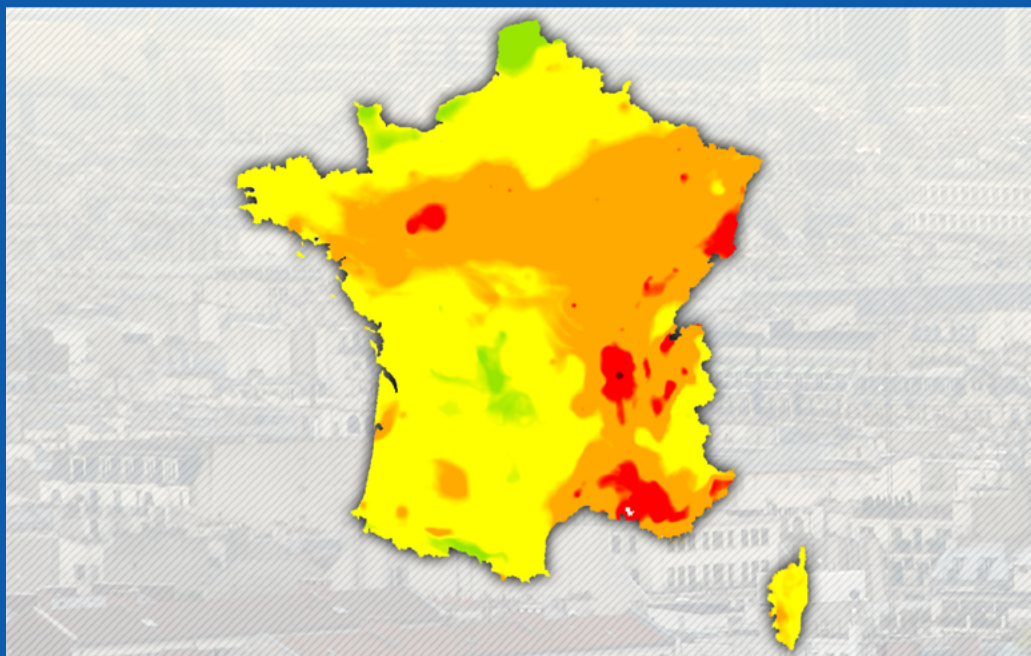


La prévision La modélisation

Dossier technique 2019



Le contexte national et international

Les récentes évolutions législatives instaurées en France en matière de surveillance de la qualité de l'air ont renforcé le rôle de la modélisation pour assurer plusieurs missions relatives au suivi des épisodes de pollution et l'information du public définies à l'origine dans la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE).

Ces avancées sont décrites dans l'arrêté du 7 avril 2016 modifié, dit arrêté «mesures d'urgence», qui introduit la prévision de la qualité de l'air comme outil à part entière du dispositif national de surveillance. Cela a pour conséquence, par exemple, de permettre désormais de déclencher par anticipation des mesures de réduction des émissions polluantes en cas d'épisode de pollution.

Par ailleurs, l'arrêté du 19 avril 2017 modifié relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant, transpose les directives européennes (dont la directive 2008/50/EC) sur la qualité de l'air et introduit le rôle des acteurs et des outils (dont la prévision) dans le dispositif national de surveillance de la qualité de l'air.

Les modèles de qualité de l'air ont connu une phase de recherche et développement importante dans les années 1990 et 2000 avant de s'imposer comme un outil à visée opérationnelle pour la surveillance de la

qualité de l'air. A l'instar de PREV'AIR pour la prévision nationale, plusieurs plateformes régionales de prévision de la qualité de l'air ont ainsi été créées. En parallèle, des modèles urbains de la qualité de l'air s'appliquant à une échelle plus locale ont été développés puis intégrés dans ces plateformes de prévisions régionales opérées par les AASQA. La modélisation urbaine à haute résolution constitue aujourd'hui une activité opérationnelle en forte croissance. Enfin, la modélisation régionale ou locale peut également être utilisée pour traduire l'impact de différents scénarios d'émission. A ce titre, elle joue un rôle majeur comme outil clé utilisé en appui à l'évaluation des plans et programmes.

