

SERVICES DU PREMIER MINISTRE
SERVICES FEDERAUX DES AFFAIRES SCIENTIFIQUES,
TECHNIQUES ET CULTURELLES

Projet SSTC: Contrat AS/00/10

BeIEUROS:
Implémentation et extension du modèle
EUROS pour l'appui à la gestion en Belgique

RESUME

Mars 2001

Partenaires du projet

Vlaamse Instelling voor Technologish Onderzoek (VITO)
L. Delobbe et C. Mensink

Université catholique de Louvain (UCL)
G. Schayes

Faculté Polytechnique de Mons (FPMs)
C. Passelecq

Institut Royal Météorologique (IRM)
A. Quinet

Cellule Interrégionale de l'Environnement (CELINE)
G. Dumont et C. Demuth

Avec la collaboration de

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM, NL)
D. van Lith et J. Matthijsen

BeIEUROS

Implémentation et extension du modèle EUROS pour l'appui à la gestion en Belgique

Le modèle EUROS est un modèle atmosphérique qui simule l'évolution à long terme de l'ozone troposphérique. Ce modèle a été initialement développé au RIVM (Pays-Bas). Dans le cadre du projet BeIEUROS, une nouvelle version du modèle couplée à une interface utilisateur "state-of-the-art" a été installée à CELINE comme outil d'aide à la décision politique en matière d'ozone troposphérique. Cet outil permet d'évaluer l'impact sur l'ozone des différentes stratégies de réduction des émissions.

Contexte général

Durant l'été, des concentrations élevées en ozone au niveau du sol sont régulièrement observées en Belgique et dans les pays environnants. L'ozone est formé chimiquement à partir des oxydes d'azote ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) et des composés organiques volatiles (COV). Ces précurseurs de l'ozone sont principalement émis par le trafic routier et les activités industrielles. La formation de l'ozone est initiée par des réactions photochimiques et est corrélée à la température de l'air. Les pics d'ozone apparaissent dès lors typiquement dans des situations météorologiques de ciels clairs et de températures élevées.

L'ozone a un impact significatif sur la santé et sur les écosystèmes. Par ses capacités oxydantes, l'ozone affecte les capacités pulmonaires, particulièrement chez les enfants et les patients asthmatiques. L'exposition à l'ozone induit également des dommages aux récoltes agricoles et aux forêts, ainsi qu'à certains matériaux tels que les caoutchoucs et les peintures. En matière de protection de la santé, un seuil d'alerte de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est actuellement en vigueur. En Belgique, ce seuil d'alerte est régulièrement dépassé. Durant l'été 1995 qui fut particulièrement chaud, 32 jours ont été reportés durant lesquels un dépassement de seuil a été enregistré dans au moins une des stations de mesure belges (CELINE, <http://www.irceline.be>).

Les préoccupations par rapport à l'impact de l'ozone sont partagées à différents niveaux de décision. Au niveau européen, des objectifs à long terme et des valeurs cible pour la réduction des concentrations en ozone ont été définis dans le cadre de la directive cadre 96/92/EC. Selon la nouvelle directive-fille en préparation, les valeurs cible devraient être atteintes par les Etats Membres pour 2010. Pour atteindre ces objectifs, la plupart des Etats devront réduire considérablement leurs émissions de polluants responsables de la formation d'ozone (NO_x et COVs). Les réductions sont prescrites pour chaque Etat sous la forme de plafonds d'émissions nationaux dans le Protocole de Göteborg et dans la directive NEC (National Emission Ceilings) en préparation.

Dans ce cadre, il est essentiel de fournir aux décideurs des outils adéquats afin d'évaluer l'impact potentiel des stratégies de réduction des émissions. Les modèles numériques de l'atmosphère sont bien indiqués pour cette tâche. Ces modèles représentent les différents processus atmosphériques responsables de la formation et de la destruction de l'ozone: l'émission de polluants, la dispersion et le transport, les transformations chimiques et le

dépôt. Les simulations à l'aide de modèles permettent d'estimer l'effet sur l'ozone de différentes mesures de réduction des émissions.

Le projet BelEUROS

Le but du projet était de fournir un tel outil de modélisation aux autorités belges pour l'appui à la décision en matière d'ozone troposphérique. Le modèle EUROS (EUROpean Operational Smog model) a été sélectionné dans ce but (Fig. 1). EUROS est un modèle atmosphérique de transport-chimie à l'échelle régionale développé au RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, Pays-Bas). Il simule l'évolution heure par heure de l'ozone sur l'Europe sur de longues périodes de temps (typiquement quelques mois) et avec une résolution spatiale de l'ordre de 60 km. Une procédure de raffinement de grille permet d'affiner la résolution sur certaines parties du domaine, par exemple la Belgique. Un module d'émission détaillé calcule les émissions de trois catégories de polluants: NO_x, COV, SO₂, et ce pour 6 secteurs d'émission (trafic, chauffage domestique, raffineries, solvants, combustion, industrie). Pour l'implémentation de EUROS en Belgique, certaines données d'input ont été adaptées (émission et météorologie) ainsi que certaines caractéristiques intrinsèques du modèle. Ces nouveaux développements apportés à EUROS ont été réalisés en collaboration étroite avec le RIVM et ont principalement concerné une meilleure représentation du transport et de la dispersion des polluants dans les basses couches de l'atmosphère.

