.2.1 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES PICS JOURNALIERS

	Obs.		CFM					ASCFM				
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
RUR	109.1	4255	106.7	-2.5	19.7	0.85	0.84	110.7	1.6	18.8	0.89	0.85
PUR	107.3	8475	106.3	-0.9	18.6	0.86	0.86	108.7	1.5	18.4	0.89	0.86
URB	104.8	16155	105.8	1.1	19.6	0.89	0.84	108.3	3.6	19.4	0.91	0.84

- Toutes régions confondues,
 - Dans l'ensemble, les performances du modèle sont jugées très satisfaisantes sur les épisodes de pollution photochimique.
 - La prévision brute CHIMERE (CFM) a tendance à sous estimer les concentrations rurales et périurbaines, et surestime les concentrations urbaines; la prévision adaptée statistiquement (ASCFM) a tendance à surestimer les maxima journaliers d'ozone quel que soit le type de stations (cf. aussi le paragraphe 3) ;
 - les performances les meilleures sont obtenues sur les stations périurbaines, ce qui correspond à la zone de représentativité du modèle ;
 - La variabilité du modèle est plus faible que celle des observations, l'écart n'excède pas 15% par rapport aux observations.

⁶ Ces statistiques ne figurent pas dans le présent rapport mais peuvent être mises à disposition sur demande.

Biais

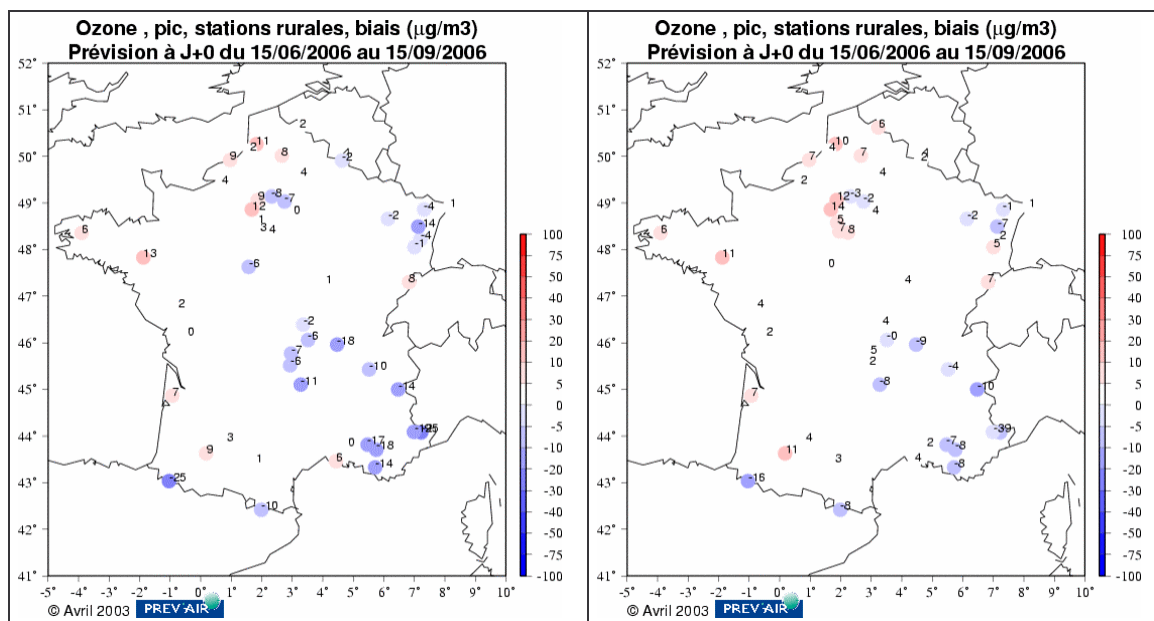


Figure 1 Biais(en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) calculés pour le pic d'ozone prévu à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales ; pour les prévisions brutes CFM (à gauche) et les prévisions adaptées statistiquement (à droite). Voir Figure 8 pour les biais sur les stations périurbaines et urbaines.

Le modèle CHIMERE a tendance à sur estimer les concentrations dans le nord, aux stations littorales de la façade nord et atlantique, à les sous estimer ailleurs (notamment sur la côte méditerranéenne). Ceci est visible sur les stations rurales et périurbaines. En ce qui concerne les stations urbaines, et conformément aux valeurs moyennes présentées précédemment, les résultats sont plus partagés : le modèle sous estime généralement les concentrations observées sur les stations des régions CENTRE et RHONEALPES.

Corrélations

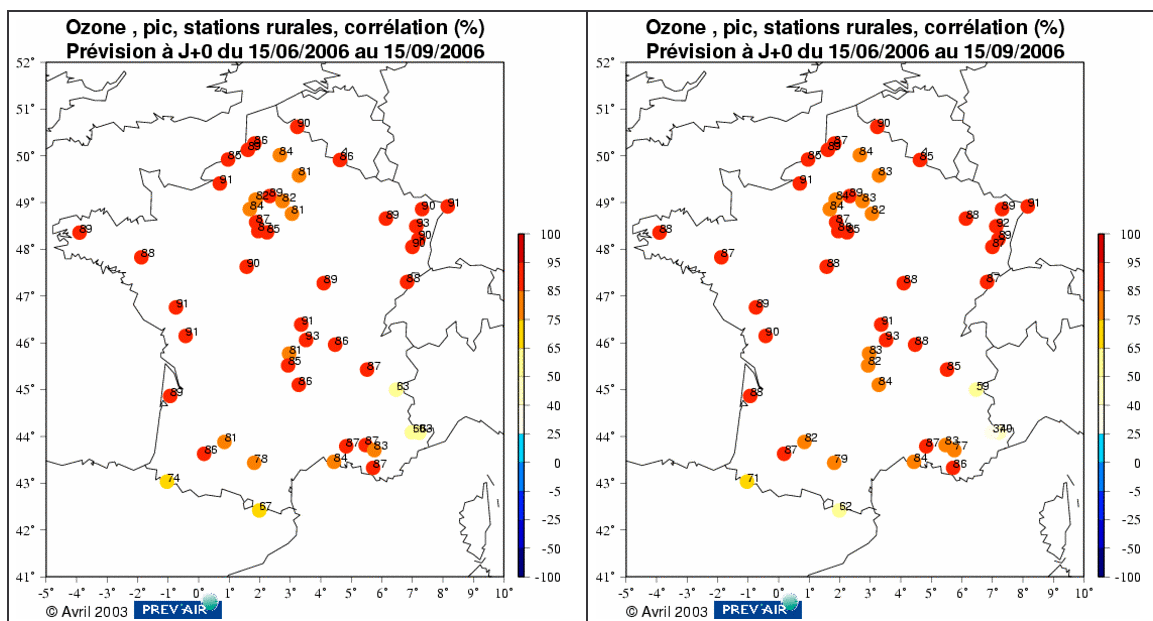


Figure 2 Corrélations (en %) calculées pour le pic d'ozone prévu à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales ; pour les prévisions brutes CFM (à gauche) et les prévisions adaptées statistiquement (à droite). Voir Figure 9 pour les corrélations sur les stations périurbaines et urbaines.

Les corrélations sont généralement supérieures à 0.75 tant pour les prévisions brutes que pour les prévisions issues de l'adaptation statistique, et ce, quel que soit le type de station. On observe des valeurs plus faibles sur certaines stations d'altitude (Cians, Le Casset, Adrechas, Osséja et Iraty ; Chamonix) et sur certaines stations du littoral méditerranéen (en particulier, de la région Languedoc-Roussillon). Dans le premier cas un problème de représentativité du modèle par rapport à la mesure peut être évoqué (cohérence entre l'altitude de la station et la hauteur de la première couche du modèle). Dans le second cas, on perçoit les imprécisions liées à la modélisation de régions à la géographie et à la météorologie complexes.

4.2.2 PREVISION DES DEPASSEMENTS DE SEUILS

Type stations	Obs.		CFM					ASCFM				
Seuil = 120	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP	ND	FA
RUR	1518	2737	72.6	94.0	86.4	27.4	6.0	81.4	90.5	87.3	18.6	9.5
PUR	2855	5620	77.2	94.1	88.4	22.8	5.9	82.5	91.6	88.6	17.5	8.4
URB	4991	11164	79.2	92.3	88.3	20.8	7.7	83.3	89.8	87.8	16.7	10.2
Seuil = 150												
RUR	639	3616	48.7	96.6	89.4	51.3	3.4	59.0	95.5	90.0	41.0	4.5
PUR	1212	7263	56.7	96.8	91.1	43.3	3.2	63.4	96.1	91.4	36.6	3.9
URB	1966	14189	58.5	96.0	91.4	41.5	4.0	66.3	95.3	91.8	33.7	4.7
Seuil = 180												
RUR	153	4102	24.8	98.8	96.1	75.2	1.2	32.0	98.5	96.1	68.0	1.5
PUR	320	8155	27.5	99.0	96.3	72.5	1.0	37.2	98.5	96.1	62.8	1.5
URB	483	15672	27.3	98.9	96.7	72.7	1.1	34.6	98.5	96.6	65.4	1.5

Les indicateurs de seuil sont très pénalisants pour les modèles. De plus, il n'existe pas de « meilleur modèle » du point de vue de ces indicateurs : un modèle peut permettre de diagnostiquer correctement les épisodes de pollution mais générer aussi beaucoup de fausses alertes.

- Toutes régions confondues,
 - Les indicateurs BP+ et ND se dégradent lorsque le seuil augmente, tandis que le pourcentage de fausses alertes s'améliore ;
 - Aux stations rurales, pour le seuil de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (resp. 150 ; 180), CHIMERE prévoit correctement les dépassements dans 73% des cas (resp. 49 et 25%) contre 81% des cas (resp. 59 et 32%) pour CHIMERE adapté statistiquement ;
 - Le pourcentage de non-détections varie de 21% à 75% pour CHIMERE lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; il varie de 17% à 68% pour la prévision adaptée statistiquement.
 - Le pourcentage de fausses alertes est faible : pour CHIMERE, il varie de 6% à 1% lorsqu'on passe du seuil de 120 à 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, contre une variation de 8 à 2% pour la prévision adaptée statistiquement.

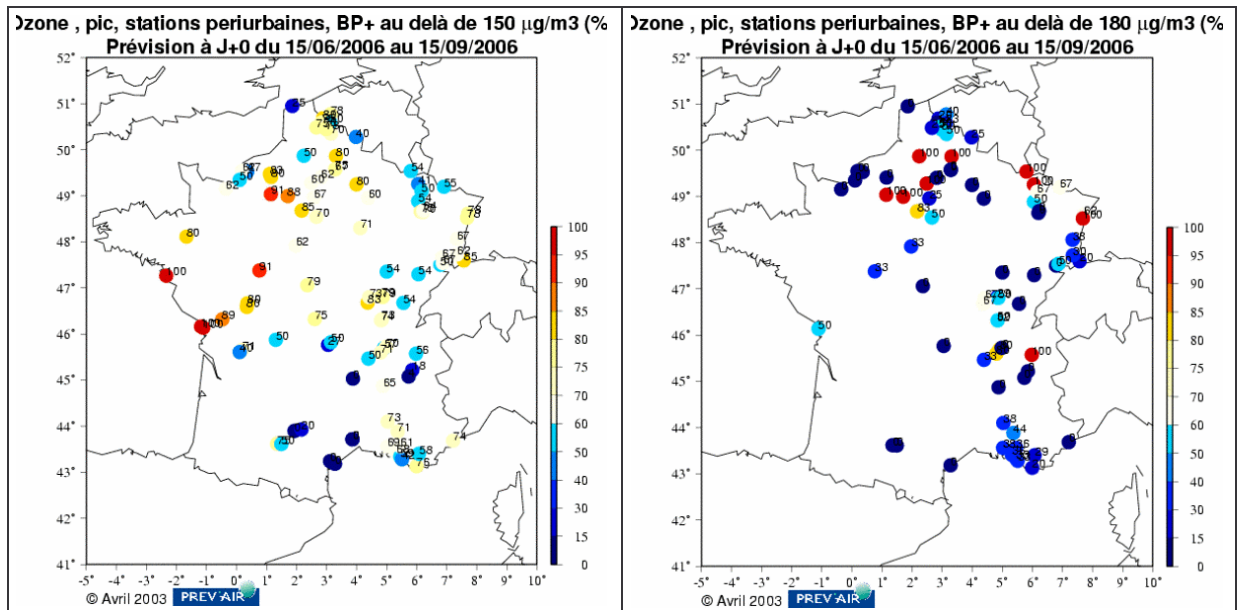


Figure 3 Pourcentages de bonnes prévisions (adaptées statistiquement) au dessus des seuils de 150 (à gauche) et 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (à droite) calculés pour le pic d'ozone prévu à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations périurbaines. Voir Figure 10, en annexe 4, pour les pourcentages sur les stations rurales et urbaines.