Au niveau Européen, après une phase de recherche d'une dizaine d'années, le service de surveillance de l'atmosphère Copernicus s'impose depuis 2016 comme une référence internationale de la prévision de qualité de l'air opérationnelle. Ce service s'appuie sur une dizaine de modèles de qualité de l'air Européens, parmi lesquels les modèles utilisés dans PREV'AIR, Météo France et Ineris assurant la coordination technique de la production de la majeure partie des services dédiés à la qualité de l'air européenne.

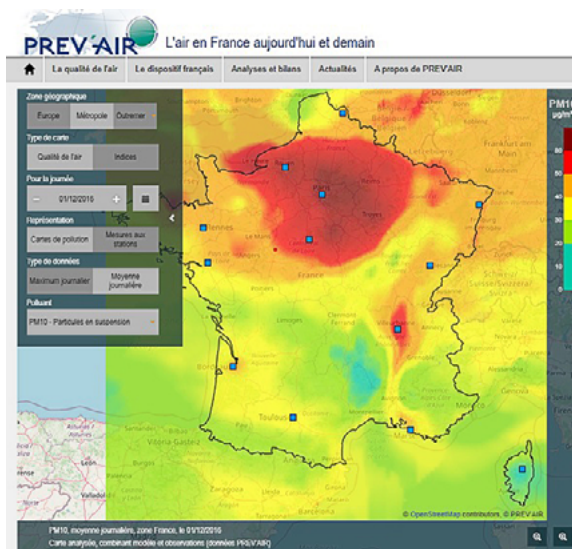
Les travaux du LCSQA

PREV'AIR

Le LCSQA est membre du consortium [PREV'AIR](#), piloté par l'Ineris et auquel sont associés Météo-France et le CNRS. Le rôle du LCSQA dans le consortium est de mettre à disposition du système de prévision nationale les données d'observations recueillies par les AASQA.

Ces données sont fondamentales dans plusieurs post-traitements comme les analyses qui consistent en une fusion de données entre sorties de modèle et mesures de concentrations ayant pour but de fournir la meilleure estimation possible des champs de concentration de polluants au niveau du sol. Elles interviennent également dans la production des prévisions quotidiennes qui tirent aussi le meilleur d'une combinaison entre modèles et observations.

La remontée des observations est aussi essentielle pour le processus d'assurance qualité. Il s'agit en particulier de vérifier le comportement des prévisions et l'évolution de leurs performances avec des indicateurs statistiques.



Site web Prev'air avec la prévision de la qualité de l'air en page d'accueil

Ces évaluations portent aussi sur la capacité des modèles à détecter les dépassements des seuils réglementaires et principalement les seuils d'information et de recommandation pour l'ozone et les particules PM₁₀. Le LCSQA produit chaque année un rapport d'analyse de l'ensemble des scores calculés pour toutes les filières de prévisions de PREV'AIR (brutes et corrigées).

Le comité de suivi PREV'AIR, auquel participent les membres du consortium ainsi que les AASQA, permet une information mutuelle sur l'utilisation des sorties de PREV'AIR et les évolutions du système.

En effet, l'une des missions de PREV'AIR est de mettre à disposition des AASQA sur leur zone d'intérêt les données issues de la plateforme nationale qui doivent être utilisées comme conditions aux limites des plateformes régionales de prévision de la qualité de l'air, comme stipulé dans l'arrêté du 19 avril 2017 modifié.

