

La modélisation et les inventaires dans les AASQAs : état des lieux 2010 et stratégie 2010-2015

	Nom	Service	Date	Visa
Rédacteur	Marjorie DELIAS	Pôle Modélisation Environnementale et Décision (DECI) Unité Modélisation Atmosphérique et Cartographie Environnementale (MOCA) LCSQA - INERIS	18/01/2012	
Vérificateur	Bertrand BESSAGNET	Pôle Modélisation Environnementale et Décision (DECI) Unité Modélisation Atmosphérique et Cartographie Environnementale (MOCA) LCSQA - INERIS	31/01/2012	
Vérificateur	André WROBLEWSKI	Département Chimie et Environnement LCSQA - EMD	31/01/2012	
Vérificateur	Marie-Laure MIRAMON	Pôle Chimie & Biologie Direction de la Métrologie Scientifique et Industrielle (DMSI) LCSQA - LNE	12/04/2012	
Approbateur	Frédéric BOUVIER	Directeur LCSQA Direction des Risques Chroniques(DRC) LCSQA - INERIS	23/04/2012	

1. La modélisation à l'échelle régionale

1.1. État des lieux en 2010

En France Métropolitaine, la plupart des régions ont développé et/ou utilisent des plateformes régionales voire interrégionales de modélisation de la qualité de l'air. Seules 3 d'entre elles (AIRAQ, ATMO Poitou-Charentes et LIMAIR) utilisent directement les sorties de la plateforme nationale PREV'AIR, mises en forme par l'outil de cartographie SYRSO, fruit d'un développement inter-AASQAs. L'outil de cartographie OCARINA pour la mise en forme des sorties nationales est également utilisé par certaines AASQAs en complément de leur propre plateforme interrégionale. La carte de la figure 1 présente les zones de couverture de ces plateformes régionales en France Métropolitaine et le détail de ces plateformes¹ est présenté ci-dessous et résumé par le tableau 1.

La plateforme interrégionale de modélisation **ESMERALDA (EtudeS Multi RégionALE De l'Atmosphère)** regroupe 9 régions françaises : l'Île de France, le Nord-Pas-de-Calais, la Haute Normandie, la Champagne-Ardenne, le Centre, la Picardie et depuis 2010, la Bretagne, la Basse-

¹ Il est à noter que, si les plateformes régionales utilisent majoritairement le modèle de chimie-transport CHIMERE, les PSQA ne précisent cependant pas la version du code utilisé ni sa configuration. Ces choix peuvent expliquer les différences entre PREV'AIR et les outils régionaux.

Normandie et la Bourgogne. Cette plateforme est basée sur le modèle météorologique MM5 et le modèle de chimie-transport CHIMERE. Elle utilise comme données d'entrée un inventaire d'émissions kilométrique et comme conditions aux limites, les données PREV'AIR. Un dispositif de calcul en temps quasi-réel à l'échelle des émissions a été développé. La plateforme génère des cartographies quotidiennes au pas de temps horaire jusqu'au surlendemain à une résolution de 6 km avec des zooms régionaux de 3 km pour l'ozone, le dioxyde d'azote, les PM10 et les PM2,5.

L'incertitude au sens réglementaire (écarts relatifs par rapport à la mesure) pour la modélisation est calculée sur la base des niveaux cartographiés pour l'année 2009. Les incertitudes réglementaires calculées par AIRPARIF portent sur les niveaux annuels de NO₂ (3 valeurs annuelles présentent des écarts supérieurs à 30% entre observations et modélisation) et les niveaux annuels en particules (incertitudes considérées comme conformes).

La plateforme interrégionale **AIRES** fournit des cartographies de résolution 3 km sur les régions Languedoc-Roussillon, Corse et PACA. Cette plateforme permet de réaliser une prévision en NO₂, O₃, PM10 ainsi qu'en IQA jusqu'à 2 jours et se base sur deux approches complémentaires et combinées de façon à obtenir la meilleure information possible :

- **Approche déterministe** basée sur le modèle CHIMERE, approche développée en collaboration avec ACRI-ST, le Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD, CNRS, Paris) et le Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA, CNRS, Créteil) avec PREV'AIR en conditions aux limites.
- **Approche statistique** avec le modèle CART qui a été développé en collaboration avec l'université de la Méditerranée (Luminy).