Les figures ci-dessus présentent la spatialisation des pourcentages de bonnes prévisions au dessus des seuils de 150 et 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles mettent bien en évidence la grande variabilité des performances du modèle de prévision en fonction des régions : les dépassements du seuil de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sont correctement prévus sur une large moitié ouest du pays – en accord avec les cartes de biais. Elles mettent également en évidence le fait que ces indicateurs sont très sensibles au seuil considéré : la carte des BP+ associée au seuil de 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les stations urbaines est pratiquement « binaire ».

Une voie d'amélioration possible de ces indicateurs consisterait à rechercher, sous-région par sous-région, le seuil modèle associé à chacun des seuils d'intérêt (en pratique, le seuil d'information de 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Un autre axe d'amélioration réside dans le fait de considérer plusieurs modèles de caractéristiques différentes – i.e. complémentaires – et de dériver un indicateur de dépassement de seuil composite, basé sur l'ensemble des prévisions disponibles (cf. travaux PREV' AIR planifiés pour 2007).

4.3 MODELE CHIMERE FRANCE, DIOXYDE D'AZOTE

4.3.1 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES MOYENNES JOURNALIERES

	Obs.		CFM				
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
RUR	7.3	736	9.3	2.0	6.9	1.49	0.47
PUR	15.8	5378	13.1	-2.7	12.3	1.38	0.41
URB	19.7	17067	15.5	-4.2	17.7	1.60	0.46

- Toutes régions confondues, on note :
 - La prévision a tendance à sur estimer les concentrations rurales et à sous estimer les concentrations périurbaines et urbaines ; ce dernier point est probablement à attribuer pour une bonne part à la résolution relativement faible du système, qui ne permet pas de rendre compte de l'évolution à l'échelle locale des émissions de dioxyde d'azote ;
 - les meilleures performances – en terme d'indicateurs absolus - sont obtenues sur les stations rurales ;
 - La variabilité du modèle est plus élevée que celle des observations, l'écart est de 40 à 60% par rapport aux observations.
 - Il faut noter que si l'on considère des indicateurs relatifs – dans lesquels les écarts aux observations sont pondérés par les observations elles-mêmes – les performances du système sont meilleures aux stations urbaines et périurbaines :

Type stations	Biais normalisé	NMSE
RUR	46.8	104.3
PUR	-5.6	80.0
URB	-16.7	86.3

Biais

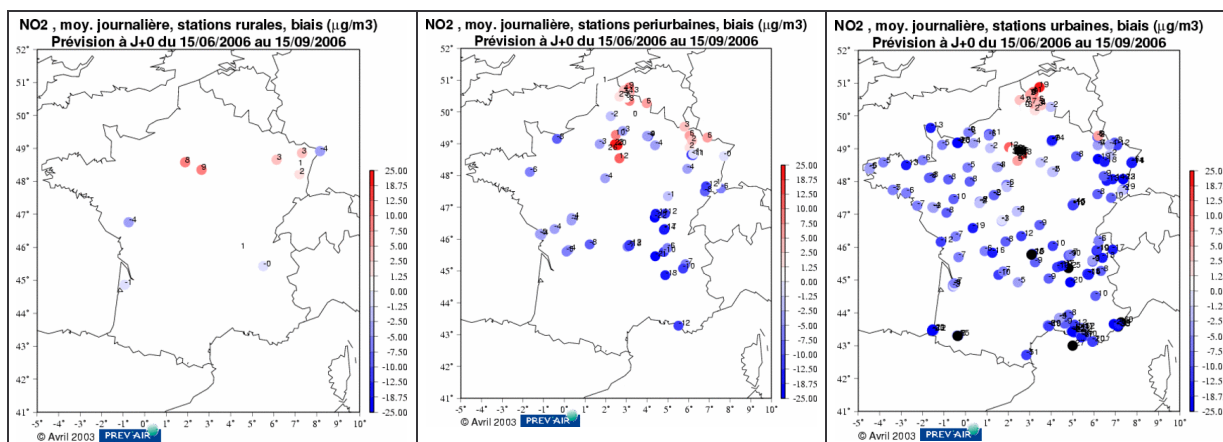


Figure 4 Biais (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) calculés pour la moyenne journalière de NO_2 prévue à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales.

Corrélations

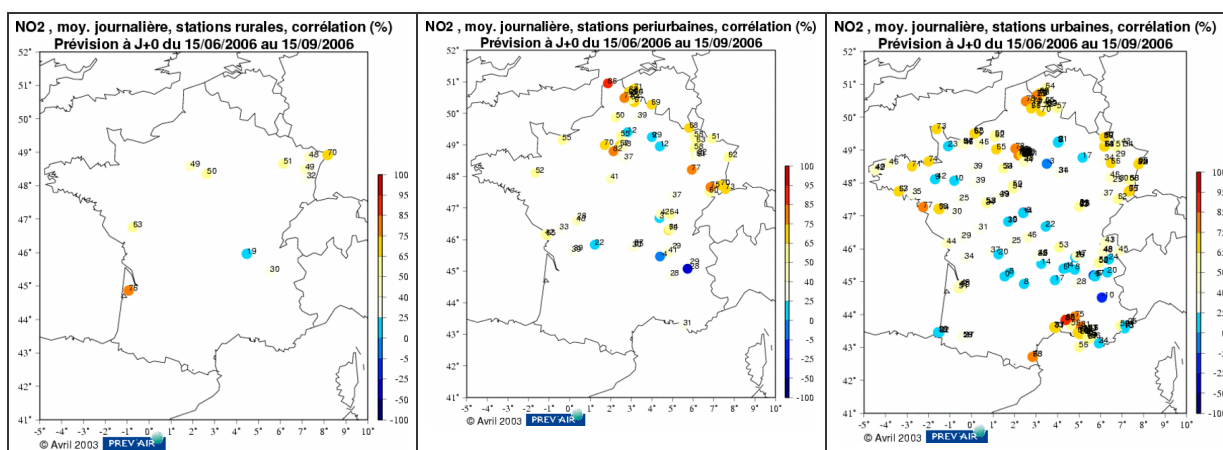


Figure 5 Corrélations (en %) calculées pour moyenne journalière de NO_2 prévue à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales ; pour les prévisions brutes CFM (à gauche) et les prévisions adaptées statistiquement (à droite).

4.4 MODELE CHIMERE EUROPE, PM10

4.4.1 INDICATEURS STATISTIQUES SUR LES MOYENNES JOURNALIERES

	Obs.		AWM				
Type stations	Moy	Nobs	Moy	Biais	RMSE	Var	Corr
RUR	18.5	267	16.2	-2.3	6.4	1.04	0.64
PUR	18.8	2194	16.3	-2.5	6.4	1.08	0.72
URB	20.5	10095	16.1	-4.4	8.2	0.83	0.71

- Toutes régions confondues, on note :
 - D'une façon générale, le modèle permet de détecter qualitativement et de localiser les épisodes de pollution de façon correcte.
 - Quel que soit le type de stations, la prévision a tendance à sous estimer les concentrations, plus fortement à l'échelle urbaine ; cette sous-estimation correspond à une constante des modèle de simulation des aérosols atmosphériques. Tous souffrent d'un non bouclage de la concentration en masse. Les fortes incertitudes sur les inventaires d'émission, sur la chimie des aérosols secondaires et relativement faible résolution du modèle permettent d'expliquer ce comportement.
 - les meilleures performances – en terme d'indicateurs absolus - sont obtenues sur les stations rurales et périurbaines ;
 - Aux stations rurales et périurbaines, la variabilité du modèle est légèrement plus élevée que celle des observations, l'écart est de moins de 10% par rapport aux observations ; en revanche, aux stations urbaines, la variabilité des concentrations prévues est plus faible que celle des observations (de l'ordre de 20%).
 - Il faut noter que si l'on considère des indicateurs relatifs, les performances du système - meilleures aux stations urbaines et périurbaines – sont beaucoup plus stables par rapport au type des stations :

Type stations	Biais normalisé	NMSE
RUR	-10.1	34.8
PUR	-12.0	34.4
URB	-18.0	36.4

Biais :

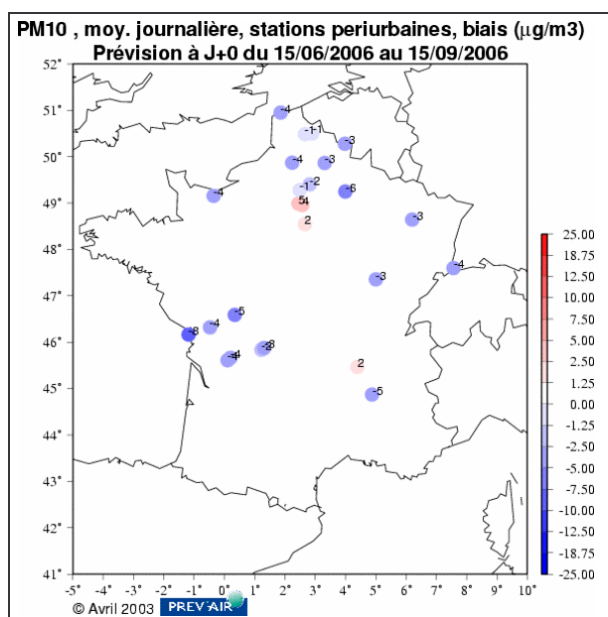


Figure 6 Biais (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) calculés pour la moyenne journalière de PM10 prévue à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations périurbaines. Voir Figure 13, en annexe 4, pour les biais sur les stations rurales et urbaines.

Corrélations :

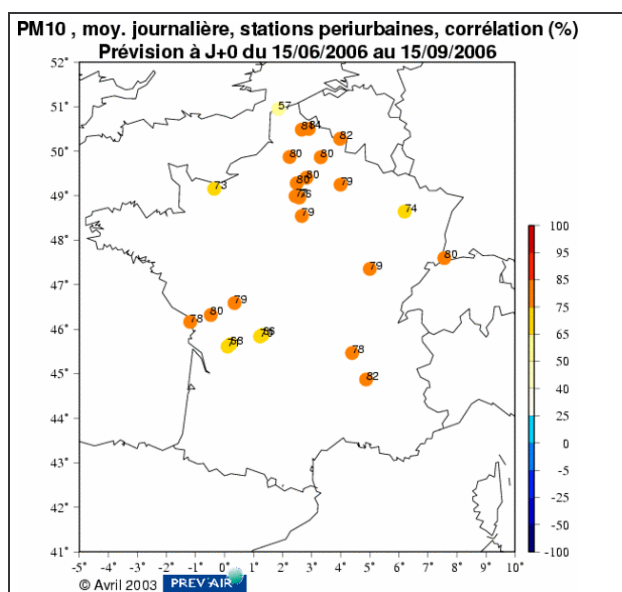


Figure 7 Corrélations (en %) calculées pour la moyenne journalière de PM10 prévue à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations périurbaines. Voir Figure 14, en annexe 4, pour les corrélations sur les stations rurales et urbaines.