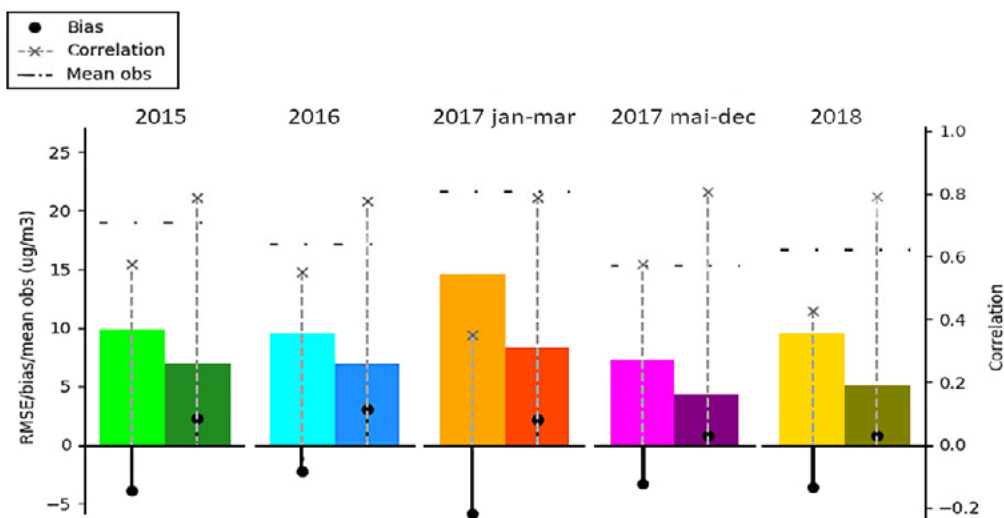
Ces données constituent une source d'information complémentaire pour produire des représentations cartographiques régionales des niveaux de pollution de l'air.

PREV'AIR dispose d'une suite d'outils pour répondre aux besoins de l'arrêté mesure d'urgence

du 7 avril 2016 modifié (AMU) permettant par exemple d'estimer, en cas d'épisode de pollution, la superficie impactée dans chaque région et le nombre d'habitants exposés par département.

L'ensemble de ces calculs est regroupé dans des documents transmis aux AASQA via leur compte utilisateur PREV'AIR, et fourni une estimation des critères de l'AMU sur leur région. Ces résultats font aussi l'objet d'un contrôle qualité retranscrit dans une note annuelle du LCSQA.

Sur l'ensemble des productions PREV'AIR, le LCSQA assure une assistance aux AASQA pour la mise à disposition et l'utilisation des sorties PREV'AIR sur la zone d'intérêt de l'AASQA. Cette mission s'étend à l'utilisation du modèle de chimie transport CHIMERE (codéveloppé par le CNRS et l'Ineris et jouant un rôle central dans la plateforme PREV'AIR) et le partage de la configuration en place dans PREV'AIR pour harmoniser les chaînes de prévision entre PREV'AIR et les plateformes régionales. Le LCSQA encadre les travaux amont à la mise à jour de la version de CHIMERE en place dans PREV'AIR pour faciliter une démarche similaire sur les plateformes régionales et sur les post-traitements associés.



Exemple d'évaluation réalisée par le LCSQA pour contrôler l'évolution des performances de PREV'AIR.

Expertise des épisodes de pollution

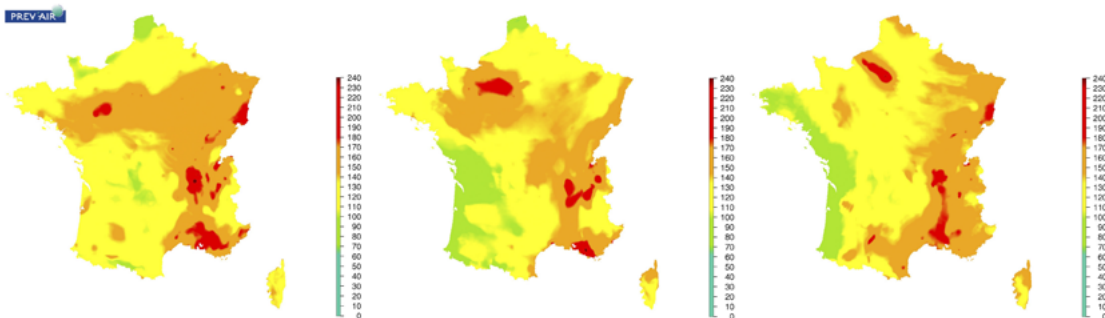
Les cartographies PREV'AIR peuvent aussi être exploitées pour une analyse a posteriori des situations ayant occasionné des dépassements des seuils réglementaires, répondant alors au besoin de comprendre, mieux anticiper et – à l'avenir – atténuer ces épisodes.

