
Conclusion générale et perspectives

L'objectif principal de ce travail était d'étudier et d'évaluer les impacts possibles sur la qualité de l'air, à l'échelle locale et régionale, de l'utilisation de carburants reformulés et oxygénés. Des facteurs d'émissions spécifiques à ces carburants modifiés devaient permettre la création de nouveaux cadastres d'émissions. La modélisation de la qualité de l'air devait reproduire les épisodes de pollution photochimique et servir à l'évaluation des effets de ces carburants sur les champs de concentration de polluants.

Les cadastres horaires précédemment établis PRIMEQUAL 1998 (pour la région de Strasbourg) et INTERREG II (pour la vallée du Rhin supérieur) nous ont permis de focaliser notre attention sur la contribution du trafic routier aux émissions. Pour cette dernière, des facteurs d'émission unitaires tenant compte de l'utilisation des carburants reformulés et oxygénés ont été utilisés pour calculer de nouveaux facteurs d'émission agrégés par type de tronçon. Puis, à la suite d'un travail de spatialisation effectué sous SIG et de traitement de données à l'aide de programmes développés pour la circonstance, de nouveaux cadastres horaires d'émissions ont pu être mis en place. Ce travail nous a également permis d'améliorer le mode de traitement et de gestion des bases de données ce qui offrira la possibilité aux futurs utilisateurs de générer les scénarios les plus variés pour des études de qualité de l'air.

En parallèle à la création des cadastres d'émission, des modélisations de la qualité de l'air ont été menées. Dans le cas qui nous intéresse, le but de la modélisation est de reproduire des épisodes de pollution photochimique à l'ozone. Cette démarche nécessite dans un premier temps de déterminer les champs de paramètres météorologiques puis d'utiliser ces derniers, avec les cadastres d'émissions, comme données d'entrée pour calculer les champs de concentration des polluants atmosphériques. Durant cette thèse, deux épisodes journaliers (le 16 septembre 1992 et le 11 mai 1998) ont été simulés aux échelles régionale et locale et un épisode de six jours (9-14 mai 1998) a été étudié à l'échelle régionale. Malgré les difficultés inhérentes au mode de traitement des conditions aux limites par le modèle MARS, les résultats de ces simulations se sont révélés satisfaisants. De plus, ce travail a mis en évidence la nécessité d'effectuer des pré-simulations dont les durées doivent être fonction des caractéristiques météorologiques de l'épisode étudié. En effet pour l'épisode de 1992, l'alternance des brises thermiques a régi les conditions régnant sur la vallée du Rhin supérieur ce qui a permis de réduire la durée de la pré-

simulation. Par contre pour l'épisode de mai 1998, l'inversion des brises en fin de journée normalement attendue ne s'est pas produite. La durée de pré-simulation s'en est trouvée augmentée par le fait qu'il a fallu laisser le temps aux polluants soumis au transport à longue distance d'atteindre le sud de la vallée afin d'obtenir des valeurs cohérentes de concentrations initiales de polluants pour l'ensemble de la zone d'étude. Ce travail a aussi mis en exergue la question de la représentativité des mesures. Afin de choisir de manière appropriée les stations de mesure servant à la fois à l'initialisation des calculs et à la validation des résultats, il convient d'étudier leur environnement géographique (topographie et occupation des sols) et d'estimer leur représentativité en fonction de la résolution spatiale de la zone modélisée.

L'expérience acquise lors de ces différentes modélisations nous a permis de mettre en place une base de travail, constituée de deux épisodes de pollution photochimique bien renseignés, nécessaire à la réalisation future d'études prospectives d'amélioration de la qualité de l'air.

Les études d'impacts sur la qualité de l'air de l'utilisation des carburants automobiles modifiés ont montré que ces carburants permettront de réduire les niveaux troposphériques d'ozone et de COV avec des effets locaux plus importants qu'à l'échelle régionale. Par contre les niveaux de NO_x seront accrus et ce, surtout à l'échelle régionale. Ces études ont mis en évidence l'importance des régimes chimiques (basés sur les niveaux de NO_x) sur les effets de ces carburants sur les teneurs atmosphériques de certains composés chimiques. Ainsi, ces régimes ajoutés à l'augmentation des concentrations d'aldéhydes à l'échelle régionale favorisent l'augmentation des concentrations du CO à cette échelle. Au niveau local, l'utilisation des carburants modifiés a très peu d'impact sur les concentrations en aldéhydes et les teneurs troposphériques en CO sont directement liées aux émissions. Les facteurs d'émission étant plus faibles, les concentrations le seront également.