4.5 CONCLUSIONS

Le bilan statistique des performances établi pour l'été 2006 met en évidence un comportement robuste du système PREV'AIR par rapport aux étés précédents:

- *Le système prévoit de façon très satisfaisante les épisodes de pollution photochimique:* en moyenne, le biais sur les maxima journaliers d'ozone est inférieur à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pour une moyenne observée de l'ordre de 105 à 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; la RMSE est de l'ordre de 18 à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; la corrélation est généralement supérieure à 0.75 quel que soit le type de stations.
- *En ce qui concerne la prévision des moyennes journalières de PM10, le système a des performances satisfaisantes:* en moyenne, le biais relatif se situe entre 10 et 20%, la NMSE autour de 35%, quel que soit le type de stations. Les corrélations sont supérieures à 0.60 sur la presque totalité des points de mesure.
- *Les performances du système sont plus faibles en ce qui concerne la prévision des moyennes journalières de dioxyde d'azote:* en moyenne, les biais relatifs valent entre -6 et -17%, aux stations périurbaines et urbaines respectivement; les RMSE relatives atteignent 80%; les performances aux stations rurales sont également médiocres; la corrélation est supérieure à 0.50 sur environ la moitié des points de mesure.

Le système PREV'AIR a tendance à sur estimer les maxima d'ozone sur le nord, les stations littorales de la façade nord et atlantique, à les sous estimer ailleurs. C'est également le cas, avec généralement une sous estimation des concentrations sur les régions CENTRE et RHONEALPES. Les prévisions des maxima journaliers d'ozone sont moins satisfaisantes en altitude et sur certaines stations du littoral méditerranéen. Les moyennes journalières de dioxyde d'azote sont sur estimées sur le nord et le nord-est de la France (de façon moins visible pour les stations urbaines de cette dernière région) et l'Île – de - France, et sous estimées partout ailleurs. Enfin, le système a tendance à sous estimer les moyennes journalières de PM10 sur l'ensemble de la France (à l'exception de l'Île – de - France et d'une station en Rhône-Alpes).

Par rapport aux étés précédents, la prévision des maxima journaliers d'ozone diffusée au public a fait l'objet d'une adaptation statistique permettant de moduler a priori les niveaux prévus en fonction des prévisions de température, avec un effet plus marqué lorsque la température atteint des niveaux élevés propices au développement d'épisodes de pollution photochimique que le modèle brut n'arrive pas toujours à prévoir. Les indicateurs de performances liés au dépassements de seuil sont améliorés par cette procédure, *le pourcentage de bonnes prévisions au dessus du seuil de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ atteignant 60-65%*; néanmoins, *le pourcentage de bonnes prévisions au dessus du seuil de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ reste faible* (de l'ordre de 30-40%). *Le pourcentage de fausses alertes est très satisfaisant:* il est inférieur respectivement à 5 et 2%.

5. BILAN DES ACTIONS D'ASSISTANCE AUX UTILISATEURS

5.1 COMPTES UTILISATEURS

Le tableau de l'Annexe 1 contient la liste des 46 utilisateurs du système PREV'AIR au 31/12/2006. Les nouveaux utilisateurs du système PREV'AIR (par rapport à l'été 2005) sont au nombre de trois; ils figurent dans les cases en grisé. Parmi eux, le LaMMA-IBIMET (Laboratoire de Météorologie et de Modélisation Environnementale, Florence, Italie) souhaite utiliser les données PREV'AIR afin de forcer le modèle CALGRID et fournir des prévisions de qualité de l'air sur la Toscane. L'Umweltbundesamt (Autriche) a évalué le service PREV'AIR dans le cadre du projet PROMOTE (PROtocol MOniToring for the GMES Service Element: Atmosphere, voir le site <http://www.gse-promote.org/>) financé par l'Agence Spatiale Européenne, dans le cadre de GMES (Global Monitoring for Environment and Security, initiative de la Commission Européenne).

5.2 EXTRACTION DES DONNEES

Pendant l'été, un courrier a été envoyé aux AASQA accompagné d'un document technique de présentation des données numériques potentiellement disponibles pour les utilisateurs et d'un questionnaire à renseigner précisant les données demandées. Ces deux documents sont reproduits en Annexe 2.

Les procédures d'extraction et de mise à disposition correspondant à ces produits ont été développées.

Par ailleurs, comme l'an passé, des mises à niveaux ont été demandées par différentes AASQA, qui ont nécessité des extractions sur les années antérieures et actuelle dans le but de constituer des bases complètes de données locales relatives à la qualité de l'air depuis 2003.

6. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Liste des utilisateurs du système PREV'AIR au 31/12/2006	2
Annexe 2	Mise à disposition de données numériques de qualité de l'air dans le cadre du système PREV'AIR Questionnaire de demande de mise à disposition de données PREV'AIR	5
Annexe 3	Proposition des travaux LCSQA 2006	2
Annexe 4	Détail des scores	18

ANNEXE 1: LISTE DES UTILISATEURS DU SYSTEME PREV'AIR AU 31/12/2006

Nom de l'organisme	Domaine de compétence	Utilisation envisagée des données / Remarques
AIR DE L'AIN ET DES PAYS DE SAVOIE (L')	Savoie	Cartographie des prévisions du lendemain sur notre site Internet
AIRAQ	Aquitaine	Prévision cartographique
AIR BREIZH	Bretagne	Carto. de prévisions
AIRCOM	Basse-Normandie	Pas d'utilisation précisée
AIRFOBEP	Bouches-du-Rhône	Définition des aires de surveillance de l'ozone
AIRLOR	Lorraine	Aide a la prévision; CL pour la modélisation
AIRLR	Languedoc-Roussillon	Prévision experte [O3] J+1
AIRMARAIX	Provence-Alpes-Côte d'Azur	CL pour modèle régional PACA méso-échelle.
AIRNORMAND	Haute-Normandie	Pas d'utilisation précisée
AIRPARIF	Ile-de-France	CL
AIRPL	Pays de la Loire	Modélisation déterministe SAMAA (ACRI); cartographie de l'ozone à l'échelle régionale
AMPASEL	Saint-Etienne Rhône-Alpes	Intégration modèle, prévision statistique ; estimation probabilité risque de dépassement
ARMO	Nord-Ouest de la France, Sud-Est de l'Angleterre	Utilisation envisagée des données : forçage modèles régionaux dans le cadre d'un programme de recherche franco-anglais
ARPA-Basilicata	Basilicata (Italie)	Prévision des PM et de l'ozone
ARPA-EMR (EmilieRomagne)	Emilie Romagne (Italie)	Aide à la prévision de la qualité de l'air; CL du modèle régional de simulation de la qualité de l'air
ARPA LOMBARDIA	Lombardie (Italie)	
ARPA-Piemonte	Piémont (Italie)	Aide à la prévision de la qualité de l'air; CL du modèle régional de simulation de la qualité de l'air
ARPA-Veneto	Vénétie (Italie)	Analyse et prévision des niveaux locaux de pollution
ARPAM	Franche-Comté	Comparaison avec des relevés effectués
ASPA	Alsace	CL du modèle de prévision CHIMERE-Régional utilisé quotidiennement
ASQAB	Jura	Etudes géostatistiques pour O3, NO2. Etudes de pertinence de covariables potentielles pour la spatialisation des données stations.
ASQUADRA	Rhône-Alpes	Dans un premier temps, comparaison des sorties PREV'AIR avec les mesures en station
ATMO AUVERGNE	Auvergne	Modélisation (code CALGRID)
ATMO CHAMPAGNE ARDENNE	Champagne-Ardenne	Réalisation des cartographies de prévision zoomées sur la région Champagne Ardenne

ATMO POITOU CHARENTES	Poitou-Charentes	Adaptation locale de CHIMERE (cartographie)
ATMO_NPDC	Nord-Pas de Calais	Construction de cartes
ATMOSFAIR	Bourgogne	
CERC	Londres	Prévisions en surface dans le cadre de PROMOTE
Ecole des Mines de Douai	-	
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées	Europe	Météo seulement (AVN + MM5)
Environmental Protection Agency	Ireland	Comparaison avec des mesures in-situ dans le cadre du projet PROMOTE
ESPOL	Est Moselle	OCARINA Dans le cadre de la Charte de collaboration AERFOM,ESPOL, nous avons la charge de mettre en place le module Ocarina pour les deux réseaux.
France 2	Europe et France	TV Format spécifique
France 3	Europe et France	TV Format spécifique
GIERSA	Rhône-Alpes	Modélisation QA Runs CHIMERE
Institut de Veille Sanitaire	France entière	Système d'alerte canicule santé
ISAC-CNR	Lecce (Italie)	Simulations numériques
LAMMA-IBIMET (Laboratoire de Météorologie et de Modélisation Environnementale - Institut de Bio Météorologie)	Florence, Toscane (Italie)	Condition aux limites pour le modèle CALGRID
LEGI (Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels)	Alpes	Weather and AQ forecasts on http://www.legi.hmg.inpg.fr/~Alpes/Internet/realtime
LIG'AIR	Centre	Prévision
LIM'AIR	Limousin	Prévision
OPAL'AIR	Dunkerque	Information/compréhension des phénomènes
ORAMIP	Midi-Pyrénées	Couplage avec CHIMERE-Régional
SEDE SA	Suisse	Recherche / information a la population pour le canton du Valais, suisse
Umweltbundesamt	Autriche	Evaluation of PROMOTE Services
University of L'Aquila	Europe	Comparaison avec leur propre système de prévision

ANNEXE 2: MISE A DISPOSITION DE DONNEES NUMERIQUES DE QUALITE DE L'AIR DANS LE CADRE DU SYSTEME PREV'AIR

Dans le cadre de son fonctionnement en routine, le système PREV'AIR délivre aux Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air – et autres utilisateurs enregistrés – des données numériques de qualité de l'air. Le présent document liste les données disponibles et en fait une description technique succincte.

1. DONNEES NUMERIQUES MISES A DISPOSITION

Le tableau ci après présente la liste des données numériques disponibles pour les utilisateurs. On distingue :

- les données numériques relatives à la prévision ;
- les données numériques relatives à la qualité de l'air "analysée" (i.e. dérivées de procédures d'analyse, qui modulent les sorties numériques par les observations disponibles).

Type de données	Résolution	Identifiant des sorties	Espèces chimiques (données 3D)	Espèces chimiques (données 2D)
Prévision CHIMERE Europe	0.5°x0.5°	AWM	cf. OUTPUT_SPEC IES-AWM	O3, NO2, PM10, PM25
Prévision CHIMERE France	0.15°x0.10°	CFM	Cf. OUTPUT_SPEC IES-CFM	O3, NO2
Prévision CHIMERE France adaptée statistiquement	0.15°x0.10°	ASCFM	-	O3
Prévision MOCAGE Europe	0.5°x0.5°	MOCAE	cf. OUTPUT_SPEC IES-MOCAE	O3, NO2
Prévision MOCAGE France	0.15°x0.10°	MOCAF	cf. OUTPUT_SPEC IES-MOCAF	O3, NO2
Analyses pic journalier d'ozone	0.15°x0.10°	CFM_analyse	-	O3
Analyses moyenne journalière de PM10	0.5°x0.5°	AWM_analyse	-	PM10

2. PREVISIONS

2.1 Données déterministes

2.1.1 3D

Elles sont issues des modèles de chimie-transport CHIMERE et MOCAGE, avec les caractéristiques suivantes:

- domaines:
Europe: (point sud-ouest: -10.5, 35; point nord-est: 22.5, 57.5)
France: (point sud-ouest: -5.0, 41.0; point nord-est: 10.0, 52.0)
- résolutions spatiales: cf. Tableau
- de J-1 à J+2 pour CHIMERE ; de J+0 à J+2 pour MOCAGE
- résolution temporelle: horaire
- espèces chimiques : cf. les fichiers OUTPUT_SPECIES-MOD relatif à chaque modèle

2.1.2 2D

Elles sont issues des modèles CHIMERE et MOCAGE, avec les mêmes caractéristiques que les données 3D, sauf:

- espèces chimiques : O₃, NO₂; CHIMERE délivre aussi les concentrations de PM₁₀ et PM_{2.5} à l'échelle européenne

2.2 DONNEES D'ADAPTATION STATISTIQUE

2.2.1 2D

Elles sont issues du modèle CHIMERE, adapté statistiquement, avec les caractéristiques suivantes:

- domaine France
- résolution spatiale: cf. Tableau
- de J-1 à J+2 pour CHIMERE
- résolution temporelle: pic journalier ; moyenne journalière
- espèces chimiques : O₃

3. ANALYSES

3.1 2D

Elles sont issues du modèle CHIMERE et ont les caractéristiques suivantes:

- domaine Europe (PM₁₀) ou France (O₃)

- résolution spatiale: cf. Tableau
- J-1
- résolution temporelle: pic journalier (O3) ; moyenne journalière (PM10)
- espèces chimiques : O3 (pic journalier) ou PM10 (moyenne journalière)

4. FORMAT DES DONNEES

4.1 3D

Elles sont délivrées sous forme de fichiers binaires. Il y a un fichier par jour, contenant l'ensemble des polluants listés dans OUTPUT_SPECIES-MOD, de nom :

out-MOD.AAAAMMJJ.bin.