Les cartographies PREV'AIR permettent en premier lieu d'apprécier les zones impactées par des fortes concentrations et la persistance de l'événement. Ces informations viennent en complément du [dispositif CARA](#) de mesure in situ de la composition chimique des particules lors des événements de pollution. PREV'AIR apporte alors des éléments sur le développement de la pollution, la dynamique de l'épisode et permet dans certains cas d'identifier la contribution du transport à longue distance.

Pour approfondir la compréhension des causes de l'épisode, des simulations complémentaires peuvent être réalisées afin de mieux cerner le rôle des divers secteurs d'activité et l'efficacité que l'on peut attendre des mesures de réductions d'émissions prises lors de l'épisode.

Ces analyses des épisodes de pollution sont également reprises dans les contributions du LCSQA pour la rédaction du bilan annuel de la qualité de l'air produit par les services du ministère de la transition écologique.

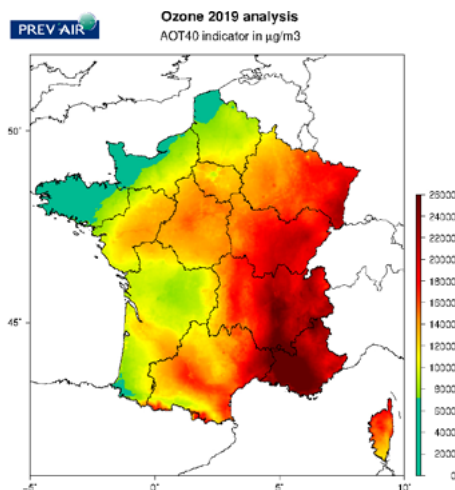
Ces études menées a posteriori complètent les missions d'appui de l'Ineris pour le ministère sur l'expertise opérationnelle des épisodes de pollution lors desquels PREV'AIR diffuse un bulletin quotidien décrivant les caractéristiques de l'épisode et son évolution pour les 3 jours à venir.



Cartographie des concentrations maximums journalières d'ozone en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ les 27, 28 et 29 juin 2019