La validation de cette plateforme a été réalisée dans le cadre du programme de recherche ESCOMPTE (Expérience sur Site pour CONtraindre les Modèles de Pollution atmosphérique et de Transport d'Emissions). Des calculs de scores sont également effectués au sein de cette plateforme.

Enfin, une analyse géostatistique par krigeage des innovations est réalisée pour le maximum journalier de l'ozone de la veille.

La plateforme interrégionale **PREV'EST** regroupe les AASQAs d'Alsace, Franche-Comté et Lorraine. Utilisant le modèle météorologique MM5 et le modèle de chimie-transport CHIMERE, elle fournit des prévisions du jour, du lendemain et du surlendemain des concentrations d'ozone, NO₂, PM10 et PM2,5. Dans la plateforme, les simulations s'effectuent de façon imbriquées, d'abord à l'échelle de l'Europe avec une résolution de 36 km puis de la France (12 km) et enfin à l'échelle interrégionale avec une résolution plus fine à 4 km. A noter que l'ASPA utilise également les sorties de la plateforme transfrontalière "Atmo-rhenA".

Les incertitudes associées à la modélisation sont calculées chaque année pour chacune des échéances horaires, journalières et annuelles mais ne sont pas détaillées dans les PSQAs des régions concernées.

Le système de prévision **IRIS**, développé par Air Pays de la Loire, permet d'obtenir des prévisions pour l'ozone et le NO₂ jusqu'à 2 jours, basé sur les modèles MM5 et CHIMERE et utilisant les sorties de PREV'AIR comme conditions aux limites. Cette plateforme fournit quotidiennement des données et des cartographies horaires d'iso-concentrations sur un domaine centré sur les Pays de la Loire avec une résolution de 5 km et un domaine étendu au grand quart nord ouest à une résolution de 15 km. Le système dispose d'un module permettant de fournir des cartes analysées d'ozone de la veille et de prévoir par adaptation statistique l'ozone des jours suivants.

Un suivi annuel des scores de la plateforme est réalisé et montre que pour les pas de temps de mesure définis pour les valeurs réglementaire, l'incertitude pour l'ozone est conforme aux préconisations de la directive 2008/50/CE et se situe en dessous des 50% requis.

La plateforme de modélisation **PREVALP**, développée par ATMO Rhône-Alpes, est basée sur le modèle météorologique WRF et le modèle de chimie-transport CHIMERE et utilise PREV'AIR en conditions aux limites. Cette plateforme fournit des données horaires pour les polluants O₃, NO₂, NO et PM₁₀ à l'échelle kilométrique. Une analyse géostatistique avec les données de mesures permet de produire des cartes analysées. La plateforme de prévision, alimentée par les sorties de PREVALP et du modèle de prévisions statistiques Previstat, fournit des cartographies des zonages correspondant aux arrêtés préfectoraux.

La plateforme de modélisation utilisée par ATMO Auvergne a été développée par la société ACRI-ST ; elle permet de fournir des prévisions horaires d'ozone pendant la période estivale. Cependant, aucune information concernant les modèles utilisés ainsi que sur la résolution spatiale n'est fourni dans le PSQA 2010-2015.

ORAMIP utilise également le modèle de chimie-transport CHIMERE à l'échelle régionale en Midi-Pyrénées. La plateforme de prévision développée fournit les concentrations en O₃ et NO₂ jusqu'à 2 jours avec un maille de 12 km de côté et un zoom sur la région toulousaine avec une maille plus fine de 4 km. Les prévisions nationales PREV'AIR sont utilisées en conditions aux limites. Ce modèle a été intégré dans les procédures de prévision de dépassement de seuil d'information et d'alerte des arrêtés préfectoraux de Haute-Garonne (31), des Hautes Pyrénées (65) et du Tarn-et-Garonne (82).

Concernant l'Outre-Mer, la Martinique utilise les sorties fournies par PREV'AIR pour anticiper des épisodes particuliers provenant des brumes sahariennes. Gwad'air et l'ORA de la Réunion ne font état d'aucune utilisation de la modélisation régionale.

