

Ecole des Mines de Douai
DEPARTEMENT CHIMIE ET ENVIRONNEMENT

Etude n°1

**ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE EN
MODELISATION ATMOSPHERIQUE.**

Partie n°1 : Actions menées auprès des AASQA

André WROBLEWSKI

Décembre 2000

TABLE DES MATIERES

I) INTRODUCTION	4
III) ACTIONS MENEES DIRECTEMENT AUPRES DES ASSOCIATIONS	5
III.1) AIR PAYS DE LOIRE ET ATMO-AUVERGNE.....	5
III.2) AIR BREIZH.....	6
III.4) AIR NORMAND	6
III.5) AIRMARAIX.....	7
III.6) OPAL'AIR	7
IV CONCLUSION	7
V ANNEXES	8
ANNEXE 1 : ORDRE DU JOUR ET COMPTE RENDU DU GT MODÉLISATION 30 ET 31 MARS 2000.....	8
ANNEXE 2 : ORDRE DU JOUR DU GT MODÉLISATION DU 5 OCTOBRE 2000.....	7
ANNEXE 3. PROJET POVA	9
ANNEXE 4 EXPERTISE DE L'ÉTUDE MODÉLISATION RÉALISÉ POUR AIRNORMAND SUR LE HAVRE.	14
ANNEXE 5 : EXPERTISES DES OUTILS DE MODÉLISATION SIRIA TECHNOLOGIES.....	19
ANNEXE 6 : DEMANDES D'INTERVENTION DU LCSQA DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE	29

RESUME de l'étude n°1 du compte rendu d'activités 2000 de l'EMD

Etude suivie par : André WROBLEWSKI

Tél : 03 27 71 26 11

ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE EN MODELISATION

Ce travail mené en commun avec l'INERIS a pour objectif de fournir aux Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air une assistance et un conseil dans la définition et la mise en place de leur projet de modélisation.

Ces actions sont de deux types :

- Recommandations générales,
- Actions spécifiques dirigées vers une ou un groupe d'associations.

Les actions plus générales des membres du LCSQA en terme de soutien au AASQA sont traduites par la participation à la mise en place d'un groupe de travail national sur la modélisation du transport des polluants.

Dans le cadre des actions spécifiques l'EMD a apporté son appui aux associations :

- Air Pays de Loire et Atmo Auvergne dans le cadre de la mise en place de leur projet commun de modélisation par une première évaluation du code SAMAA de la société ACRI,
- Air breizh pour mener une réflexion sur un exercice de modélisation photochimique réalisable en 2001,
- Air des 2 Savoies dans le suivi d'un programme de recherche concernant l'impact du trafic routier dans les vallées alpines,
- Aimaraix dans la définition et le suivi de la mise en place d'un projet de modélisation sur la région PACA,
- Airmormand dans l'expertise d'étude de modélisation,
- Opal'Air dans l'expertise des produits de modélisation de la société Siria Technologies.

Ces actions doivent se poursuivre en 2001, avec d'autres actions spécifiques pour plusieurs associations nous ayant d'ores et déjà fait part de leur intention, ainsi que par la poursuite de la participation au groupe de travail modélisation mis en place début 2000.

I) INTRODUCTION

Dans le cadre des travaux LCSQA l'Ecole des Mines de Douai en partenariat avec l'INERIS propose depuis 1999 une assistance en matière de modélisation des phénomènes atmosphériques aux différentes Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

Les actions du LCSQA en terme de soutien aux AASQA sont de deux types :
Soutien et recommandations générales,
Actions spécifiques dirigées vers une ou un groupe d'associations.

Les actions plus générales des membres du LCSQA en terme de soutien au AASQA par la participation à la mise en place d'un groupe de travail national sur la modélisation du transport des polluants. Le LCSQA anime le secrétariat de ce groupe de travail coprésidé par l'Ademe et le Ministère de l'environnement.

Dans le cadre des actions spécifiques, cette assistance peut notamment consister en quatre actions principales :

Définition de leurs besoins et établissement d'un cahier des charges,
Soutien dans le cadre d'une étude de marché,
Participation à la réalisation du projet au travers de la définition des données d'entrées du modèle (cadastre des émissions, météorologie...),
Appui dans la mise en place du modèle et participation aux premières modélisations.