Les résultats obtenus montrent un certain nombre de tendances pour les polluants qui conditionnent la qualité de l'air. Une amélioration globale est perceptible aux niveaux local et régional en particulier pour les zones rurales et montagneuses. En zones urbaines et à l'échelle locale, zones où sont localisées la majorité des émissions, les impacts sont différents suivant les composés et les carburants. Il existe ainsi une marge de manœuvre pour agir sur la qualité de l'air en modifiant la composition des carburants.

Néanmoins, il serait intéressant de pouvoir chiffrer véritablement les impacts et donc d'apporter des réponses plus précises que des tendances ou des possibles effets. Pour ce faire il faudrait posséder une gamme plus étendue de facteurs d'émissions unitaires, ceux dont nous avons pu disposer correspondaient aux mesures réalisées sur seulement quatre véhicules et pour des cycles normalisés de conduite. Dans le même sens, une plus grande homogénéité des facteurs d'émissions pour les carburants de référence serait souhaitable: nous avons vu qu'ils pouvaient être 2 à 3 fois supérieurs à ceux généralement utilisés. Cela permettrait de modéliser des cas de référence (et non plus des scénarios de référence) qui correspondraient à l'état réel de la qualité de l'air et donc de mieux apprécier les impacts des CRO en réalisant des études dans le style de celles réalisées pour la préparation du Plan Régional de la Qualité de l'Air en Alsace.

Quant aux scénarios d'émissions définis pour la préparation du PRQA alsacien, ils ont permis de réaliser une étude prospective en nous renseignant sur les niveaux de polluants qui auraient été atteints pendant la période du 9 au 14 mai 1998 si les normes européennes et régionales d'émissions à l'horizon 2015 avaient déjà été appliquées. Ainsi de telles mesures auraient amélioré globalement la qualité de l'air à cette échelle en réduisant les niveaux troposphériques d'ozone et de NO_x.

D'une manière plus générale, ces études ont démontré que la modélisation de la qualité de l'air était un outil d'exploration efficace des moyens possibles à mettre en œuvre pour une amélioration de la qualité de l'air. Ainsi, les effets des normes d'émission, des aménagements du

territoire et des changements de combustibles et/ou carburant par exemple, peuvent être déterminés à priori et donc avant même l'application réelle de ces mesures.

Ce travail nous a aussi amené à nous poser un certain nombre de questions qui peuvent être considérées comme autant de voies d'explorations futures: Comment comparer des mesures ponctuelles avec les résultats des modèles ? Dans quelle mesure une station peut-elle être représentative de son environnement ? Quels auraient été les impacts des carburants automobiles modifiés si les réductions et/ou augmentations des champs de polluants avaient été prises en compte au niveau des conditions aux limites ? Ces impacts sont-ils les mêmes pendant des épisodes de pollution hivernale (pollution aux NO_x par exemple) ? Toutes ces questions peuvent être regroupées en deux axes de recherche possibles: les effets d'échelle et la chimie hétérogène.

Pour le premier axe, l'étude devrait se porter à la fois sur la détermination des contributions continentales, régionales et locales aux niveaux troposphériques des polluants secondaires et sur les effets des résolutions spatiales sur ces niveaux. Ainsi la connaissance du rapport entre les processus à l'échelle locale (transformations chimiques, émissions et déposition) et à de plus grandes échelles (transport à longue distance des polluants) permettra de déterminer les conditions aux limites à prendre en compte pour la modélisation et d'estimer les effets des modifications locales des champs de concentrations (lors d'études d'amélioration de la qualité de l'air basées sur des scénarios d'émissions) sur ces conditions aux limites. Il serait très utile dans ce cas soit de disposer d'un modèle chimique permettant de faire des modélisations imbriquées (« nesting ») soit de développer cette option dans les modèles disponibles au laboratoire.

Le second axe est une voie d'exploration à plus long terme. En effet, la prise en compte de la chimie hétérogène nécessite l'utilisation de modèles météorologiques capables de modéliser la formation et la croissance des gouttes d'eau. Coupler cette modélisation micro-physique avec les équations de transport-réactif des modèles de qualité de l'air nécessitera une puissance de calcul particulièrement importante. Dans un premier temps, il serait donc préférable d'étudier les effets de la présence de nuages sur la chimie homogène en phase gazeuse. En paramétrant l'effet de la nébulosité sur les constantes de vitesses des réactions photochimiques, il sera alors possible d'étudier des épisodes de pollution hivernale et des situations hors épisodes de pollution photochimique à moindre coût informatique.