À noter, l'utilisation par AIR LR d'un système de prévision et de cartographie des émissions de pollen de cyprès sur la région Languedoc-Roussillon à J+2 et J+3, « CartoPollen ». Développé en 2009 en collaboration avec les unités « Ecologie des Forêts Méditerranéennes » (URFM) et « Agroclim » de l'INRA Avignon ainsi que l'Unité de Palynologie de SupAgro, l'outil s'appuie sur des équations phénologiques (estimation des besoins thermiques pour la pollinisation) du logiciel "Pollenoscope", sur les conditions climatiques et sur les informations relatives à la densité locale de cyprès.

1.2. Des outils de cartographie pour les sorties PREV'AIR

Certaines AASQAs ne disposent pas de plateforme régionale de modélisation et utilisent alors les sorties de la plateforme nationale PREV'AIR, alors traitées par des outils de cartographie.

Le **Système Régional de Surveillance de l'Ozone (SYRSO)** est un outil développé par 5 AASQAs : AIRAQ, ATMO Auvergne, ATMO Poitou-Charentes, Air Breizh, AirLor et LIMAIR. Il permet d'obtenir à l'échelle régionale, des prévisions (à l'origine, pour l'ozone puis le NO₂ et les particules PM₁₀) issues du modèle national PREV'AIR. Un développement complémentaire de SYRSO a permis de réorganiser le système en noyau central et modules :

- Carte prévisionnelle régionale des concentrations avec ou sans animation ;
- Cartes prévisionnelles régionales des indices de la qualité de l'air ;
- Carte de zone de vigilance (département) ;
- Calcul de performances.

En 2010, AIRAQ, ATMO Poitou-Charentes et LIMAIR utilisaient cet outil pour la génération de leurs cartes régionales de prévision.

L'**Outil de CARTographie Interrégional de la qualité de l'Air (OCARINA)**, développé par Lig'Air puis ATMO Champagne-Ardenne, permet de générer des cartes prévisionnelles et des cartes instantanées à l'échelle régionale à partir des données numériques PREV'AIR.

En 2010, ATMOSF'AIR, dans l'attente d'une modélisation opérationnelle d'ESMERALDA sur sa région, utilisait cet outil en région bourguignonne. ATMO Champagne-Ardenne travaillait également sur les sorties PREV'AIR avec cet outil en complément des sorties ESMEALDA. Quant à l'ATMO Picardie, elle utilisait cet outil dans la génération de cartes d'indice de la qualité de l'air à partir des sorties CHIMERE brutes issues d'ESMERALDA.

1.3. Stratégie 2010-2015 pour la modélisation régionale

Globalement, la stratégie 2010-2015 pour la modélisation régionale vise à augmenter le niveau et la précision des informations générées.

La plateforme IRIS et celle d'ORAMIP, ne générant pas encore des **prévisions des concentrations en PM**, étendront leur domaine d'expertise à ces polluants. Les autres plateformes régionales chercheront à améliorer la prévision particulaire avec, par exemple, un programme d'**amélioration de la modélisation des vallées alpines** sur PREVALP.

Afin de **prendre en compte l'îlot urbain parisien**, l'utilisation du modèle WRF, avec module de canopée urbaine dans ESMEALDA, est prévue.

ORAMIP prévoit de **développer les cartes analysées** et ATMO Pays de la Loire d'**améliorer l'adaptation statistique** et d'**automatiser le suivi des performances** sur la plateforme IRIS.

Enfin, la modélisation sur la plateforme AIRES sera affinée par **descente d'échelle**.