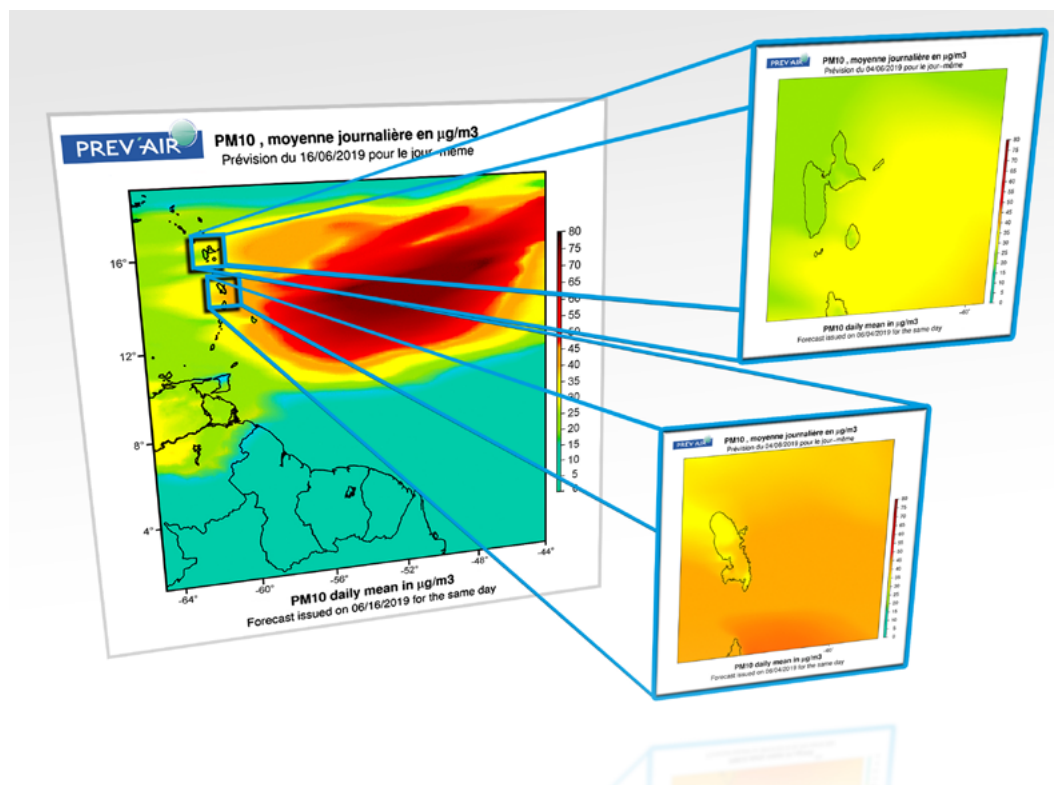
Les évaluations de la qualité de l'air

Bien que les outils du système PREV'AIR aient été conçus à l'origine pour la prévision quotidienne, la combinaison entre modèles et observations permet de calculer des données rétrospectives de la qualité de l'air. Les observations validées remontées par les AASQA sont utilisées au lieu des mesures en temps réel exploitées quotidiennement pour produire des re-analyses par des méthodes de fusion de données. Ces travaux permettent d'évaluer divers indicateurs de qualité de l'air (valeurs moyennes annuelles et saisonnières des concentrations de NO_2 , O_3 , PM_{10} , dépassements des seuils réglementaires et estimation de l'exposition à l'ozone de la végétation – AOT_{40} – et des populations – SOMO_{35}). Au total une vingtaine de cartes PREV'AIR alimentent le bilan annuel de la qualité de l'air du ministère en charge de l'environnement.



Carte d' AOT_{40} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), moyenne des années 2015-2019 établies d'après les données PREV'AIR et les observations validées fournies par les AASQA

PREV'AIR et les DROM



Prévision PREV'AIR de l'arrivée d'un panache de poussières désertiques sur les Antilles le 16 juin 2019 issue du système mis en place sur l'Atlantique ouest (combinant prévision globale de Copernicus et CHIMERE sur plusieurs domaines)

Depuis Février 2018, grâce à la collaboration entre le LCSQA et les AASQA de Guadeloupe, Martinique et Guyane, PREV'AIR a mis en place une production opérationnelle de prévision de la qualité de l'air sur la zone caraïbes et une partie nord-est du continent sud-américain.

Cette prévision s'appuie notamment sur les prévisions grande échelle du [Service de Surveillance Atmosphérique Copernicus](#) (CAMS) qui permettent de prendre en compte les contributions relatives aux transports transatlantiques de poussières désertiques provenant principalement du Sahara.

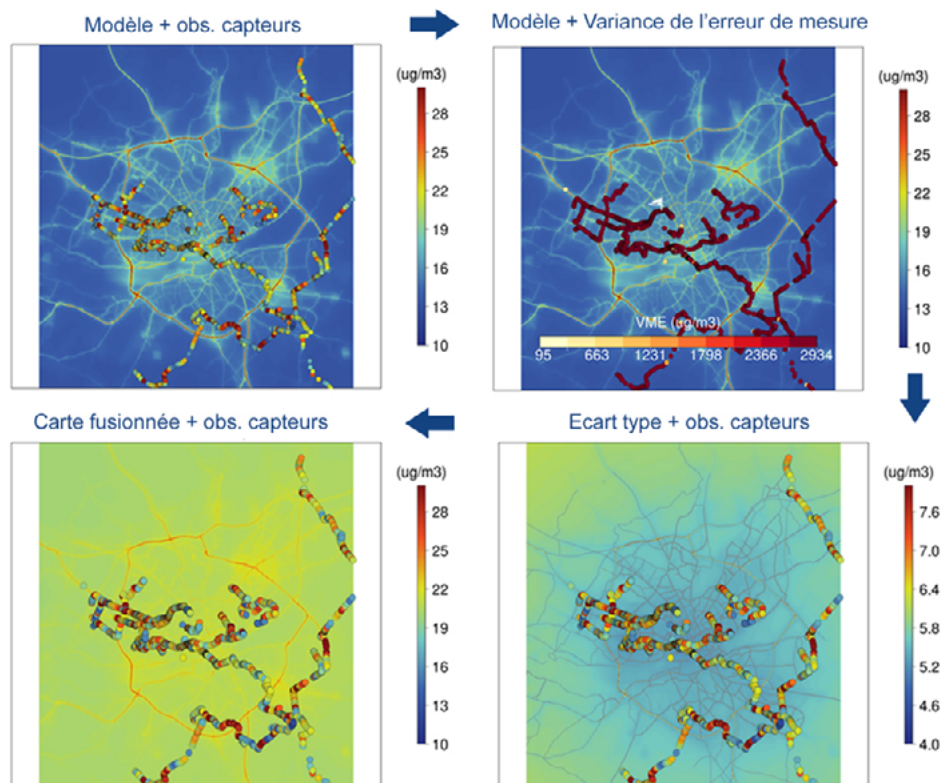
Cette source de pollution est responsable de nombreux épisodes de pollution survenant en Guadeloupe, Martinique et Guyane. Une étude du LCSQA a été consacrée à cette problématique concernant la Région Martinique.