La nouvelle version du modèle EUROS a été installée à CELINE (Cellule Interrégionale de l'Environnement, Bruxelles) et sera mise à la disposition de groupes d'utilisateurs dans les 3 Régions (<http://www.beleuros.be>). Un modèle d'une telle complexité ne peut être utilisé efficacement s'il n'est pas muni d'une interface utilisateur conviviale. Une tâche importante a dès lors été de développer une interface de type Windows permettant à l'utilisateur de définir les caractéristiques générales de sa simulation, de spécifier ses scénarios d'émission et de visualiser et d'analyser les résultats. Cette interface contrôle également les échanges *via* Internet entre l'ordinateur local de l'utilisateur et l'ordinateur central à CELINE où les simulations sont exécutées. Cela permet à l'utilisateur de lancer ses simulations à distance via une connexion Internet.

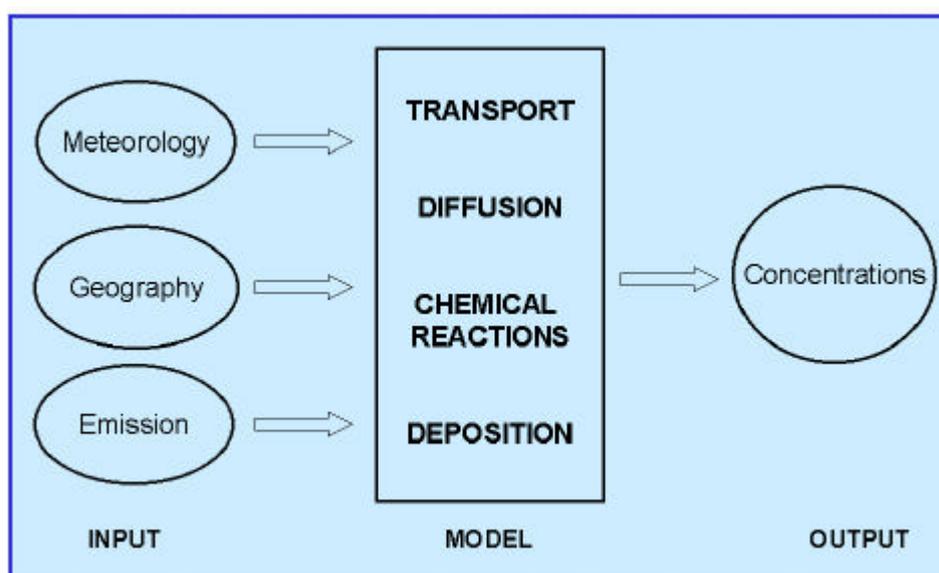


Figure 1 : Schéma de la structure du modèle EUROS.

La distribution des tâches entre les différents partenaires a été organisée comme suit. Le VITO s'est chargé du développement d'un nouvel inventaire d'émissions. Les développements sur le modèle EUROS ont été réalisés par le VITO en collaboration avec l'UCL pour les aspects météorologiques. La FPMs a pris en charge le développement de l'interface utilisateur et de l'installation à CELINE en collaboration avec le VITO et CELINE. L'IRM a fourni les données météorologiques. Le VITO s'est également chargé d'une étude concernant la modélisation des impacts de l'ozone sur la santé humaine et la végétation. En tant qu'utilisateur et partenaire associé, CELINE a joué un rôle de conseiller tout au long du projet. La coordination de toutes ces tâches a été assurée par le VITO.

Principaux résultats

Génération de nouvelles données d'input pour Euros

Un nouvel inventaire dynamique des émissions a été généré pour les pays européens couverts par le domaine d'EUROS. Cet inventaire fournit les variations spatiales et temporelles des émissions anthropogéniques pour 6 secteurs économiques différents et la distribution des émissions biogéniques en fonction de la température. L'inventaire a été implémenté en GIS (Geographical Information System).

En ce qui concerne la météorologie, un nouvel ensemble tridimensionnel de données d'input pour EUROS a été généré à partir des données météorologiques du ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, Reading, UK). Un paramètre atmosphérique important du modèle EUROS est la hauteur de mélange, c'est-à-dire la hauteur de la couche atmosphérique adjacente au sol et où les polluants sont bien mélangés sous l'effet de processus turbulents et convectifs. Plusieurs méthodes ont été explorées pour estimer la hauteur de mélange à partir des données météorologiques. Les résultats ont été comparés d'une part aux données d'observations et d'autre part avec les résultats de simulations réalisées avec un modèle plus détaillé. Sur base de ces résultats, une nouvelle méthode a été proposée pour la détermination de la hauteur de mélange dans les modèles de qualité de l'air.

