

# Les modèles régionaux et les modèles urbains : nouveaux outils d'aide à la décision

Laurence ROUÏL(1)

**Le domaine de la gestion et de la surveillance de la qualité de l'air connaît une mutation importante de ses moyens d'évaluation.** La mise en œuvre en 1996 de la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE), transposant la Directive Européenne 96/62/CE sur l'évaluation et la gestion de l'air ambiant, a permis à la France de déployer un réseau de surveillance parmi les plus complets et performants en Europe. Opérés par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), ces réseaux fournissent sur l'ensemble du territoire une information ponctuelle sur les concentrations des polluants réglementés, que l'on souhaitait la plus représentative possible de l'exposition des populations et des écosystèmes. Même si l'analyse des tendances des niveaux de concentration sur de longues périodes fournit un indicateur indéniable-

ment pertinent sur l'impact des stratégies de contrôle de la pollution, il n'en demeure pas moins ponctuel.

Les progrès technologiques basés sur une masse considérable de travaux de recherche dans le domaine de la simulation numérique de la qualité de l'air et la maturité grandissante des modèles en font désormais des outils opérationnels de base, là où ils ne constituaient qu'un complément d'information il y a seulement quelques années. La modélisation numérique connaît un véritable essor sur des applications ciblées telles que :

- la cartographie des champs de pollution pour représenter l'exposition à la pollution ;
- la prévision de court terme (pour faciliter la communication vers le public et envisager des mesures de gestion d'urgence) ;