Le format d'écriture des données dans le fichier est le suivant (dit format « CHIMERE »):

id,((((conc(i,j,nl,np),i=nxmin1,nxmax1),j=nymin1,nymax1),nl=1,nlev),np=1,npoltot),
 (((hlay(i,j,nl),i=nxmin1,nxmax1),j=nymin1,nymax1),nl=1,nlev)

avec:

- id = date (entier),
- conc = concentrations en ppb (réel),
- hlay = hauteur (en m) au sommet de chaque maille de la grille 3D du modèle (réel),
- nxmin1,nxmax1,nymin1,nymax1 = limites en numéro de points de la sous-grille modèle contenant STRICTEMENT le sous-domaine horizontal requis par l'utilisateur,
- nlev = nombre de niveaux verticaux du modèle,
- npoltot = nombre total d'espèces en sortie (cf. OUTPUT_SPECIES-MOD).

Nota Bene : dans le futur (été 2007), il est prévu de délivrer les données 3D au format netcdf, c'est à dire sous la forme de fichiers binaires structurés et auto-définis.

4.2 2D

Elles sont délivrées sous forme de fichiers ASCII. Il y a un fichier par jour et par polluant, de nom :

out-MOD_POL.AAAAMMJJ.txt⁷.

Le format d'écriture des données dans ces fichiers est le suivant:

id,((conc(i,j),i=nxmin2,nxmax2),j=nymin2,nymax2)

⁷ Dans le cas des données analysées, le nom générique est out-MOD_analyse_POL.AAAAMMJJ.txt

avec:

- id = date,
- conc = concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
- nxmin2,nxmax2,nymin2,nymax2 = limites en numéro de points de la sous-grille modèle contenant le sous-domaine horizontal requis par l'utilisateur.

L'ensemble des fichiers relatifs à un jour donné est "zippé" dans un fichier de nom générique :

out-MOD.AAAAMMJJ.zip.

4.3 REMARQUES IMPORTANTES

4.3.1 GRILLES MODELE

Les données CHIMERE et MOCAGE, ainsi que les données d'analyse et d'adaptation statistique sont délivrées sur des points des grilles modèle. Les coordonnées de ces points figurent dans les fichiers coord_all-MOD (données 3D) et coord_pol-MOD (données 2D).

Nota Bene:

- Les données MOCAGE sont préalablement interpolées sur les points de grille CHIMERE.
- La grille MOCAGE étant au départ plus petite que la grille CHIMERE, les fichiers extraits MOCAGE peuvent être un peu plus petits que les fichiers extraits CHIMERE.
- Le domaine d'extraction des données 3D peut être plus grand que celui des données 2D (cf. les fichiers coord_all-MOD et coord_pol-MOD respectivement).

4.3.2 NIVEAUX VERTICAUX

Les données MOCAGE sont préalablement interpolées sur les huit niveaux CHIMERE (nlev=8).

4.3.3 REPERAGE TEMPOREL

Le repérage temporel est en heures TU.

4.3.4 UNITES DES CONCENTRATIONS

Les concentrations sont en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les données 2D.

Elles sont en ppb pour les données 3D – à l'exception des concentrations en PM2.5, PM10 et des concentrations des composés XXX dans la phase aérosol (notées pXXX dans les fichiers OUTPUT_SPECIES-MOD) qui sont en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

QUESTIONNAIRE DE DEMANDE DE MISE A DISPOSITION DE DONNEES PREV'AIR

Nom de l'AASQA :

Contact au sein de l'AASQA:

Utilisation envisagée des données:

Merci de mentionner dans le tableau suivant par une « X » le type de données dont vous souhaitez être destinataires.

Type de données	Espèces chimiques (données 3D)	Espèces chimiques (données 2D)
Prévision CHIMERE Europe		
Prévision CHIMERE France		
Prévision CHIMERE France adaptée statistiquement	-	
Prévision MOCAGE Europe		
Prévision MOCAGE France		
Analyses pic journalier d'ozone	-	
Analyses moyenne journalière de PM10	-	

ANNEXE 3: PROPOSITION DES TRAVAUX LCSQA 2006

THEME : TRAITEMENTS NUMERIQUES

TRAVAUX RELATIFS AU SYSTEME PREV'AIR

CONTEXTE ET OBJECTIFS

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 MEDD, l'INERIS, l'ADEME, le CNRS et Météo France. Outre la diffusion par internet de prévisions et cartographies d'ozone, de particules (PM10 et PM2.5) 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 plus d'une vingtaine d'AASQA dispose d'un compte sur PREV'AIR et accède chaque jour aux prévisions et analyses calculées à l'INERIS.

La présente fiche porte sur les évolutions et améliorations possibles du système PREV'AIR afin de mieux répondre aux besoins locaux des AASQA.

TRAVAUX PROPOSES POUR 2006

Le programme proposé en 2006 vise à fournir aux AASQA les éléments nécessaires à une exploitation des données de PREV'AIR cohérente par rapport à leurs attentes. Il s'attache également à répondre aux attentes formulées par les AASQA en terme de précision des résultats fournis

1. Assistance utilisateurs

Le système PREV'AIR fournit une prévision de l'ozone, des oxydes d'azote et des particules sur l'Europe et la France, à partir des résultats issus du modèle déterministe CHIMERE appliqué à une résolution spatiale de 50 et 10 km respectivement. Certaines AASQA disposent d'un modèle déterministe régional de prévision de qualité de l'air auquel PREV'AIR fournit des conditions aux limites. D'autres AASQA utilisent les sorties brutes de PREV'AIR qu'elles traitent en fonction de leurs besoins.

L'INERIS fournit une assistance aux utilisateurs de PREV'AIR en terme d'appui technique pour l'utilisation et l'interprétation des données issues des modèles. L'Institut 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....).

2. 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. Après la période estivale, l'INERIS s'est engagé à fournir un rapport détaillé sur le bilan de performances de ces modèles à l'échelle nationale, et région par région. Le bilan est établi par comparaison aux observations selon des critères statistiques classiques. Cette information sera disponible à la fin du premier trimestre de chaque année pour les résultats relatifs à l'été précédent.

3. Amélioration de la représentation cartographique des prévisions

Durant l'été 2005, suite à une convention signée entre le MEDD et France Télévision, l'INERIS fournit au média national les cartes de prévision d'ozone du jour même et du lendemain en situation d'épisode de pollution persistant et étendu (i.e. concernant plus de deux régions administratives et prévu pendant plus de deux jours). Ponctuellement, des désaccords ont été observés entre les cartes prédites par PREV'AIR et les situations prévues localement par les AASQA.

Il est donc proposé de mener une réflexion approfondie sur les méthodes envisageables pour améliorer la représentation cartographique des concentrations d'ozone lors des épisodes de pollution : corrections statistiques, prises en compte « artificielles » des niveaux prévus par les AASQA par correction des valeurs numériques, meilleure exploitation des prévisions locales aux stations, hybridation de modèles en fonction de leurs performances locales....

Ce travail nécessitera une étroite collaboration avec les AASQA et le Comité de Suivi PREV'AIR. Il inclut notamment une amélioration des procédures de consultation des AASQA sur les prévisions fournies par le système PREV'AIR, qui se sont avérées assez inefficaces en 2005. Il s'appuiera également sur une évaluation objective des performances du système région par région en terme de bonnes et mauvaises prévisions.

4. Sensibilité des prévisions aux inventaires d'émission

Dans l'optique générale d'amélioration des prévisions d'ozone fournies par le système PREV'AIR, il paraît important, après avoir exploré plusieurs voies d'amélioration (cf. études 2004-2005), d'évaluer le gain apporté par l'utilisation d'inventaires d'émission locaux pour réaliser les prévisions.

Dans un premier temps une analyse comparée des résultats fournis par PREv'Air et de ceux fournis par des systèmes locaux de prévision utilisant des inventaires de meilleure qualité que celui, basse résolution fourni par le programme EMEP sera menée. Elle pourra porter sur les domaines d'application du système ESMERALDA, sur l'Alsace, la région PACA, les Pays de la Loire, et la région toulousaine, zones géographiques ayant le point commun d'utiliser le modèle CHIMERE à l'échelle locale.

Dans un deuxième temps nous proposons de travailler avec une ou deux régions pilotes dans lesquelles l'inventaire EMEP serait remplacé par l'inventaire local. La procédure d'imbrication doit encore être correctement définie. L'impact de ce type de procédure sur les résultats de prévision sera évalué de manière rétrospective (été 2005 par exemple) et si possible en mode prévision durant l'été 2006.

COLLABORATIONS

AASQA , ADEME

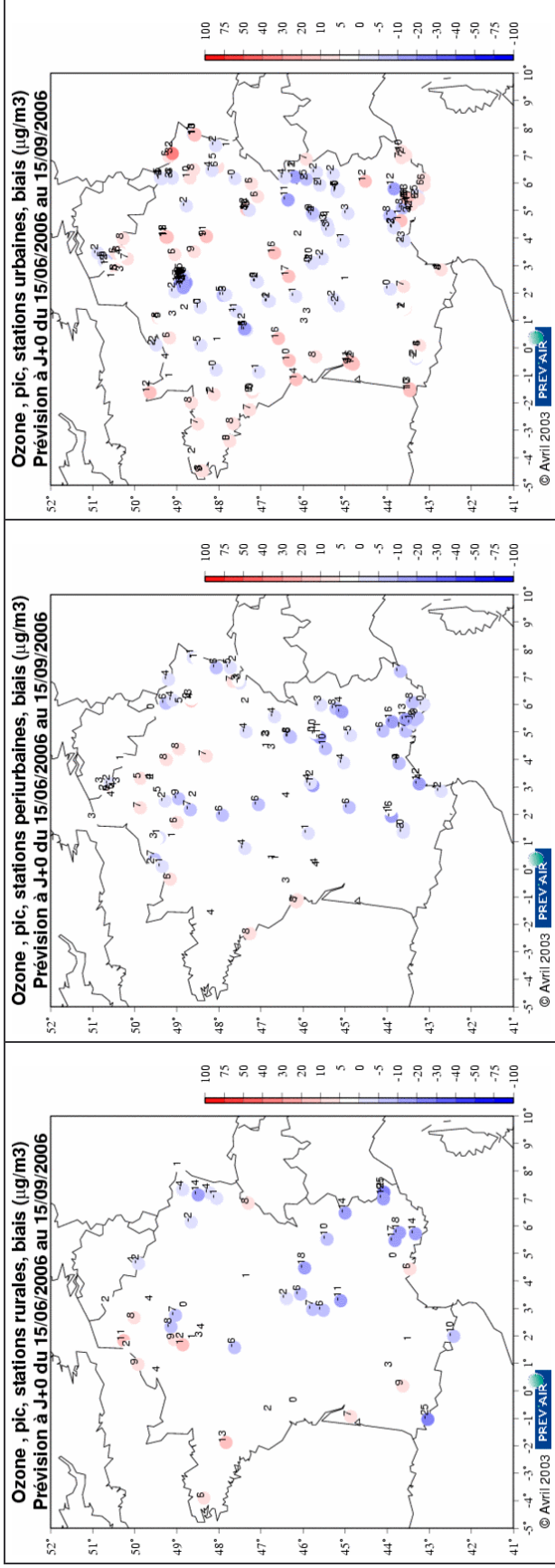
DUREE DES TRAVAUX

Il s'agit d'une étude pluriannuelle, démarrée en 2003.