En 2000, l'EMD a apporté son appui aux associations :

Air Pays de Loire et Atmo Auvergne pour une première évaluation du logiciel SAMAA base de leur projet commun de modélisation,
Air breizh pour mener une réflexion sur un exercice de modélisation photochimique réalisable en 2001,
Air des deux Savoies par l'expertise du projet POVA d'étude de l'impact routier dans les vallées alpines,
Air Normand par l'expertise d'étude de modélisation réalisées sur Le Havre,
Airmaraix par la participation à la mise en place d'un projet de modélisation sur la région PACA,
Opal'Air par l'expertise des code de dispersion de la société Siria Technologies.

II) PARTICIPATION AU GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL MODELISATION

Les travaux initiés en 1999 dans le cadre du groupe de travail modélisation se sont poursuivis en 2000 au cours de deux réunions du groupe de travail.

La première réunion du groupe de travail modélisation (30 et 31 mars 2000) portait sur une série de présentations qui regroupait les expériences des différentes associations dans les domaines de la modélisation diagnostique et prévisionnelle. Ces journées de présentations (voir programme en annexe I) ont permis de dégager un certain nombre de points à traiter en priorité dans la cadre de cette action. La problématique des inventaires d'émissions semble poser le plus de questions urgentes à régler et est de plus la première marche à gravir dans le cadre de la modélisation déterministe.

Par contre le nombre très élevé et la disparité des questions soulevées par la modélisation de la prévision n'ont pas permis de dégager clairement des pistes de travail pour les actions du groupe. En conséquence il a été décidé de geler les activités du groupe de travail dans le domaine de la prévision dans l'attente de l'émergence d'une problématique plus structurée dans ce domaine.

Une deuxième réunion du groupe de travail a eu lieu en 2000 (5 octobre 2000) portant sur la construction des inventaires d'émission (programme en annexe II) .

Ces travaux ont débouché sur la mise en chantier de la rédaction de propositions de travail jugées prioritaires par les associations dans le cadre de la constitution du guide méthodologique sur les inventaires d'émission que vient de démarrer le CITEPA.

De plus un recensement des différents fournisseurs de données à été décidé.

III) ACTIONS MENEES DIRECTEMENT AUPRES DES ASSOCIATIONS

III.1) Air Pays de Loire et Atmo-Auvergne

L'Ecole des Mines de Douai a été contactée par l'association Air Pays de Loire afin de définir un projet de modélisation à échelle urbaine. L'objectif de ce projet est de comprendre les phénomènes de formation d'ozone sur l'agglomération nantaise. Après une participation active à la commission d'appel d'offre, l'EMD a participé à la définition du projet, notamment sur le volet module d'émission.

Le modèle choisi est le logiciel SAMAA de la société ACRI, le module chimique est le code CALGRID.

Dans la première phase du projet, l'EMD a participé à une dizaine de réunions sur 1998-1999 afin de définir l'inventaire d'émission et les différentes fonctionnalités requises pour l'outil de modélisation ; au cours de l'année 2000 l'EMD a participé, d'une part à la définition du module d'émission, d'autre part à une première évaluation du code de calcul. Ce dernier travail fait l'objet d'un rapport particulier (Etude n°1 partie 2) réalisé par le département Energétique Industrielle de l'Ecole des Mines de Douai.

III.2) Air Breizh

Dans le cadre des PRQA, l'association Air Breizh a établi, en collaboration avec la DRIRE Bretagne un inventaire des émissions sur toute la région Bretagne. L'inventaire porte particulièrement sur les rejets de COV d'origine industrielle. Cette enquête de grande envergure a été menée avec la participation des différents interlocuteurs essentiels : CETE de Nantes (trafic automobile), Conseil Local en Energie (sources surfaciques domestiques), INRA (sources biogéniques).

Air breizh a contacté le LCSQA en juin 1999 afin que celui-ci apporte son assistance et son conseil sur la constitution de l'inventaire en cours, et sur la possibilité de son exploitation future pour de la modélisation.