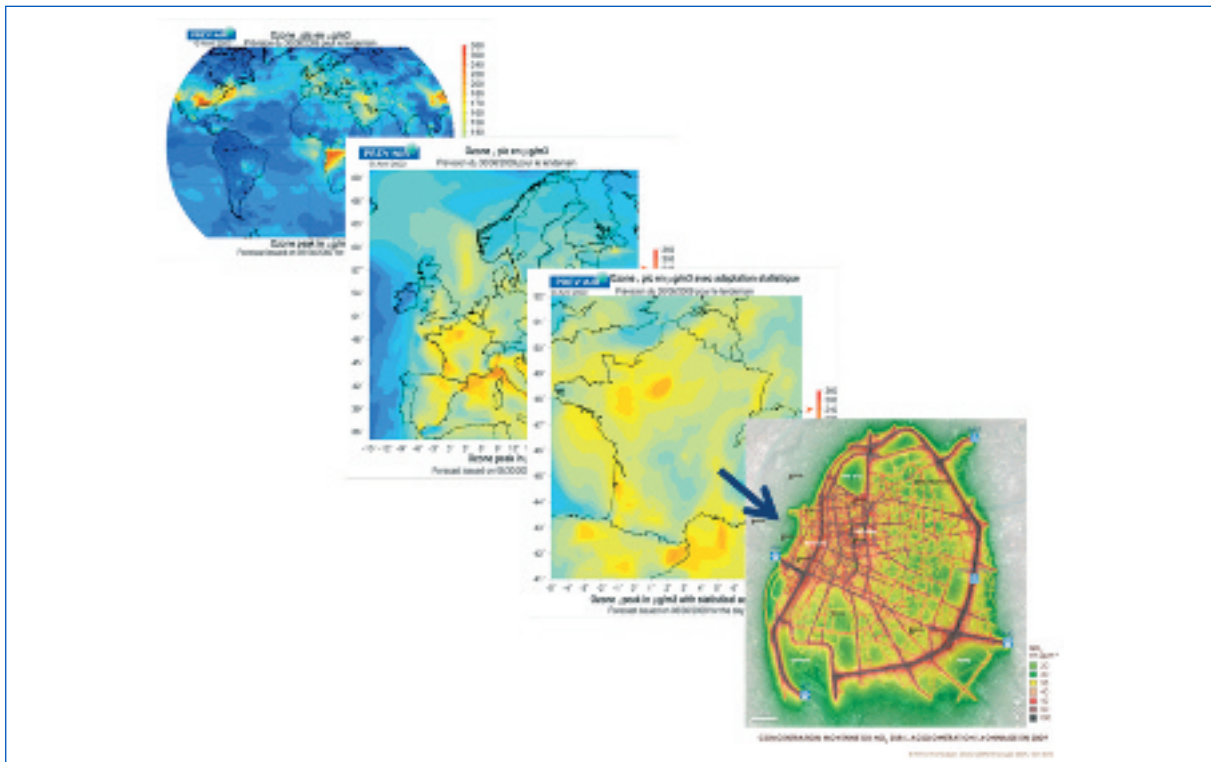


Figure 1.

Couverture spatiale des modèles numériques de qualité de l'air : du globe au quartier (source : PREV'Air et Air Rhone-Alpes).

(1) Responsable du Pôle « Modélisation Environnementale et Décision » – Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS) – [Laurence.rouil@ineris.fr](mailto:Laurence.rouil@ineris.fr).

- la prévision prospective de l'impact de scénarios de réduction des émissions dans une logique de gestion sur le plus long terme.

La surveillance et la gestion de la qualité de l'air ne résultent plus seulement de l'observation issue de réseaux de mesure, mais plutôt d'une combinaison entre simulations (alimentées par des données d'entrée d'émission et de météorologie de haute résolution) et observations, issues des réseaux réglementaires (ATMO-AASQA, en France), de réseaux de recherche, voire de systèmes satellites.

Les modèles de qualité de l'air s'installent ainsi dans le champ réglementaire, puisqu'ils constituent l'unique moyen d'évaluation des plans d'action à mettre en œuvre dans le futur. De fait, des exigences nouvelles relatives à la qualité et la fiabilité des résultats qu'ils fournissent se sont développées, dynamisant les travaux de recherche dans ce domaine. En l'espace de 10 ans, des progrès considérables ont été réalisés dans le domaine de la simulation de la qualité de l'air depuis l'échelle du globe à celle du quartier (figure 1). Ils résultent d'avancées scientifiques (réactions chimiques, prise en compte de la dynamique...) et techniques (bénéfice de capacités de calcul accrues pour réaliser des simulations avec une résolution spatiale élevée...).

À terme, il sera possible de simuler la qualité de l'air au niveau de l'Europe entière avec une résolution de quelques kilomètres, en incluant des zooms de résolution encore plus grande au niveau des zones sensibles telles que les grandes agglomérations. La

mise en place et l'exploitation opérationnelle de systèmes intégrés et mutualisés de prévision et de surveillance de l'environnement à l'échelle de l'Europe est en route via la nouvelle ligne programme créée par la Commission Européenne, nommée GMES (*Global Monitoring for Environment and Security* – [www.gmes.eu](http://www.gmes.eu)). GMES deviendra opérationnel en 2014, et la Commission Européenne (DG ENV) souhaite en faire un outil pérenne, fournisseur de données de référence pour aider les États membres à remplir leurs obligations réglementaires. Selon les situations, elles pourront être utilisées telles quelles ou raffinées au niveau local (agglomération et en deçà) par l'usage d'autres modèles de plus petite échelle par exemple.

En réalité, la principale conséquence des progrès de la science et des technologies de l'information est l'accès, à moyen terme, d'une information à haute résolution sur des domaines géographiques étendus. Ainsi, il ne sera plus pertinent de considérer de façon disjointe, des organisations techniques de niveaux européen, national, puis local, la distinction sera conditionnée par la nature des outils :

- les modèles de chimie-transport dits « régionaux » utilisables avec une résolution de quelques kilomètres sur toute l'Europe (à condition que les données d'entrée d'émission et de météorologie soient accessibles à une résolution similaire) ;
- les outils spécifiques de niveau local (modèles urbains, modèles de rue...) appliqués à une résolution inférieure au km pour modéliser correctement la