Des exercices d'évaluation ont démontré la capa-

cité de ces prévisions à anticiper l'occurrence des apports de poussières désertiques.

Des travaux complémentaires à partir d'analyse de filtres de particules réalisées dans la cadre du dispositif CARA (mesure de la composition chimique des particules) sont en cours pour s'assurer que les modèles de prévision arrivent à reproduire correctement la composition des particules.

Ces résultats de modélisation pourraient alors être exploités par le LCSQA pour le rapportage réglementaire européen sur la qualité de l'air et les dépassements de seuils. En effet, à la condition que soient fournies des informations quantitatives le justifiant, la déclaration des dépassements prévoit la possibilité d'indiquer que ces derniers sont imputables aux contributions naturelles (poussières désertiques et sels de mer dans le cas des particules).



Exemple de fusion de données à partir des observations de micro-capteurs pour la cartographie de la qualité de l'air

La commission de suivi Emission Modélisation et Traitements des Données (EMTD) est une instance du LCSQA qui a pour objectif de définir de manière concertée les pratiques et les méthodologies de référence en matière de modélisation et de cartographie, d'en assurer la diffusion auprès du dispositif national, et d'en vérifier la bonne application. Elle regroupe des intervenants du LCSQA, des AASQA et du ministère chargé de l'environnement et propose un espace de discussion qui permet également de partager les connaissances et retours d'expérience, d'échanger et de relayer les informations provenant du niveau local comme du niveau européen. Il s'agit également de rechercher collectivement des solutions aux questions rencontrées et dans le cadre de l'amélioration

continue, de mettre à jour les processus d'assurance qualité en fonction de l'évolution des outils, des méthodes et de la réglementation.

A titre d'exemple, la feuille de route de la commission de suivi EMTD traite en 2020 des sujets aussi variés que l'exploitation des données de micro-capteurs pour la cartographie, le rapportage des données utilisant la modélisation, la mise en œuvre d'un exercice d'intercomparaison des modélisations produites à l'échelle urbaine par les AASQA dans l'objectif d'harmoniser les méthodes de manière concertée, les méthodologies d'évaluation des modélisations, le partage d'information sur la modélisation des pesticides, le couplage de modélisation régionale et locale...

Le groupe de travail «prévision»

En 2018, un nouveau groupe de travail a été créé dans le dispositif national avec la mission d'harmoniser les pratiques en matière de prévision de la qualité de l'air. Un référentiel verra le jour à l'issue de ces travaux. Animé par le LCSQA, ce groupe de travail compte parmi ses objectifs la définition de procédures permettant le suivi de l'ensemble des processus intervenant dans la chaîne de prévision.

Trois focus ont été identifiés en priorité : la traçabilité, l'évaluation et la définition d'indices de confiance.

Fin 2019, à la suite d'une consultation des pratiques de chaque AASQA, un premier document décrit les processus à mettre en place dans une chaîne de prévision pour assurer la qualité et la traçabilité de la prise de décision relative aux niveaux de pollution.

Il comprend des éléments organisationnels, le mode opératoire sur la réalisation d'une prévision, les étapes de contrôle à opérer, ainsi que les besoins d'archivage pour l'ensemble des éléments exploités par les prévisionnistes et les décideurs dans l'expertise de la situation et la prise de décision. Cette organisation doit permettre de garantir que les prévisions ont été établies dans le respect des bonnes pratiques et du référentiel national, et constitue des éléments éventuellement opposables en cas de remise en cause de leur qualité.