ANNEXE 4 : DETAIL DES SCORES

CFM / ASCFM OZONE		OZONE, TOUTES OBSERVATIONS - RESULTATS STATISTIQUES (PICS JOURNALIERS)													
	Obs.	CFM			RMSE			Biases			ASCFM			Var	Corr
	Moy	Nobs	Moy	Var	RMSE	Biases	Var	RMSE	Corr	Moy	Biases	Var	RMSE	Corr	
RUR															
France	109.1	4255	106.7	0.85	19.7	-2.5	0.85	18.8	0.84	110.7	1.6	0.89	18.8	0.85	
CENTRE	107.0	434	100.8	0.82	15.2	-6.3	0.82	14.4	0.87	107.6	0.6	0.87	14.4	0.86	
GBP	103.2	892	104.0	1.01	20.3	0.9	1.01	20.2	0.84	108.1	5.0	0.97	20.2	0.84	
N	95.2	639	100.8	0.97	17.6	5.7	0.97	17.5	0.86	101.0	5.9	0.96	17.5	0.87	
NE	109.1	673	106.8	0.83	17.0	-2.3	0.83	17.1	0.89	110.2	1.1	0.93	17.1	0.88	
O	93.1	271	97.9	0.91	15.6	4.9	0.91	16.0	0.89	98.7	5.6	0.93	16.0	0.88	
RHONEALPES	124.2	258	110.4	0.70	23.4	-13.8	0.70	20.4	0.82	116.6	-7.6	0.71	20.4	0.82	
SO	108.4	423	107.5	0.94	20.4	-0.9	0.94	19.0	0.74	110.5	2.1	0.93	19.0	0.78	
SSE	133.2	665	121.0	0.75	24.9	-12.2	0.75	22.3	0.78	128.9	-4.3	0.80	22.3	0.77	
PUR															
France	107.3	8475	106.3	0.86	18.6	-0.9	0.86	18.4	0.86	108.7	1.5	0.89	18.4	0.86	
CENTRE	103.9	545	100.2	0.81	15.3	-3.7	0.81	14.5	0.85	105.9	2.0	0.88	14.5	0.85	
GBP	108.2	1243	105.9	0.90	18.6	-2.2	0.90	18.1	0.87	109.6	1.5	0.91	18.1	0.88	
N	98.0	1979	99.9	0.90	18.2	1.9	0.90	18.1	0.87	100.6	2.6	0.89	18.1	0.87	
NE	106.2	1831	107.5	0.85	18.0	1.3	0.85	18.7	0.87	109.7	3.5	0.94	18.7	0.87	
O	96.7	848	101.0	0.95	14.7	4.4	0.95	15.1	0.89	101.8	5.1	0.97	15.1	0.89	
RHONEALPES	119.2	653	111.6	0.78	21.5	-7.7	0.78	20.0	0.81	115.5	-3.7	0.83	20.0	0.82	

SO	110.6	271	110.0	-0.6	17.1	1.02	0.81	111.0	0.4	16.8	1.00	0.82
SSE	126.5	1105	119.4	-7.1	22.7	0.78	0.81	122.7	-3.8	22.1	0.82	0.81
URB												
France	104.8	16155	105.8	1.1	19.6	0.89	0.84	108.3	3.6	19.4	0.91	0.84
CENTRE	99.4	1082	99.8	0.4	16.1	0.81	0.82	104.2	4.8	16.6	0.88	0.82
GBP	102.9	3049	97.6	-5.3	21.2	0.99	0.83	102.7	-0.3	19.6	0.95	0.84
N	96.5	1814	99.3	2.8	19.0	0.88	0.87	100.9	4.4	19.3	0.87	0.87
NE	102.1	2415	107.2	5.1	19.5	0.88	0.85	108.4	6.3	20.2	0.96	0.85
O	91.1	1931	97.1	5.9	16.7	0.92	0.87	97.7	6.6	17.3	0.94	0.86
RHONEALPES	113.3	1976	110.1	-3.2	19.1	0.73	0.84	113.1	-0.3	18.1	0.82	0.84
SO	102.2	1333	108.6	6.4	19.1	1.04	0.80	110.1	7.9	19.6	1.05	0.80
SSE	122.6	2555	123.5	0.9	21.8	0.80	0.79	125.4	2.8	21.8	0.83	0.79



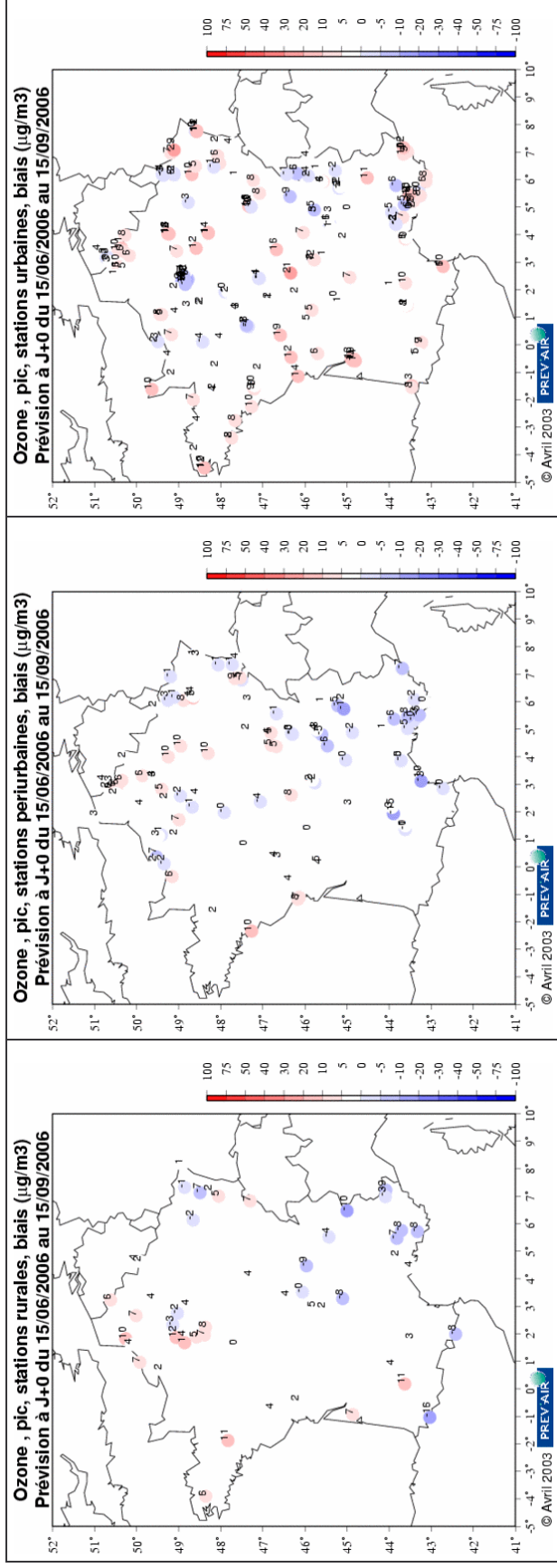
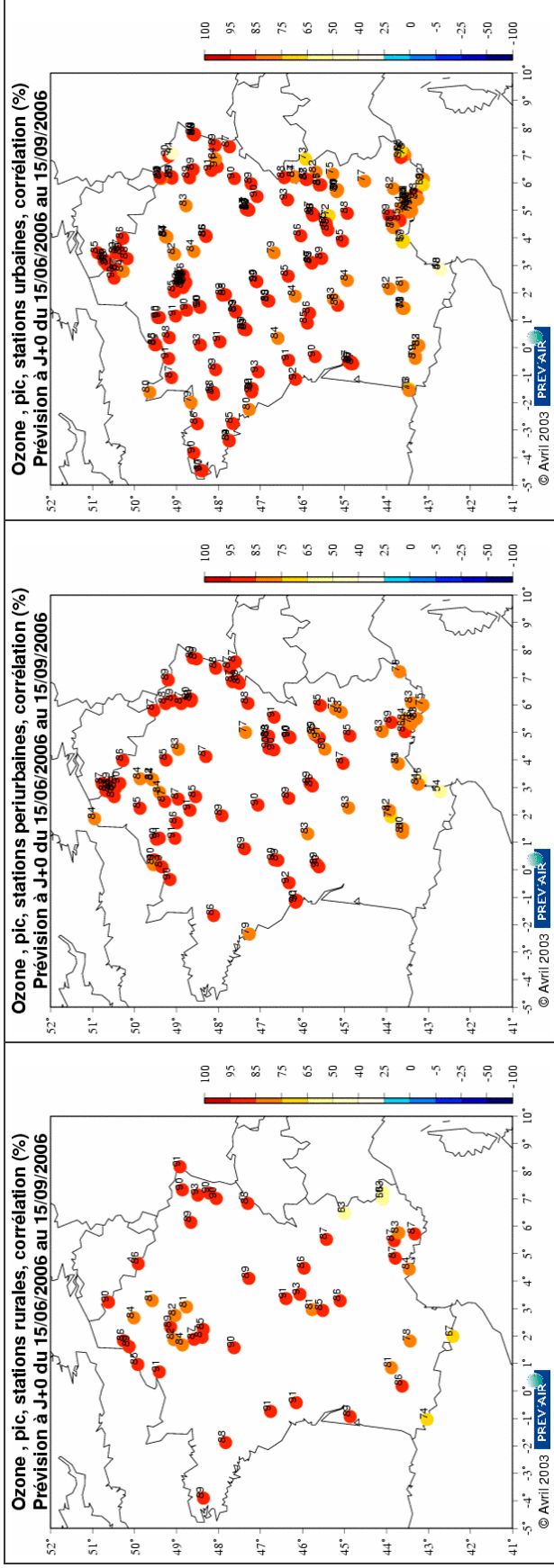


Figure 8 Biais(en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) calculés pour le pic d'ozone prévu à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales (à gauche), périurbaines (au centre) et urbaines (à droite) ; pour les prévisions brutes CFM (en haut) et les prévisions adaptées statistiquement (en bas).



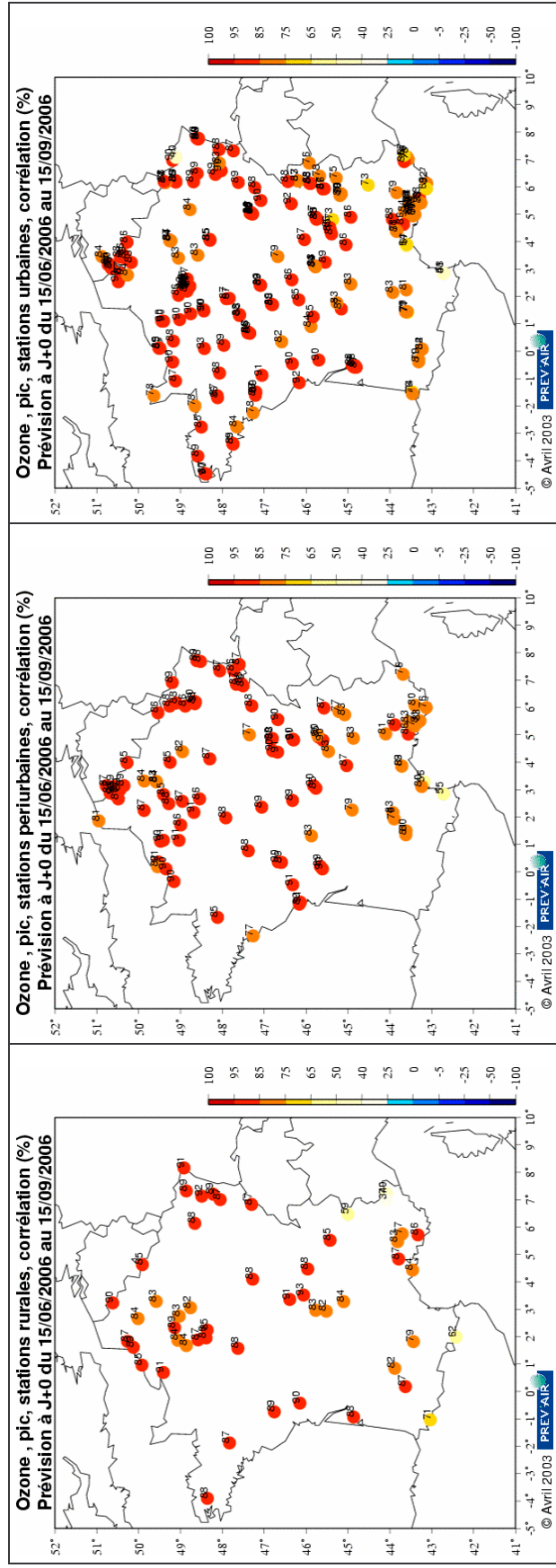


Figure 9 Corrélations (en %) calculées pour le pic d'ozone prévu à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales (à gauche), périurbaines (au centre) et urbaines (à droite) ; pour les prévisions brutes CFM (en haut) et les prévisions adaptées statistiquement (en bas).