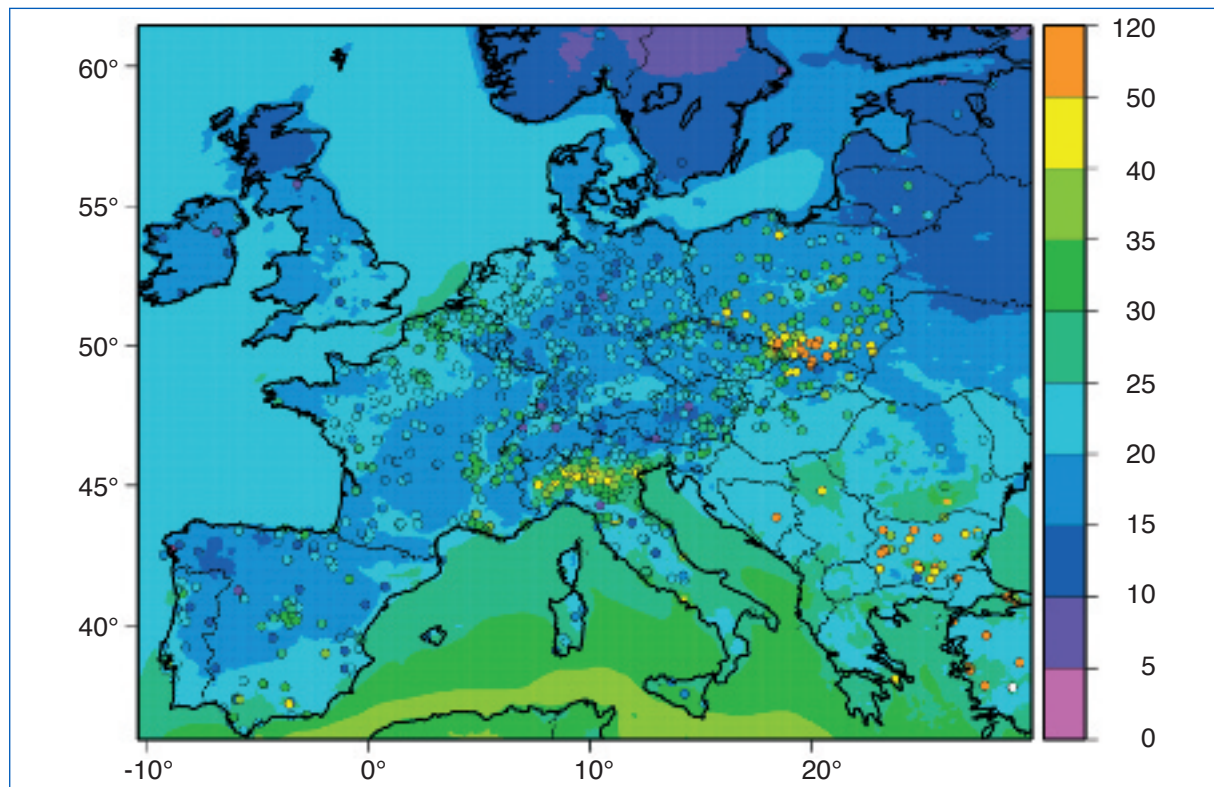


Figure 2.

Moyennes annuelles de  $PM_{10}$  pour 2009 simulées par le modèle CHIMERE (IPSL/INERIS) avec une résolution de 7 km. Les points colorés représentent les valeurs des observations issues de la base de données européenne AIRBASE.

pollution atmosphérique dans les agglomérations afin d'estimer l'exposition des populations et de définir de plans locaux de gestion.