Développement d'une nouvelle version de EUROS

Le modèle EUROS a été affiné en collaboration étroite avec le RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, Pays-Bas). Une nouvelle version a été mise sur pieds. Elle comprend une hauteur de mélange variable dans l'espace et une représentation multicouches du transport horizontal. Cela permet une représentation beaucoup plus réaliste du transport et de la dispersion des polluants. Le modèle est maintenant muni d'une structure de grille tridimensionnelle, ce qui constitue une première étape vers une représentation entièrement tridimensionnelle des processus de transport et de dispersion. La nouvelle version a été testée en comparant les concentrations en ozone simulées avec les données d'observations.

Développement de l'interface utilisateur

Une interface utilisateur conviviale a été développée. Il s'agit d'une interface de type Windows écrite en VISUAL-C++. Cette interface permet à l'utilisateur de définir un scénario d'émissions, de lancer une simulation depuis son ordinateur personnel, et de visualiser les résultats de sortie. L'utilisateur a la possibilité de modifier les émissions pour

un polluant donné (NO_x ou COVs), pour un secteur donné (trafic, chauffage domestique, raffinerie, solvants, combustion et industrie) et pour un domaine géographique donné. Les facteurs d'émission horaires, journaliers et mensuels peuvent également être modifiés pour chaque secteur. Ces facteurs permettent de tenir compte de l'influence de l'heure de la journée, du jour de la semaine, et du mois de l'année. En ce qui concerne les résultats, l'interface permet une visualisation facile de la répartition géographique d'un polluant sur l'Europe (Figure 2). La visualisation d'indicateurs à long terme comme les AOTs (Accumulated Exposure over a Threshold) est également possible. En outre, l'évolution temporelle des concentrations de polluants en un point géographique peut être également visualisée.

Installation à CELINE

La nouvelle version de EUROS couplée à l'interface utilisateur est maintenant installée à CELINE et pourra être utilisée par les décideurs et les chercheurs pour évaluer l'impact sur l'ozone de différentes stratégies de réduction des émissions. Les données de sortie du modèle permettent d'estimer les indicateurs actuellement utilisés pour évaluer l'impact de l'ozone sur la santé humaine et la végétation. Certains de ces indicateurs sont aussi utilisés dans l'actuelle législation concernant l'ozone troposphérique.

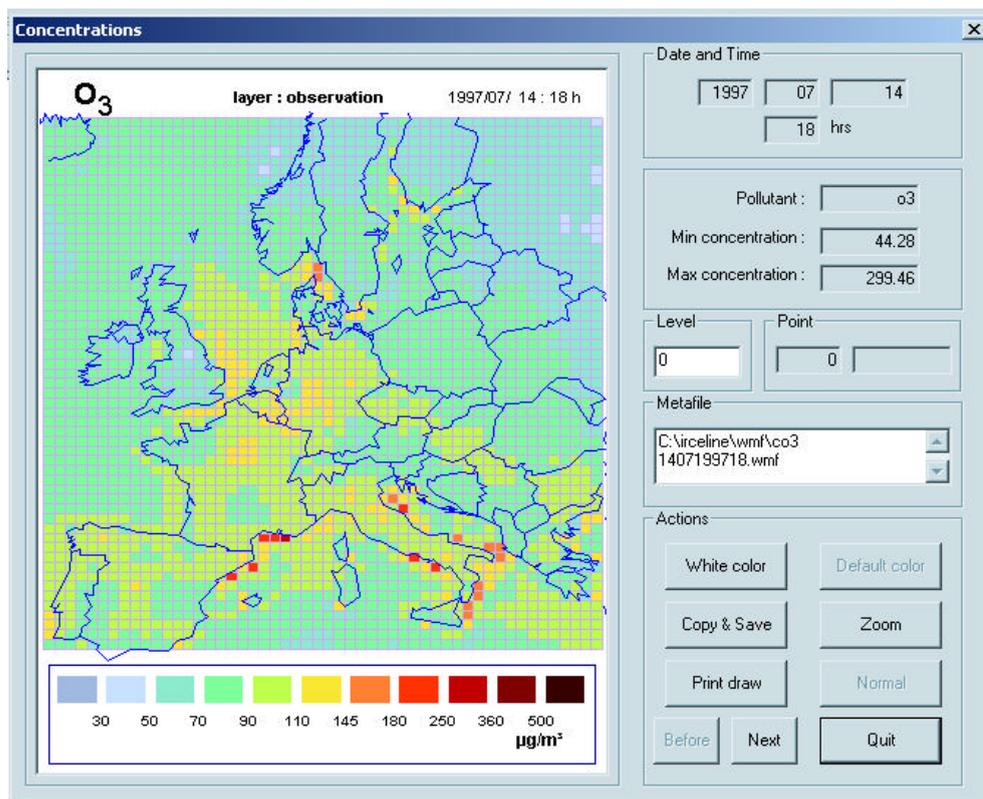


Figure 2: Visualisation des concentrations en ozone sur l'Europe