En 2020, les travaux se concentrent plutôt sur l'harmonisation des méthodes d'évaluation et la détermination d'objectifs de qualité pour les prévisions de la qualité de l'air.

Qu'est ce que la prévision ?

La prévision de la qualité de l'air est un processus visant à prédire, avec une incertitude maîtrisée, les concentrations de polluants atmosphériques sur une échéance de un ou plusieurs jours. On l'applique généralement aux polluants réglementés pour anticiper l'arrivée des situations critiques lors desquelles les concentrations risquent de dépasser les valeurs réglementaires.

Les prévisions s'appuient sur des modèles de qualités de l'air dont les sorties peuvent être optimisées avec des traitements complémentaires (correction statistique) qui font notamment intervenir les observations des journées précédentes afin d'améliorer les capacités des modèles pour la détection des épisodes de pollution.

Qu'est ce que la modélisation ?

La modélisation de la qualité de l'air repose sur des outils numériques qui simulent les processus chimiques et dynamiques responsables de l'évolution des concentrations des polluants dans l'air. Ces modèles doivent être alimentés en entrée par plusieurs sources de données dont les émissions de polluants issues de plusieurs secteurs d'activité (trafic routier, activités industrielles et agricoles, chauffage résidentiel, transport maritime ...), les conditions météorologiques qui influent sur la dispersion des polluants et aussi sur l'intensité des processus chimiques et les conditions aux limites qui apportent une information sur les contributions de pollution d'origine lointaine.

Valorisation

Les prévisions de PREV'AIR sont mises à disposition du public sur le site web www.prevoir.org. Les données numériques sont également disponibles en accès libre sur data.gouv.fr.

Le LCSQA est présent dans différentes instances nationales et européennes :

- Un comité de suivi PREV'AIR est organisé tous les ans et réunit les principaux utilisateurs du système au niveau national. Il s'agit d'un moment d'échange sur les performances de prévision, l'utilisation des données de la production PREV'AIR, les évolutions du système et celles des modèles de qualité de l'air.
- Le LCSQA assiste aux réunions du groupe FAIRMODE (forum européen sur la modélisation de la qualité de l'air), au cours desquelles sont discutés différents sujets relatifs à la modélisation dont les méthodes d'évaluation des prévisions de la qualité de l'air. Le LCSQA participe à des travaux organisés par d'autres instances européennes comme le CEN (comité Européen de standardisation), l'AEE (agence Européenne de l'environnement).

En savoir plus

- [Qu'est ce que Prev'air](#)
- Ministère de la transition écologique : [Bilan de la qualité de l'air en France en 2019](#)
- [La qualité de l'air racontée par la modélisation](#)
- [20 ans d'évolution de la qualité de l'air cartographiés par l'Ineris](#)
- [PREV'AIR : animation de l'épisode de pollution à l'ozone \(juillet 2019\)](#)
- [Qu'est ce que l'ozone ?](#)
- [Copernicus Europe](#)

Bibliographie

L'ensemble des publications mentionnées dans ce dossier technique est disponible sur le site www.lcsqa.org, rubrique « Publications ».

- *Les performances Prev'air en 2017 et 2018*, F. Meleux – Rapport d'étude LCSQA, 2019
- *Utilisation des données de micro-capteurs pour la modélisation et la cartographie de la qualité de l'air*, A. Gressent – Rapport d'étude LCSQA, 2019
- *Caractérisation chimique et étude de sources des particules en Martinique en 2018*, O. Favez - Rapport d'étude LCSQA, 2019
- *Les poussières désertiques dans Prev'air – description de leur prise en compte*, F. Meleux – Note technique LCSQA, 2015
- *Etude d'intercomparaison des modèles de qualité de l'air à l'échelle de la rue et à l'échelle urbaine*, F. Tognet, - Note technique LCSQA, 2015
- *Paramètres météorologiques : Etude bibliographique, analyse des enjeux et des besoins*, F. Tognet – Etude bibliographique, 2015
- *Etude comparative des modèles ADMS URBAN et SIRANE sur un cas test*, F. Tognet – Note technique LCSQA, 2015