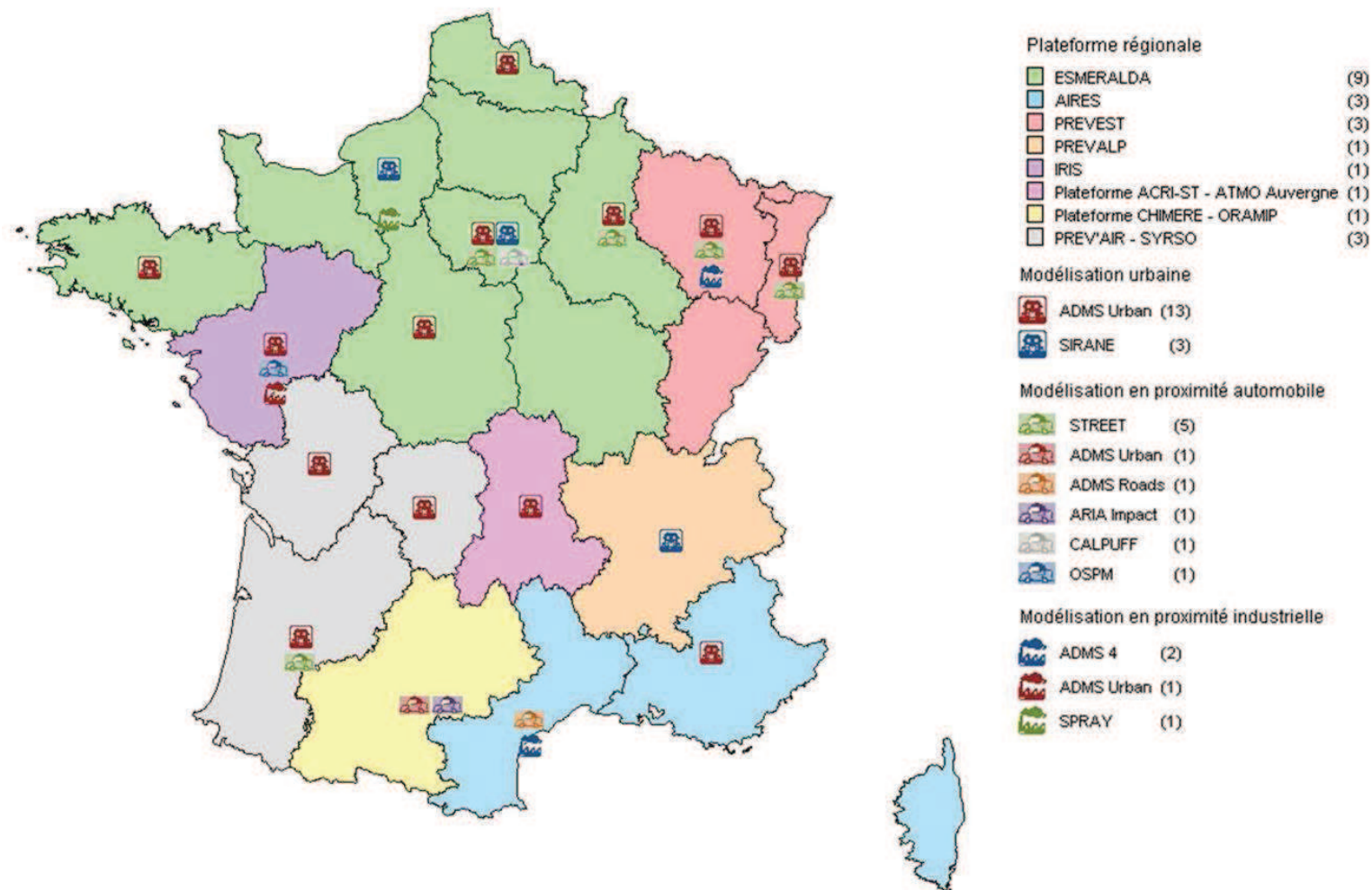


Figure 1 : Carte de la répartition des plateformes régionales en 2010 ainsi que des modèles locaux et de proximité déclarés par les AASQAs dans les PSQAs 2010-2015