Les modèles de chimie et transport dits « régionaux » restituent les concentrations sur une grille allant de 25 km à quelques kilomètres de résolution. Les performances atteintes laissent envisager un usage de plus en plus répandu de ces outils pour simuler les concentrations de fond auxquelles citoyens et écosystèmes sont exposés. En cela, l'essor des systèmes opérationnels de prévision de la qualité de l'air, en Europe avec les projets du GMES, en France avec PREV'AIR et en régions avec les plateformes développées par les AASQA, a été déterminant. Le suivi quotidien des prévisions livrées par ces systèmes de simulations a largement contribué à identifier leurs forces et faiblesses et des axes d'amélioration. La prévision des concentrations d'ozone est considérée comme très satisfaisante. Le cas des particules est nettement plus complexe du fait des incertitudes sur les inventaires d'émissions et sur la paramétrisation des phénomènes physico-chimiques mis en jeu. Néanmoins, un certain nombre de travaux récents, notamment menés dans le cadre des projets européens<sup>(2)</sup> ont permis de mettre en place des chaînes de modélisation performantes (figure 2).

Au niveau local, la pollution urbaine et de proximité est modélisée avec des modèles spécifiques. On constate au sein des AASQA françaises un usage répandu de modèles gaussiens urbains ou de modèles de rue qui fournissent des résultats très satisfaisants, pourvu que les inventaires d'émission utilisés en données d'entrée soient de bonne qualité. Dans un futur proche, les progrès de l'informatique scientifique faciliteront l'accès à des modèles plus complexes permettant une meilleure prise en compte des effets dynamiques de l'atmosphère (l'îlot de chaleur urbain) et des écoulements de très petite échelle pour une représentation plus fiable des points chauds et des zones potentiellement en dépassement des valeurs limites.

Dans ce contexte, on assiste à une évolution des besoins et applications associés à la réalisation d'inventaires d'émission. Si, jusqu'à présent, ils étaient essentiellement liés aux missions de rapportage et d'évaluation de politiques de réduction des émissions, ils sont désormais une donnée de base à la mise en œuvre de modèles, et donc de la surveillance et de la

gestion de la qualité de l'air. La nature des inventaires est amenée à évoluer par rapport à ce qui est demandé pour les rapportages réglementaires : de haute qualité, la donnée doit être spatialisée (à une résolution de plus en plus fine) et temporalisée (au niveau de l'heure dans la plupart des cas). C'est à cette fin, pour améliorer la qualité des prévisions délivrées par le système national de prévision de la qualité de l'air PREV'AIR, que le ministère de l'Environnement avait décidé la création de l'Inventaire National Spatialisé (INS) en 2003.

Au niveau local, des inventaires spatialisés de très haute résolution ont été développés par les AASQA. Ils sont utilisés par les AASQA pour répondre aux sollicitations locales liées à l'exposition des populations, à la définition de politiques de la ville et comme données d'entrée de leurs modèles.

Les systèmes de modélisation opérationnels sont conçus pour affiner la prédiction des situations futures en tirant les leçons du passé. L'analyse systématique des écarts entre simulations et observations permet de les qualifier ou non pour la prise de décision. Les systèmes dédiés à la cartographie de situations passées intègrent désormais les observations pour corriger les simulations par des techniques d'assimilation des données qui s'avèrent très performantes. Il est raisonnable de penser que les cartes ainsi « analysées » constituent la meilleure représentation possible des phénomènes de pollution. Le développement de ces approches conduira à modifier sensiblement le réseau de surveillance pour disposer de la meilleure complémentarité possible entre modèles et mesures. Cette réflexion est en marche et devrait largement se développer dans les années à venir, en support des politiques de gestion de court et moyen termes.

Il existe désormais des « réanalyses » de l'évolution de la pollution atmosphérique en Europe ces 10-20 dernières années qui permettent de comprendre pourquoi les stratégies imaginées par le passé n'ont pas toujours eu les effets attendus : le transport hémisphérique des polluants, la composition chimique globale, le réchauffement climatique ou les fluctuations d'émissions selon le dynamisme économique des pays sont autant de facteurs négligés par le passé mais dont on espère pouvoir mieux représenter l'impact sur la qualité de l'air... Nouveaux challenges pour la simulation numérique.

(2) Tel le projet EC4MACS [www.ec4macs.eu](http://www.ec4macs.eu) dédié au développement d'outils de modélisation et de base de données pour l'aide à la décision.