

Centre
d'enseignement
et de recherche
sur l'environnement
atmosphérique,
laboratoire commun
ENPC/EDF-R&D

CEREA

Modélisation de la dispersion atmosphérique avec la plate-forme Polyphemus et le modèle de Chimie-Transport Polair3D

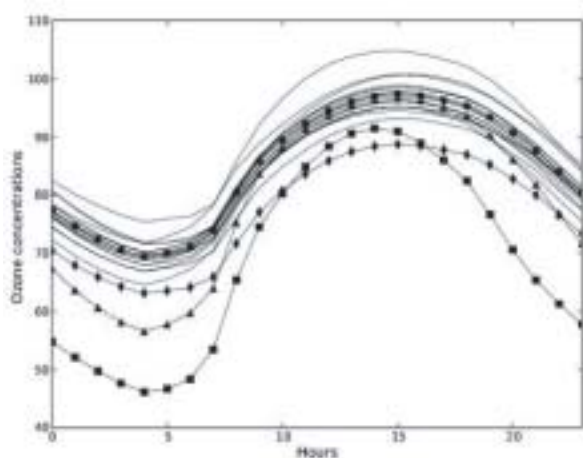
La modélisation de la qualité de l'air est à présent largement utilisée, que ce soit afin de comprendre les mécanismes en jeu ou pour des applications opérationnelles. Le CEREA développe et met en œuvre une plate-forme de modélisation, Polyphemus, qui s'appuie notamment sur le modèle de Chimie-Transport Polair 3D.



▶ Quelques applications

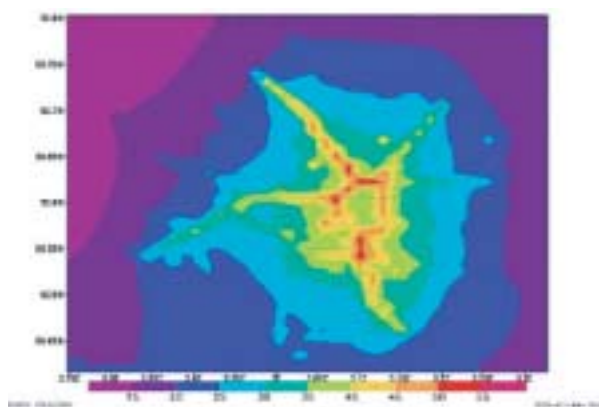
Polyphemus/Polair3D a ainsi été utilisé dans de nombreux projets de recherche ou de recherche appliquée :

- ▶ il permet de modéliser la qualité de l'air au niveau continental (Europe et Asie) ou régional, une application typique étant le calcul de matrices de transfert (l'impact d'une source d'émission sur un milieu récepteur). De telles approches sont utilisées pour la réglementation européenne par exemple.
- ▶ il est en phase d'opérationnalisation pour le Centre Technique de Crise de l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (dispersion de radionucléides). L'objectif est dans ce contexte de pouvoir décrire la dispersion d'espèces radioactives (comme le Césium ou l'Iode) à l'échelle continentale, dans l'éventualité d'un accident survenant dans une installation nucléaire.
- ▶ il est en phase de test pour la plate-forme de prévision de la qualité de l'air, Prév'air, de l'Institut National de l'Environnement Industriels et des Risques. Il délivre ainsi au quotidien, pour le moment à des fins de validation, des prévisions de champs d'espèces chimiques comme l'ozone, les oxydes d'azote et les particules, à l'échelle de l'Europe.



▶ **[figure 1]**
calcul d'ensemble pour l'ozone,
profil moyen d'ozone sur la journée
(moyenne sur tout le domaine européen
et sur quatre mois)

- ▶ il a été utilisé pour des études d'impact, par exemple pour la Centrale Thermique de Marseille Fos-Berre, ou pour diverses configurations du Plan de Déplacement Urbain de Lille. La finalité est alors d'estimer l'impact sur l'environnement atmosphérique d'une source d'émissions ou de tester des scénarios (de réduction d'émissions ou de schémas de transport).

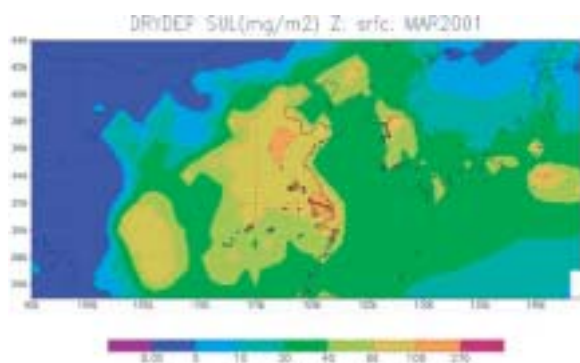


▶ **[figure 2]**
calcul de NO2 sur Lille
(plan de déplacement urbain)

- ▶ il permet la modélisation des métaux lourds (Plomb, Cadmium, Zinc,...) et du Mercure, bientôt de certains POPs (Polluants Organiques Persistants). Ces thématiques sont difficiles mais potentiellement importantes pour l'évaluation de l'impact sanitaire (ces espèces, extrêmement toxiques, ont des concentrations dans l'air qui vont du nanogramme au picogramme par mètre cube...).
- ▶ il s'appuie sur deux modèles au niveau de l'état de l'art pour la description des aérosols (MAM et SIREAM). Les particules (aérosols) sont particulièrement difficiles à modéliser car elles sont pilotées par des processus encore mal connus (comme la conversion gaz/particules). Ceci est crucial que ce soit pour l'impact sanitaire (particules fines submicroniques) ou pour mieux comprendre le rôle des aérosols pour le changement climatique.