Plateforme régionale	ESMERALDA	AIRES	PREVEST	IRIS	PREVALP	Plateforme ACRI-ST ATMO Auvergne	Plateforme ORAMIP
Modèle météorologique	MM5	<i>non communiqué</i>	MM5	MM5	WRF	<i>non communiqué</i>	<i>non communiqué</i>
Modèle de Chimie- Transport	CHIMERE	CHIMERE	CHIMERE	CHIMERE	CHIMERE	<i>non communiqué</i>	CHIMERE
Résolution spatiale	6 km zoom à 3 km	3 km	Europe 36 km France 12 km Régions 4 km	15 km quart nord-ouest 5 km région	1 km	<i>non communiqué</i>	12 km zoom de 4 km sur Toulouse
Pas de temps	horaire	horaire	horaire	horaire	horaire	horaire	horaire
Polluants modélisés	O ₃ , NO ₂ , PM10, PM2,5	O ₃ , NO ₂ , PM10 + IQA	O ₃ , NO ₂ , PM10, PM2,5	O ₃ , NO ₂	O ₃ , NO ₂ , NO, PM10	O ₃	O ₃ , NO ₂
Prévisions	J-1 (analyse), J, J+1, J+2	J-1 (analyse), J, J+1, J+2	J-1, J, J+1, J+2	J-1 (analyse), J, J+1, J+2	J-1 (analyse), J, J+1, J+2	J-1 (analyse), J, J+1, J+2	J, J+1, J+2
Commentaires	----	Approche déterministe couplée avec approche statistique avec le modèle CART	Possibilité d'imbriquer ce modèle régional avec les modèles urbains	Utilisation de l'adaptation statistique	Complété par un modèle de prévisions statistiques Previstat	Mise en œuvre en période estivale - Cartographie du risque de dépassements des seuils réglementaires	Modèle intégré dans des procédures de prévision de dépassement de seuil d'information et d'alerte
Stratégie d'évolution 2010-2015	Passage à WRF avec module de canopée urbaine	Descente d'échelle	<i>Pas d'objectif majeur concernant la modélisation régionale</i>	Prévision des PM, amélioration adaptation statistique, système automatisé de suivi des performances	Programme d'amélioration de la modélisation des vallées alpines	<i>Pas d'objectif majeur concernant la modélisation régionale</i>	Prévision des PM, mise en place de cartes analysées

Tableau 1 : Descriptif des plateformes régionales de modélisation telles que décrites dans les PSQA 2010-2015

2. La modélisation à l'échelle locale et de proximité

2.1. État des lieux en 2010

L'ensemble des outils de modélisation fine échelle utilisés et leur répartition dans les AASQAs telle que déclarée dans les PSQAs 2010-2015, sont présentés sur la carte de la figure 1.

En 2010, seules Air C.O.M., ATMOSF'Air, Qualitair Corse, ATMO Franche-Comté, AIRLR, ORAMIP, ATMO Picardie et les AASQAs de l'Outre-Mer ne disposaient pas de système de modélisation urbaine. Parmi elles, toutes les AASQAs de France métropolitaine ainsi que l'ORA de la Réunion prévoyaient de développer d'ici 2015 la modélisation urbaine dans leur région.

Parmi les AASQAs disposant d'un système de modélisation urbaine en 2010, la plupart (13/15) utilisaient **ADMS Urban** distribué par NUMTECH, pour étudier la pollution à l'échelle urbaine dans leurs villes les plus importantes : reconstituer les phénomènes de pollution, étudier l'impact de l'évolution des émissions globales d'une zone d'étude dans le cadre des plans et programmes, prévoir la qualité de l'air à l'échelle urbaine, calculer l'exposition individuelle de la population à la pollution atmosphérique (dans le cadre du projet ELFE par exemple), délimiter les zones de dépassement de valeurs limites réglementaires ...

Les autres, AIR NORMAND, AIR Rhône-Alpes ainsi qu'AIRPARIF (en complément d'ADMS Urban), utilisaient le système de modélisation **SIRANE**, développé au Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique de l'Ecole Centrale de Lyon, modèle de dispersion atmosphérique en milieu urbain à l'échelle du quartier.

En ce qui concerne la modélisation de la qualité de l'air à proximité des axes routiers, les AASQAs utilisaient préférentiellement le logiciel de simulation **STREET** mais aussi **ADMS Urban**, **ADMS Roads**, **ARIA Impact**, **CALPUFF** et **OSPM** pour les rues canyon.

Pour assurer la surveillance en proximité industrielle, seulement quelques AASQAs indiquent un recours à la modélisation :

- AIRLR et AirLor utilisent l'outil **ADMS 4**, développé par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants) et distribué en France par NUMTECH. ADMS4 est basé sur un modèle gaussien ;
- AIR NORMAND utilise le modèle lagrangien **SPRAY** ;
- AIR Pays de la Loire utilise l'outil **ADMS Urban** non seulement pour la modélisation urbaine mais aussi pour la modélisation des panaches industriels.