TABLES DE CONTINGENCE, OBS. DU PIC D'OZONE > 120 µG/M3

	Obs.	CFM		ASCFM								
D+0, stations rurales	Nobs+	BP+	BP-	BP	ND	FA	BP+	BP-	BP			
France	1518	2737	72.6	94.0	86.4	27.4	6.0	81.4	90.5	87.3	18.6	9.5
CENTRE	139	295	56.1	99.0	85.3	43.9	1.0	73.4	94.6	87.8	26.6	5.4
GBP	267	625	79.0	94.2	89.7	21.0	5.8	85.4	92.0	90.0	14.6	8.0
N	139	500	90.6	91.8	91.5	9.4	8.2	90.6	91.8	91.5	9.4	8.2
NE	229	444	82.5	94.4	90.3	17.5	5.6	86.9	90.3	89.2	13.1	9.7

O	52	219	84.6	95.0	93.0	15.4	5.0	86.5	94.5	93.0	13.5	5.5
RHONEALPES	139	119	53.2	95.8	72.9	46.8	4.2	66.2	92.4	78.3	33.8	7.6
SO	147	276	64.6	90.9	81.8	35.4	9.1	71.4	88.8	82.7	28.6	11.2
SSE	406	259	70.2	93.1	79.1	29.8	6.9	83.5	77.6	81.2	16.5	22.4
D+0, stations périurbaines												
France	2855	5620	77.2	94.1	88.4	22.8	5.9	82.5	91.6	88.6	17.5	8.4
CENTRE	159	386	62.9	97.7	87.5	37.1	2.3	74.2	93.5	87.9	25.8	6.5
GBP	436	807	76.8	96.0	89.3	23.2	4.0	84.4	92.9	89.9	15.6	7.1
N	509	1470	83.1	95.0	92.0	16.9	5.0	84.3	94.6	92.0	15.7	5.4
NE	603	1228	85.6	93.0	90.6	14.4	7.0	89.7	89.2	89.4	10.3	10.8
O	186	662	79.6	94.9	91.5	20.4	5.1	81.2	94.0	91.2	18.8	6.0
RHONEALPES	299	354	63.9	92.9	79.6	36.1	7.1	75.3	87.3	81.8	24.7	12.7
SO	100	171	66.0	86.0	78.6	34.0	14.0	67.0	85.4	78.6	33.0	14.6
SSE	563	542	75.5	91.1	83.2	24.5	8.9	81.0	87.8	84.3	19.0	12.2
D+0, stations urbaines												
France	4991	11164	79.2	92.3	88.3	20.8	7.7	83.3	89.8	87.8	16.7	10.2
CENTRE	245	837	68.2	95.7	89.5	31.8	4.3	80.0	92.4	89.6	20.0	7.6
GBP	899	2150	72.9	96.6	89.6	27.1	3.4	78.3	94.6	89.8	21.7	5.4
N	446	1368	84.5	93.8	91.5	15.5	6.2	85.2	93.2	91.2	14.8	6.8
NE	726	1689	86.5	90.3	89.2	13.5	9.7	88.4	87.9	88.1	11.6	12.1
O	329	1602	81.5	95.1	92.7	18.5	4.9	84.2	93.9	92.3	15.8	6.1
RHONEALPES	786	1190	71.5	93.4	84.7	28.5	6.6	78.2	87.8	84.0	21.8	12.2
SO	363	970	76.3	88.0	84.8	23.7	12.0	78.8	86.5	84.4	21.2	13.5
SSE	1197	1358	85.0	83.4	84.1	15.0	16.6	88.4	78.6	83.2	11.6	21.4

TABLES DE CONTINGENCE, OBS. DU PIC D'OZONE > 150 µg/M3

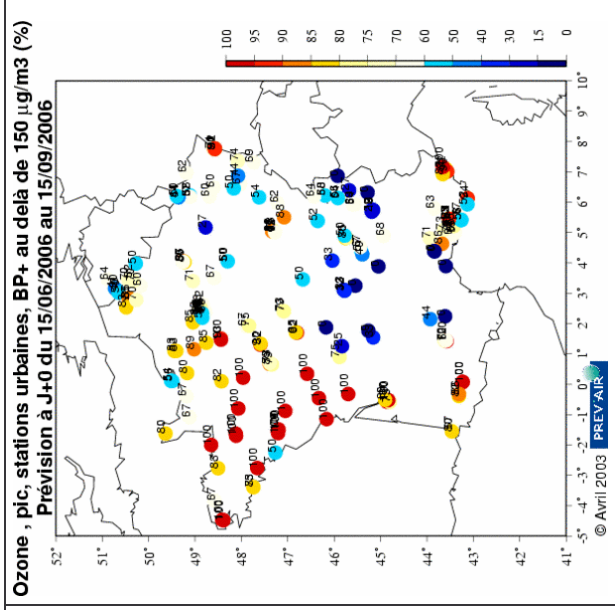
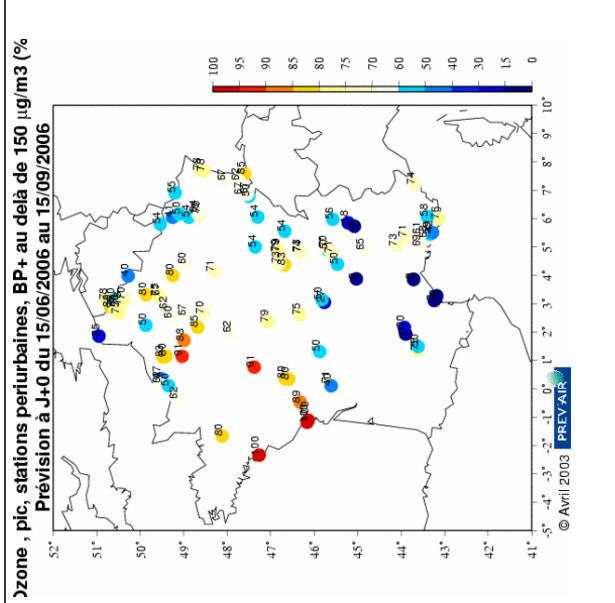
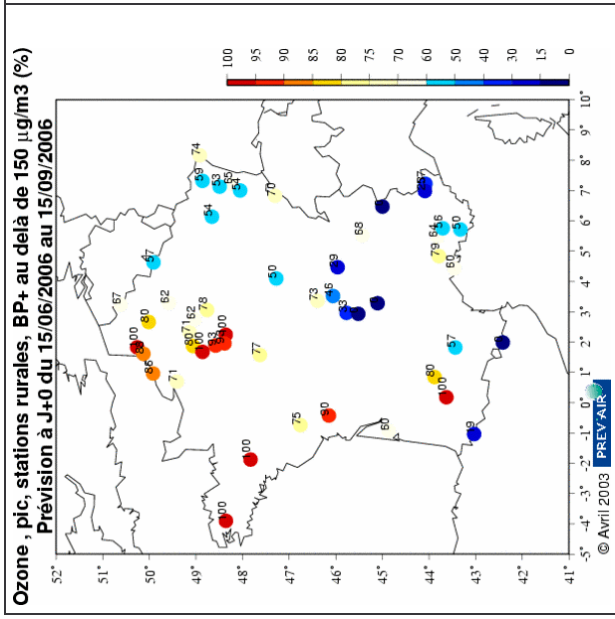
	Obs.	Nobs+	Nobs-	CFM	BP+	BP-	BP	ND	FA	ASC FM	BP+	BP-	BP	ND	FA
D+0, stations rurales															
France	639	3616		48.7	96.6	89.4	51.3	3.4	59.0	95.5	90.0	41.0	4.5		
CENTRE	39	395		35.9	99.7	94.0	64.1	0.3	43.6	97.5	92.6	56.4	2.5		
GBP	107	785		72.0	94.9	92.2	28.0	5.1	80.4	94.1	92.5	19.6	5.9		
N	47	592		76.6	95.1	93.7	23.4	4.9	76.6	95.4	94.1	23.4	4.6		
NE	113	560		51.3	98.4	90.5	48.7	1.6	61.1	97.5	91.4	38.9	2.5		
O	20	251		90.0	97.2	96.7	10.0	2.8	90.0	96.4	95.9	10.0	3.6		
RHONEALPES	59	199		22.0	99.5	81.8	78.0	0.5	37.3	99.0	84.9	62.7	1.0		
SO	47	376		40.4	94.7	88.7	59.6	5.3	48.9	94.4	89.4	51.1	5.6		
SSE	207	458		36.7	96.7	78.0	63.3	3.3	51.2	92.6	79.7	48.8	7.4		
D+0, stations périurbaines															
France	1212	7263		56.7	96.8	91.1	43.3	3.2	63.4	96.1	91.4	36.6	3.9		
CENTRE	33	512		18.2	98.6	93.8	81.8	1.4	39.4	97.1	93.6	60.6	2.9		
GBP	195	1048		69.2	96.6	92.3	30.8	3.4	74.9	95.7	92.4	25.1	4.3		
N	208	1771		66.3	96.2	93.1	33.7	3.8	65.9	96.9	93.6	34.1	3.1		
NE	266	1565		50.4	97.6	90.8	49.6	2.4	62.4	96.4	91.4	37.6	3.6		
O	71	777		78.9	96.8	95.3	21.1	3.2	80.3	96.3	94.9	19.7	3.7		
RHONEALPES	129	524		30.2	97.3	84.1	69.8	2.7	45.0	96.4	86.2	55.0	3.6		
SO	27	244		59.3	95.5	91.9	40.7	4.5	55.6	95.1	91.1	44.4	4.9		
SSE	283	822		57.6	95.6	85.9	42.4	4.4	62.5	93.8	85.8	37.5	6.2		
D+0, stations urbaines															

France	1966	14189	58.5	96.0	91.4	41.5	4.0	66.3	95.3	91.8	33.7	4.7
CENTRE	48	1034	12.5	98.1	94.3	87.5	1.9	20.8	96.5	93.2	79.2	3.5
GBP	380	2669	66.1	97.5	93.5	33.9	2.5	74.2	97.0	94.2	25.8	3.0
N	206	1608	62.1	96.8	92.9	37.9	3.2	63.6	96.7	92.9	36.4	3.3
NE	278	2137	55.8	96.8	92.1	44.2	3.2	64.0	96.0	92.3	36.0	4.0
O	119	1812	86.6	96.8	96.2	13.4	3.2	87.4	96.7	96.1	12.6	3.3
RHONEALPES	323	1653	31.6	97.9	87.0	68.4	2.1	49.2	96.9	89.1	50.8	3.1
SO	80	1253	68.8	92.9	91.4	31.3	7.1	76.3	91.9	91.0	23.8	8.1
SSE	532	2023	66.0	91.0	85.8	34.0	9.0	71.1	90.4	86.4	28.9	9.6