Trois réunions d'information et de définition de projet ont eu lieu depuis afin de finaliser le cahier des charges de cette action.

L'objectif de ce projet de modélisation est de tester, de manière expérimentale, les codes de calcul photochimique du LCSQA sur tout la région Bretagne. L'objectif est de former le réseau aux techniques de modélisation et d'estimer le comportement des modèles sur ce domaine de calcul étendu. De plus les particularités des émissions régionales (fortes émissions biogéniques, et industrielles majoritairement agro-alimentaires) en font un cas d'étude très intéressant.

Ce projet devrait démarrer courant 2001 et se poursuivre sur 2002.

III.3) Air des 2 Savoies

l'association Air des 2 Savoie nous a sollicités pour une première expertise de son projet POVA Pollution des Vallées Alpines.

L'objectif de ce programme d'étude sur 3 ans concerne la qualité de l'air en vallée alpine. Quatre axes prioritaires sont envisagés :

- Dresser un état des lieux comparatif de la pollution liée au trafic véhiculaire en vallées de Chamonix et de la Maurienne avant et après la réouverture du tunnel du Mont Blanc,
- Evaluer les parts respectives des différents types d'émissions (bio géniques et anthropiques) et déterminer leurs variabilités en fonctions des conditions environnementales.
- Développer un outil opérationnel de modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique appliqué au cas des vallées alpines.
- Initier des études d'impact de la pollution dans ces deux vallées, avec l'établissement de cartes d'exposition (de la population, de la végétation) en fonction des études de scénario.

Le document descriptif du projet est fourni en annexe 3, le document d'expertise réalisé est fourni en annexe 3.

III.4) Air Normand

L'association de surveillance de la qualité de l'air sur les régions de Haute et Basse Normandie, AIRNORMAND a confié à la société d'ingénierie ARIA Technologies une étude de modélisation visant à quantifier les responsabilités

des différentes sources industrielles dans l'apparition de pointes de pollution au SO₂ sur la ville du Havre.

Dans le cadre de sa mission d'assistance en modélisation auprès des AASQA, le LCSQA, a été sollicité afin de rendre un avis technique sur l'étude . Le document d'expertise réalisé est disponible en annexe 4.

III.5) Airmaraix

Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air en région PACA, l'association Airmaraix, en collaboration avec Airfobep et Qualitair 06 souhaite s'équiper d'un système de modélisation de la qualité de l'air. Dans l'objectif de définir le projet en bénéficiant des expériences nationales et internationales en cours l'association a sollicité le LCSQA pour contribuer à formaliser le cahier des charges du projet et pour assurer un suivi de la mise en place de la plateforme de calcul.

Les premières expertises et consultations ont lieu en novembre 2000 et devraient se poursuivre sur 2001.

III.6) Opal'Air

L'association de surveillance de la qualité de l'air du Dunkerquois et de la Cote d'Opale souhaitait avoir une expertise des produits de la société Siria Technologies dans le cadre d'une application sur la ville de St Omer. A cette fin l'association a sollicité le LCSQA pour une première évaluation des codes de calculs de la société Siria Technologies.

Le document d'expertise réalisé est disponible en annexe 5.

IV CONCLUSION

L'année écoulée a confirmé la part grandissante prise par l'emploi de l'outil de modélisation dans l'activité des Associations de Surveillance de la Qualité de l'Air.

Les besoins exprimés par les AASQA sont de différents niveaux :

- Accompagnement de projet,
- Expertise de résultats,
- Définition et participation active à la mise en place d'outils de modélisation.

Les associations sont parfaitement conscientes de l'intérêt de la modélisation, mais elles ont aussi parfaitement intégrées la diversité des approches possibles et le manque de recul qu'elles peuvent avoir par rapport aux résultats. De plus les Associations semblent aujourd'hui parfaitement conscientes de l'apport que le LCSQA peut leur fournir dans le démarrage de ce type d'activité et les différentes sollicitations enregistrées cette année en sont le parfait exemple.

V ANNEXES

Annexe 1 : Ordre du jour et compte rendu du GT modélisation 30 et 31 mars 2000

Ordre du jour Réunion du 30 mars 2000 MATE, SALLE 5234.