À signaler également l'utilisation de modèles de rétrotrajectoires pour rechercher par exemple les sources lors de signalements d'odeurs et le recours sur l'île de la Réunion à un modèle de dispersion de panache volcanique (utilisant Meso-NH), développé par l'Observatoire de Physique de l'Atmosphère de la Réunion (OPAR), permettant de prévoir les concentrations en SO₂ lors d'épisodes d'éruption volcanique du Piton de la Fournaise.

2.2. Tendances stratégiques en 2010-2015

En ce qui concerne la modélisation fine échelle, la tendance stratégique 2010-2015 observée chez toutes les AASQAs consiste à développer ce type de modélisation dans leurs grandes agglomérations, et parfois sur l'ensemble de la zone urbaine régionale de leur région, de façon à mieux caractériser l'exposition de la population à la pollution atmosphérique.

3. Les inventaires territoriaux

3.1. Etat des lieux en 2010

La majorité des AASQAs de France métropolitaine disposaient en 2010 d'un inventaire spatialisé à l'échelle de leur région portant sur les principaux polluants réglementaires, toutefois sur des années de référence différentes selon les AASQAs allant de 2004 à 2008. L'intégration des principaux gaz à effet de serre dans ces inventaires était largement réalisée sinon prévue afin de prendre en compte la problématique du changement climatique dans l'analyse de la cohérence des actions engagées dans le cadre des plans et programmes. En outre, certaines AASQAs les complètent par un inventaire de la consommation énergétique.

ATMOSF'AIR et LIMAIR prévoyaient respectivement de finaliser l'inventaire de la Bourgogne et du Limousin pour 2010. Qualitair Corse s'appuyait en 2010 sur l'inventaire EMEP et prévoyait la finalisation de l'inventaire régional début 2011. En 2010, AIR Pays de la Loire a lancé le programme BASEMIS dont la première phase consistait à mettre en place l'inventaire spatialisé de la région. Le cadastre d'émissions d'ATMO Auvergne ne concernait en 2010 que la région clermontoise.

Concernant l'Outre-Mer, en 2010, l'Agence Régionale de l'Energie de la Réunion (ARER) travaillait sur l'inventaire spatialisé de la Réunion. Par contre, MADININAIR et GWAD'AIR ne disposaient en 2010 que de l'inventaire non spatialisé du CITEPA et la première prévoyait de réaliser un inventaire spatialisé en 2011.

3.2. Utilisation de ces inventaires

La principale utilisation de ces inventaires régionaux consiste à servir de données d'entrée pour les plateformes de modélisation. Certaines AASQAs les utilisent comme variables explicatives dans leurs analyses géostatistiques, des résultats de campagne de mesures par exemple. Ils sont également utilisés dans le cadre de l'estimation objective de la qualité de l'air et dans le cadre des plans et programmes pour cibler des leviers d'actions sur la région et étudier des scénarios prospectifs.

A la demande des partenaires locaux, les AASQAs peuvent aussi réaliser des bilans et des cartographies de la répartition régionale des émissions et de zones sensibles.

3.3. Stratégies en 2010-2015

En 2010, chacune des AASQAs prévoyait de développer (pour celles qui en sont dépourvues) ou de mettre à jour leur inventaire d'émissions régulièrement (annuellement pour certaines, tous les 2 à 3 ans pour d'autres).

L'ASPA prévoyait d'améliorer la prise en compte de la rénovation thermique des bâtiments et du développement des énergies renouvelables dans son inventaire.

Quant à AIRPARIF, elle prévoyait d'améliorer la prise en compte des conditions météorologiques dans le calcul des émissions liées au secteur résidentiel ainsi que de l'estimation des émissions liées au trafic avec l'utilisation de la base COPERT IV.

Les AASQAs de la mer du Nord et de la Manche prévoyaient d'étendre leurs cadastres d'émissions aux émissions maritimes.

ATMO Poitou-Charentes projetait d'utiliser le cadastre d'émissions pour réaliser des procédures de descente d'échelle.