TABLES DE CONTINGENCE, OBS. DU PIC D'OZONE > 180 µg/M3

D+0, stations rurales	Obs.		CFM		BP		ND		ASC FM		FA	
	Nobs+	Nobs-	BP+	BP-	BP	ND	BP	ND	BP+	BP-	BP	ND
France	153	4102	24.8	98.8	96.1	75.2	1.2	32.0	98.5	96.1	68.0	1.5
CENTRE	1	433	0.0	100.0	99.8	100.0	0.0	0.0	99.8	99.5	100.0	0.2
GBP	29	863	44.8	97.1	95.4	55.2	2.9	44.8	97.1	95.4	55.2	2.9
N	9	630	33.3	98.7	97.8	66.7	1.3	33.3	99.4	98.4	66.7	0.6
NE	34	639	41.2	99.7	96.7	58.8	0.3	47.1	98.3	95.7	52.9	1.7
O	1	270	0.0	99.3	98.9	100.0	0.7	0.0	99.3	98.9	100.0	0.7
RHONEALPES	12	246	0.0	99.6	95.0	100.0	0.4	0.0	99.6	95.0	100.0	0.4
SO	2	421	0.0	99.8	99.3	100.0	0.2	0.0	99.8	99.3	100.0	0.2
SSE	65	600	12.3	98.2	89.8	87.7	1.8	26.2	97.2	90.2	73.8	2.8
D+0, stations périurbaines												
France	320	8155	27.5	99.0	96.3	72.5	1.0	37.2	98.5	96.1	62.8	1.5

CENTRE	2	543	0.0	100.0	99.6	100.0	0.0	0.0	99.6	99.3	100.0	0.4
GBP	58	1185	37.9	99.3	96.5	62.1	0.7	50.0	98.2	96.0	50.0	1.8
N	66	1913	31.8	99.0	96.8	68.2	1.0	27.3	99.1	96.7	72.7	0.9
NE	63	1768	30.2	98.6	96.2	69.8	1.4	47.6	97.3	95.6	52.4	2.7
O	3	845	33.3	99.3	99.1	66.7	0.7	33.3	99.3	99.1	66.7	0.7
RHONEALPES	25	628	28.0	99.4	96.6	72.0	0.6	40.0	99.2	96.9	60.0	0.8
SO	3	268	0.0	99.3	98.2	100.0	0.7	0.0	99.3	98.2	100.0	0.7
SSE	100	1005	18.0	98.6	91.3	82.0	1.4	31.0	97.5	91.5	69.0	2.5
D+0, stations urbaines												
France	483	15672	27.3	98.9	96.7	72.7	1.1	34.6	98.5	96.6	65.4	1.5
CENTRE	3	1079	0.0	100.0	99.7	100.0	0.0	0.0	99.7	99.4	100.0	0.3
GBP	81	2968	34.6	98.9	97.2	65.4	1.1	39.5	98.6	97.0	60.5	1.4
N	68	1746	33.8	99.2	96.7	66.2	0.8	35.3	99.0	96.6	64.7	1.0
NE	73	2342	46.6	98.3	96.8	53.4	1.7	57.5	97.6	96.4	42.5	2.4
O	25	1906	12.0	99.6	98.5	88.0	0.4	24.0	99.5	98.5	76.0	0.5
RHONEALPES	56	1920	16.1	99.9	97.5	83.9	0.1	25.0	99.7	97.6	75.0	0.3
SO	8	1325	0.0	98.3	97.7	100.0	1.7	0.0	98.2	97.6	100.0	1.8
SSE	169	2386	20.7	97.4	92.4	79.3	2.6	29.0	97.0	92.5	71.0	3.0



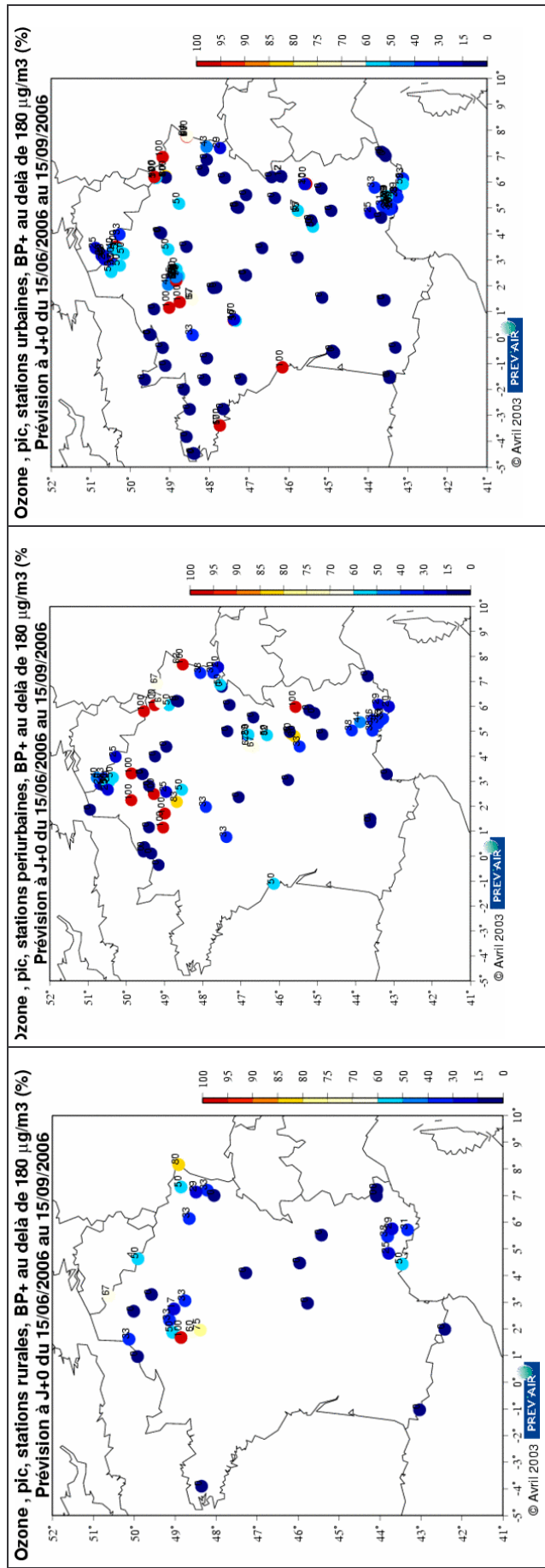


Figure 10 Pourcentages de bonnes prévisions (adaptées statistiquement) au dessus des seuils de 150 (en haut) et 180 µg/m3 (en bas) calculés pour le pic d'ozone prévu à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales (à gauche), périurbaines (au centre) et urbaines (à droite).

CFM DIOXYDE D'AZOTE
DIOXYDE D'AZOTE, TOUTES OBSERVATIONS - RESULTATS STATISTIQUES (MOYENNES JOURNALIERES)

	Obs.	Nobs	CFM	Biais	RMSE	Var	Corr
	Moy		Moy				
RUR							
France	7.3	736	9.3	2.0	6.9	1.49	0.47
CENTRE	-	0	-	-	-	-0	-0
GBP	8.1	171	16.5	8.4	12.5	2.56	0.49
N	-	0	-	-	-	-0	-0
NE	7.8	316	8.6	0.8	4.3	0.69	0.72
O	9.1	47	5.0	-4.1	5.0	1.22	0.63
RHONEALPES	5.7	148	5.7	0.0	2.6	0.67	0.36
SO	4.7	54	3.8	-1.0	2.1	0.85	0.76
SSE	-	0	-	-	-	-0	-0
PUR							
France	15.8	5378	13.1	-2.7	12.3	1.38	0.41
CENTRE	14.1	336	3.9	-10.2	11.9	0.23	0.46
GBP	18.9	1056	18.3	-0.6	18.4	1.96	0.29
N	16.6	1265	20.0	3.4	9.8	1.39	0.67
NE	13.6	1404	10.5	-3.2	9.1	0.72	0.27
O	10.9	764	6.2	-4.7	6.7	0.72	0.52
RHONEALPES	20.7	481	8.5	-12.2	15.6	0.70	0.42
SO	-	0	-	-	-	-0	-0
SSE	23.9	72	11.9	-12.0	15.4	0.60	0.31
URB							

France	19.7	17067	15.5	-4.2	17.7	1.60	0.46
CENTRE	14.9	1068	3.1	-11.9	14.2	0.20	0.44
GBP	21.9	3817	34.8	12.9	25.5	2.20	0.74
N	17.5	2044	20.0	2.5	10.8	1.26	0.58
NE	19.6	2674	10.6	-9.0	12.9	0.61	0.43
O	15.3	1965	6.3	-8.9	12.0	0.43	0.53
RHONEALPES	18.9	1762	7.0	-11.9	14.5	0.68	0.46
SO	16.8	836	6.8	-10.0	14.6	0.43	0.02
SSE	24.3	2901	9.9	-14.4	19.9	0.39	0.34

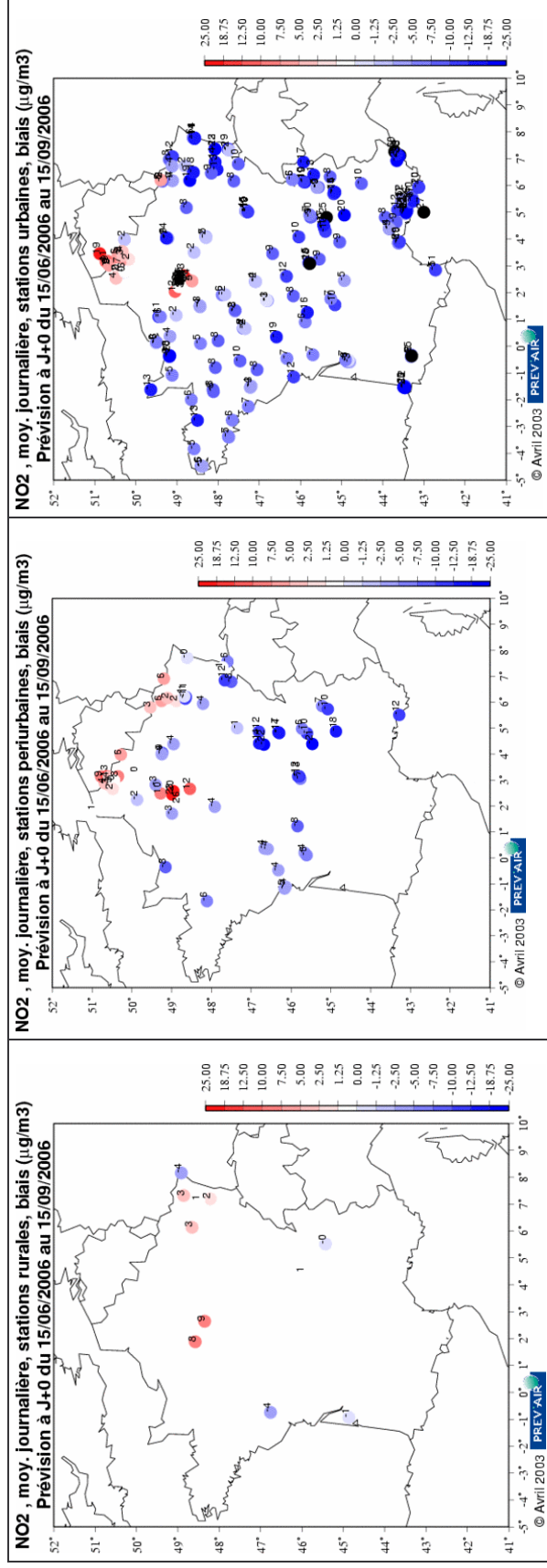


Figure 11 Biais (en µg/m³) calculés pour la moyenne journalière de NO₂ prévue à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales (à gauche), périurbaines (au centre) et urbaines (à droite).