Présentations :

Airfobep : Prévision des pics de pollution par l'ozone dans la région des Bouches du Rhône : Anne Léopold.

Arequa : Prévision des pics d'ozone : Fabrice Caini.

Universite d'Orsay : Etat des lieux des techniques statistiques de prevision. Les cas de Marseille-Nantes-Paris : Prof Oppenheim

LMD : Modèle déterministe de prévision : R Vautard.

Météo France : Présentation des Modèles météorologiques Arpège/Aladin et Méso-NH : C. Lac

Discussion :

Liste des thèmes pouvant être abordés au cours de la discussion :

- Description des outils appropriés,
- Protocole d'obtention des données (émissions, météorologie),
- Polluants pris en compte,
- Difficultés de mise en œuvre ,
- Coût de l'opération,
- Charge en personnel,
- Niveau de maintenance nécessaire,
- Fichiers d'apprentissage,
- Type et qualité des résultats obtenus,

GROUPE DE TRAVAIL MODELISATION DANS LES AASQA

JOURNEE DU 30 MARS 2000 SUR LES MODELES DE PREVISION

NOTE : Les transparents des présentations faites au cours de cette journée sont directement visibles sur le site ATMONET. Ce compte-rendu et ceux établis lors de réunions ultérieures seront également accessibles par ce site.

Exposés proposés (cf. copie des transparents)

La matinée a été consacrée à la présentation de différentes expériences de mise en œuvre de modèles pronostiques pour la prévision de la qualité de l'air :

Expériences d'AIRFOPBEP (A. Léopold)

- Une première étude avait été confiée au bureau d'étude américain SAI pour le développement d'un modèle, basé sur la méthode CART, de prévision la veille pour le lendemain des concentrations maximales d'ozone. Les résultats sont apparus assez peu convaincants.
Coût pour l'AASQA : 250 kF
- Des développements en interne, basés sur l'expérience du réseau, ont permis de mettre au point un outil simple semi-empirique de prévision de dépassement du seuil 180 en ozone du matin (10h) pour le jour même. Le modèle n'utilise que des données mesurées par l'Association, ce qui lui confère l'autonomie pour faire ses prévisions. Les résultats obtenus sont au contraire assez satisfaisants.
Coût pour l'AASQA : 50 kF
- La même méthodologie fait l'objet d'études actuelles pour l'adapter à la prévision de la veille (17h) pour le lendemain (avec réactualisation à 8h le lendemain). D'autres développements visent à automatiser la prévision et à l'étendre à la région.
Coût prévu pour l'AASQA : 130 kF

Expériences d'AIRMARAIX, Air Pays de Loire et AIRPARIF (G. Oppenheim)

- Le but des outils développés par le Laboratoire de statistique de l'Université d'Orsay pour Marseille, Nantes et Paris est la prévision, station par station, d'une valeur la veille pour le lendemain. Les polluants visés sont l'ozone et le dioxyde d'azote. Plusieurs méthodes statistiques ont été utilisées dans la mise au point de ces produits : modèle linéaire, modèle additif, modèle CART...
Coût pour l'AASQA : 250 kF et 3 mois ingénieur/an (pour fonctionnement en routine)
- Les développements en cours concernent le développement d'un outil similaire pour la prévision des poussières (Marseille et Paris) et de l'indice ATMO (Marseille et Nantes).

- Les questions émergeant de cette expérience concernent essentiellement la quantification des incertitudes sur les mesures et sur les prévisions météo (notamment au niveau de la direction du vent), mais aussi les problèmes de gestion informatique des données.
- Il a été souligné que la qualité des prévisions dépendait plus de la qualité des données d'entrée que la nature des modèles statistiques choisis. Ainsi il semble peu intéressant d'effectuer des comparaisons d'approches statistiques. Il ressort également que ces outils sont relativement portables d'un site à un autre aux caractéristiques voisines sans engendrer de réelles difficultés une fois les variables clé identifiées.