CEREA

> il est ou a été utilisé dans de nombreux autres projets dans lesquels le CEREA est impliqué (modélisation de la qualité de l'air sur Berlin, en Pologne – avec EDF Polska -, sur Santiago du Chili ; modélisation inverse de source d'arsenic au Chili ; campagne ETEX ; exercices d'intercomparaison Escompte sur la région de Marseille Fos-Berre et MICS Asia sur l'Asie du Sud-Est).



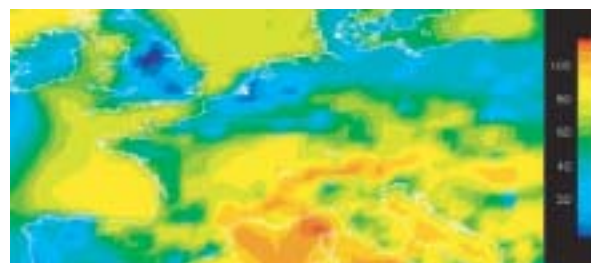
► **[figure 3]**
concentrations de sulfate sur l'Asie
(exercice MICS Asia)

► le modèle de dispersion atmosphérique Polair3D

La dispersion d'espèces traces dans l'atmosphère implique de nombreux processus : advection par le vent, diffusion turbulente, réactions chimiques pour les espèces réactives, effets dynamiques (condensation/évaporation et coagulation) pour des particules (aérosols), transferts de masse multiphasiques (entre les gaz, les particules, les gouttes de pluie et les gouttes de nuage), émissions et dépôt au niveau du sol. L'ensemble de ces processus doit être modélisé puis paramétrisé au sein de ce qui est communément appelé un modèle de Chimie-Transport. Le modèle de Chimie-Transport développé par le CEREA est Polair3D.

► la plate-forme Polyphemus

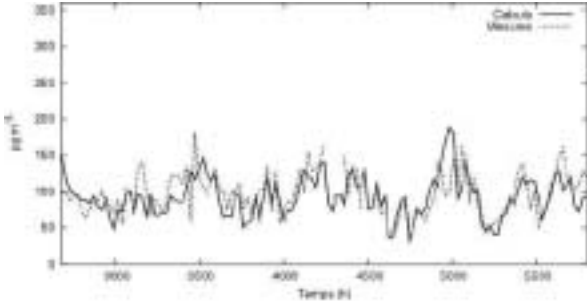
Calculer la dispersion atmosphérique de dizaines d'espèces chimiques nécessite de pouvoir disposer d'un grand nombre de données : bases de données à proprement parler (par exemple, les données d'occupation des sols, les données d'émissions) et champs de forçage météorologiques ensuite (par exemple, le vent, la température, l'humidité etc.).



► **[figure 4]**
champs d'ozone sol calculé
avec Polair3D/Polyphemus

Les données météorologiques sont fournies par des centres de prévision (comme le Centre Européen de Prévision à Moyen Terme ou le NCEP aux Etats-Unis), ou calculées à l'aide de modèles à méso-échelle (comme MMS et RAMS). Polyphemus est interfacé à ces sources de données météorologiques.

La bibliothèque AtmoData permet de traiter l'ensemble de ces données en les interpolant sur les grilles de calcul d'un modèle de Chimie-Transport comme Polair3D, et en calculant les paramétrisations physiques nécessaires. C'est un premier composant de la plate-forme Polyphemus.

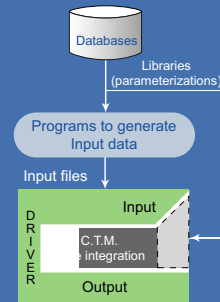


► [figure 5]
comparaison modèle / mesure, station de Fontainebleau

Une seconde fonctionnalité est fournie par le pilotage « haut niveau » des modèles, par exemple pour propager l'incertitude (calculs Monte-Carlo), effectuer des calculs multi-configurations (prévision d'ensemble), coupler modèles numériques et données d'observation d'un réseau de mesures (assimilation de données) ou retrouver des paramètres d'entrée incertains comme les données d'émission (modélisation inverse).

► perspectives

Polyphemus est une plate-forme de grande qualité logicielle à même d'accueillir plusieurs modèles, pour des applications relevant de la recherche ou d'applications finalisées. Les perspectives de développement concernent d'une part l'extension à de nouveaux modèles (modèles de petite échelle ; autres modèles de Chimie-Transport) et de nouvelles problématiques (version hémisphérique de Polair3D), d'autre part la finalisation des fonctionnalités de calcul d'ensemble, de calcul parallèle et d'assimilation de données (actuellement utilisées sur des cas tests).



► [figure 6]
structure de la plate-forme Polyphemus

► le CEREÀ

Centre de recherche commun à l'ENPC et à EDF Recherche et Développement, le CEREÀ a une activité centrée autour de la modélisation de sa dispersion atmosphérique, notamment aux échelles locale, régionale et continentale et de l'étude de la couche limite atmosphérique (modélisation et mesures).

Personnel permanent : 28, dont 11 doctorants.

ENPC - CEREÀ
6-8, avenue Blaise Pascal
Cité Descartes, Champs-sur-Marne
77455 Marne-la-Vallée cedex 2
Tél. : 01 64 15 36 25 / Fax : 01 64 15 37 64
et
EDF-R&D
6, quai Watier, 78401 Chatou

pour en savoir plus
www.enpc.fr/cerea/polyphemus