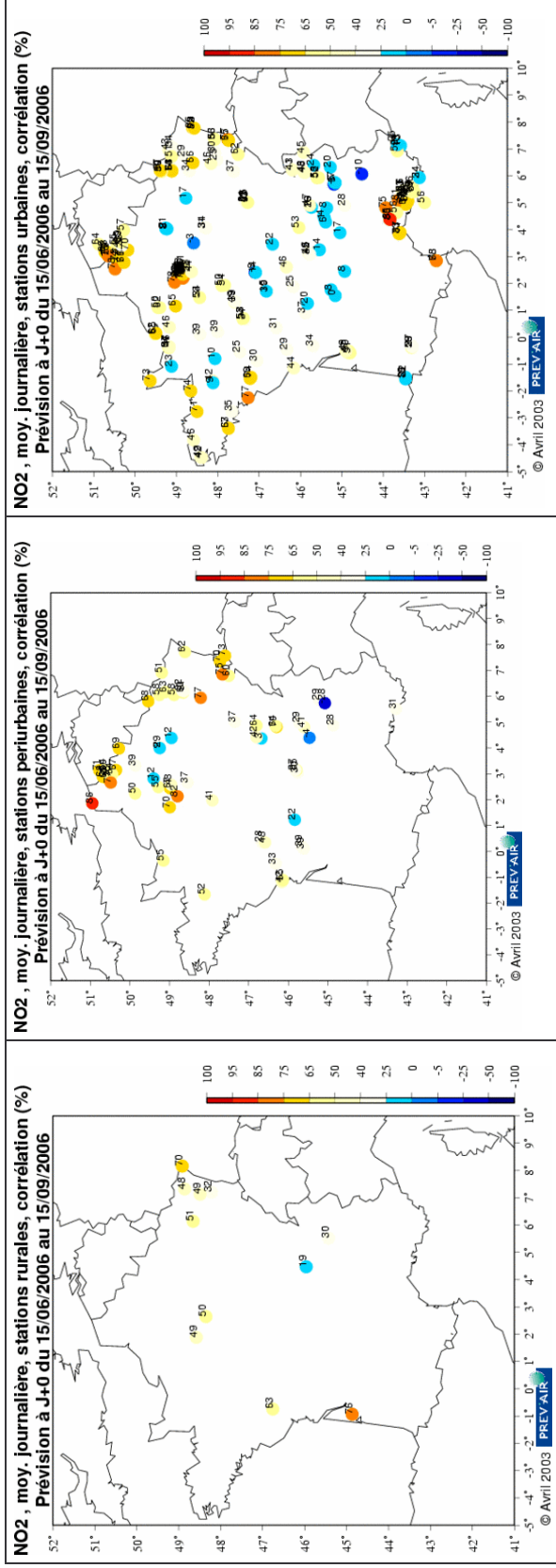


Figure 12 Corrélations (en %) calculées pour la moyenne journalière de NO2 prévue à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales (à gauche), périurbaines (au centre) et urbaines (à droite).

AWM PM10
PM10, TOUTES OBSERVATIONS - RESULTATS STATISTIQUES (MOYENNES JOURNALIERES)

	Obs.	Nobs	AWM	Biais	RMSE	Var	Corr
	Moy		Moy				
RUR							
France	18.5	267	16.2	-2.3	6.4	1.04	0.64
CENTRE	-	0	-	-	-	-0	-0
GBP	16.6	90	19.1	2.5	5.3	1.25	0.72
N	18.5	86	13.9	-4.6	7.0	1.23	0.70
NE	20.5	91	15.6	-4.9	6.7	0.77	0.84
O	-	0	-	-	-	-0	-0
RHONEALPES	-	0	-	-	-	-0	-0
SO	-	0	-	-	-	-0	-0
SSE	-	0	-	-	-	-0	-0
PUR							
France	18.8	2194	16.3	-2.5	6.4	1.08	0.72
CENTRE	16.2	184	13.2	-3.0	6.0	0.99	0.68
GBP	19.3	334	21.2	2.0	6.5	1.23	0.76
N	20.0	723	17.5	-2.5	5.9	1.09	0.76
NE	18.8	256	14.5	-4.3	6.4	0.83	0.76
O	18.2	535	13.3	-4.9	7.0	0.93	0.72
RHONEALPES	17.6	162	16.4	-1.2	5.9	0.84	0.75
SO	-	0	-	-	-	-0	-0
SSE	-	0	-	-	-	-0	-0
URB							

France	20.5	10095	16.1	-4.4	8.2	0.83	0.71
CENTRE	16.7	629	13.3	-3.4	6.2	1.00	0.67
GBP	19.2	2284	18.2	-0.9	5.7	1.06	0.77
N	21.5	1492	17.5	-4.0	6.7	0.96	0.79
NE	19.3	1220	14.9	-4.4	7.0	0.78	0.74
O	17.1	1046	12.8	-4.4	6.6	0.93	0.73
RHONEALPES	19.2	1483	13.7	-5.5	8.7	0.77	0.71
SO	23.4	851	13.9	-9.5	12.7	0.75	0.62
SSE	28.5	1090	21.1	-7.4	12.3	0.59	0.72

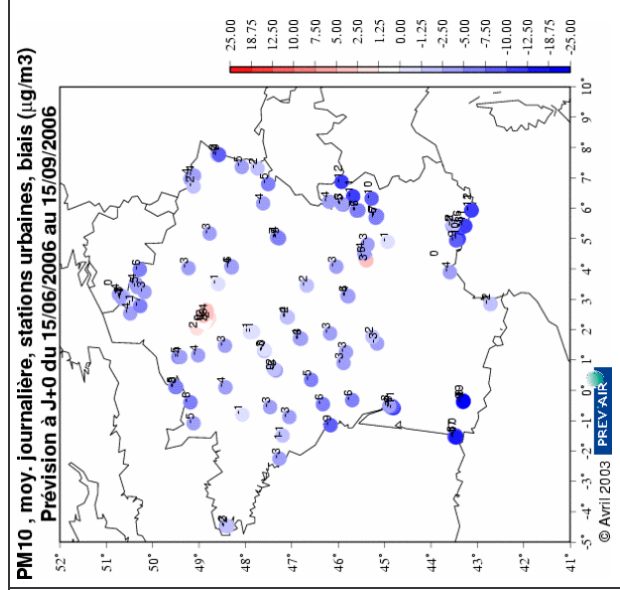
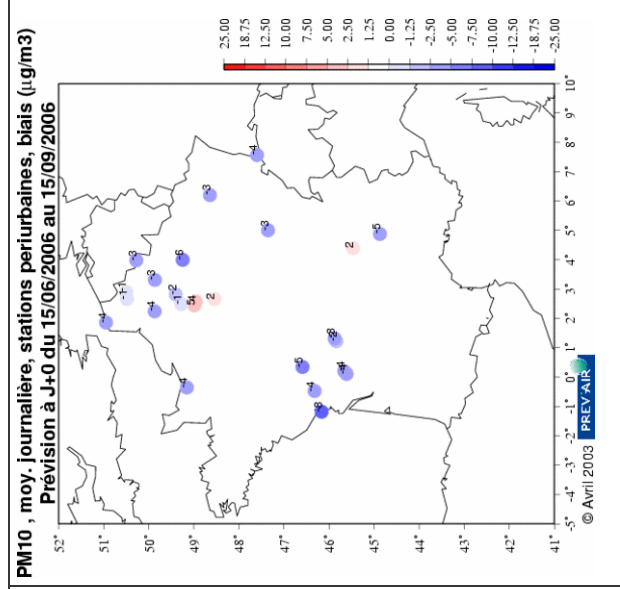
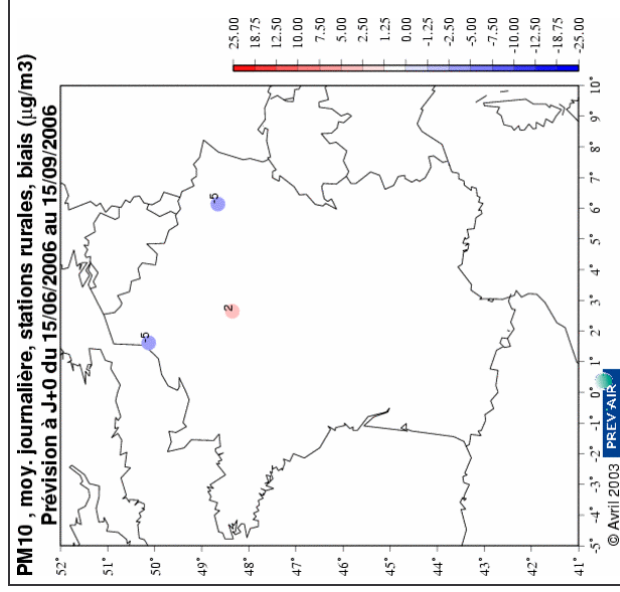


Figure 13 Biais (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) calculés pour la moyenne journalière de PM10 prévue à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales (à gauche), périurbaines (au centre) et urbaines (à droite).

Corrélations

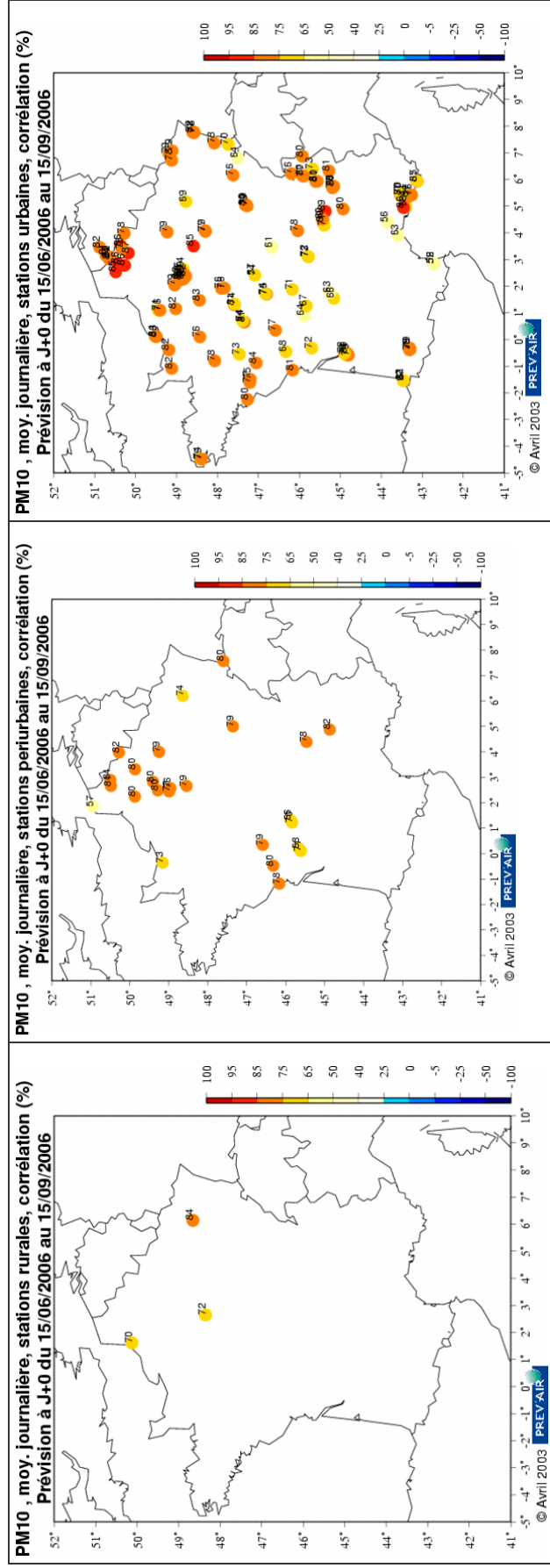


Figure 14 Corrélations (en %) calculées pour la moyenne journalière de PM10 prévue à J+0 entre le 15 juin et le 15 septembre 2006, sur les stations rurales (à gauche), périurbaines (au centre) et urbaines (à droite).