Modèle semi-déterministe CHIMERE (R. Vautard)

- Le but de l'outil CHIMERE est la prévision des maxima d'ozone à J+3. Il est basé sur une modélisation simplifiée pour assurer de faibles temps de calcul et tourne avec un forçage direct du modèle par des prévisions météorologiques (issues des modèles du centre européen ou de Météo France). Il utilise des rétrotrajectoires des masses d'air produites par un modèle statistique linéaire à 3 prédicteurs (quantité de NO_x, quantité de COV et nébulosité) afin d'en déduire la quantité d'ozone de fond.
- CHIMERE est installé à AIRPARIF et en cours d'installation à l'ASPA. ORAMIP s'est également montré intéressé par ce modèle.
Coût pour l'AASQA : 300 kF (pour le calage sur la région)
- Ce travail a mis en évidence l'importance de la qualité des données d'entrée. Les développements actuels portent sur l'amélioration du modèle, notamment sur la sensibilité des émissions biogéniques à la température, les dépôts (auxquels le modèle est très sensible) ou les évaporations de COV anthropiques. D'autres développements portent sur l'imbrication de l'outil régional CHIMERE dans un CHIMERE continental pour mieux estimer les conditions aux limites.

Expérience d'AREQUA (F. Caini)

- Un modèle développé par le laboratoire LEPTAB de l'Université de La Rochelle est présenté, basé sur une approche neuro-floue et n'utilisant que 2 paramètres d'entrée (T_{max} prévue et O₃ de la veille). Il s'agit de réaliser des prévisions d'ozone à J et à J+1. Les résultats sont assez probants, bien que le modèle soit assez difficile à caler étant donnée la faible pollution de la région.
Coût pour l'AASQA : 100 kF
- L'Association prévoit d'étendre l'utilisation de cet outil à d'autres chefs lieux du département.

Expérience d'AIRLOR (J. Ragot)

- Des recherches sont menées par le CRAN (Centre de Recherche en Automatisation de Nancy) en collaboration avec les réseaux AIRLOR et AERFOM pour la mise en place d'un outil de type flou explicatif décrivant l'évolution de l'ozone sur la région lorraine afin de réaliser des prévisions la veille pour le lendemain.
- Une maquette tourne actuellement au sein du réseau AIRLOR.
- Un autre travail mené par le CRAN porte sur la détection automatique des anomalies de fonctionnement (dérives, mauvais fonctionnement...) en regardant la cohérence spatiale et temporelle des mesures. Les résultats présentés semblent très prometteurs.

Prévisions météorologiques de Météo France (C. Lac)

- Présentation des modèles opérationnels de prévision météorologiques de Météo France : ARPEGE (toutes les 6 heures, avec une résolution de 19 km) et ALADIN (toutes les 3 heures, avec une résolution de 10 km).
- Présentation du modèle déterministe régional de recherche MESO-NH, qui peut être couplé avec les modèles Météo France pour des études diagnostiques.

DISCUSSIONS

- ⇒ Les expériences de chacun ont permis de mettre l'accent sur certaines difficultés purement techniques, inhérentes au développement et à l'exploitation des modèles de prévision :
 - Les problèmes d'accessibilité aux données météorologiques,
 - La " standardisation " d'un format des données de pollution en entrée des modèles,
 - Les méthodes de validation des outils et leur uniformisation,
 - La question de l'évolution future des modèles actuellement mis en place dans les AASQA.
- ⇒ Sur le problème de la validation des outils, un certain nombre de discussions ont été engagées, certains participants ayant fait part de leurs interrogations sur des thèmes tels que : la dualité non détection/fausses alertes (quels sont les paramètres représentatifs ?), le calage de l'outil statistique, la mesure de l'erreur de sortie...
- ⇒ Une grande partie de la discussion a cependant été consacrée aux besoins des associations sur le thème de la prévision : plusieurs participants ont insisté sur la nécessité de définir une structure capable de capitaliser et de diffuser le savoir-faire des AASQA et de leurs partenaires universitaires en matière de prévision. Ainsi l'idée d'un " Pôle national de compétences statistiques pour la Qualité de l'Air " a été longuement débattue.
 - Les arguments avancés en faveur de la création de ce pôle était la possibilité :
 - de donner accès aux AASQA à un logiciel packagé leur permettant de réaliser leurs prévisions (la question du portage de ce produit sur des sites différents reste cependant à éclaircir),
 - d'assurer le suivi et l'évolution du logiciel au sein des AASQA sans que celles-ci aient à recruter de statisticien.
 - La place du LCSQA par rapport à ce besoin a également été discutée. En particulier, il a été souligné à cet effet qu'un travail de retour d'expérience et d'assistance aux AASQA en modélisation pronostique devait être réalisé par le LCSQA, dès l'année 2000. Une étude bibliographique sera également réalisée sur le sujet.

- ⇒ Une autre question évoquée au cours de cette journée était la prévision de l'indice ATMO. La plupart des AASQA basent actuellement leur prévision ATMO uniquement sur l'expertise humaine. Or cela est-il suffisant pour rester crédible auprès du public ? La prévision numérique de l'indice ATMO apporterait une information supplémentaire au prévisionniste pour l'aider à en prévoir l'évolution. M. Lavrilleux a re-précisé qu'Air Pays de Loire et AIRMARAIX travaillaient actuellement au développement d'un outil statistique de prévision de l'indice ATMO (en collaboration avec M. Oppenheim et Météo-France). Il est encore trop tôt pour tirer des conclusions de cette action, mais d'après eux la prévision directe de l'indice donnerait de meilleurs résultats qu'en passant par celle des concentrations des polluants (à partir desquelles les sous-indices seraient déterminés).
- ⇒ Cela a ouvert les débats sur la nature même de la prévision sur laquelle les associations devaient s'engager. Ainsi faut-il parler de probabilité de dépassement de seuil plutôt que de dépassement de seuil ? Vaut-il mieux alors s'en tenir à la diffusion d'un intervalle de valeurs (pondéré par l'incertitude) plutôt qu'à une valeur précise ? Les discussions n'ont pas permis de trancher sur ces questions.
- ⇒ En fin de journée un tour de table a été effectué afin que chacune des AASQA participantes explique ce qu'elle pouvait attendre de ce groupe de travail :
- *Air Pays de Loire* : nécessité de mettre en place un pôle statistique au niveau national, facilitant le transfert technologique auprès de tous. Opte pour la suspension du groupe de travail ;
 - *Arequa* : les logiciels statistiques seront-ils toujours la solution à l'avenir pour faire la prévision dans les AASQA ?
 - *Airnormand* : besoin d'un investissement sérieux au niveau statistique. Opte pour la suspension du groupe de travail ;
 - *Airaq* : besoin de retour d'informations et de mise en ligne des expériences au sein des réseaux ;
 - *Atmo Auvergne* : quelle peut-être l'influence d'une topographie complexe ? Quelle serait la possibilité d'utiliser leur modèle déterministe pour prévoir l'O₃, le NO₂ et les poussières ? intéressés par la prévision l'indice ATMO ;
 - *Airmaraix* : besoin d'un pôle statistique ; de plus les statistiques peuvent être appliquées à d'autres préoccupations des réseaux que la prévision. Opte pour la suspension du groupe de travail
 - *Airfobep* : question de déterminer ce que l'on veut prévoir (pointe de pollution, dépassement de seuil, concentration de polluants...). Problème de choix et de priorités ;
 - *Arsqa* : utiliser l'expérience d'autres AASQA ;
 - *Arema LR* ; comment peut-on passer de données ponctuelles à des présentations surfaciques (problème d'interpolation) ; besoin de disposer d'outils de prévision pour communiquer ;
 - *Atmo Picardie* : besoin d'une structure nationale ; recherche de compétences et de moyens humains au service des réseaux ;
 - *Lig'Air* : utiliser l'expérience des autres AASQA ; recherche de soutien et de conseil
 - *Aspa* : résoudre des problèmes techniques : études de cas, accessibilité des données, méthodes de travail.

- ⇒ Le besoin de formation a également été mentionné. Le LCSQA pourrait alors assurer cette fonction auprès de s AASQA.
- ⇒ Un questionnaire, rédigé par le MATE sur les outils de prévision dont disposent les associations sera soumis, avant diffusion, à MM. Bobbia, Caini, Lavrilleux et Robin. Il permettra notamment d'orienter le LCSQA pour la rédaction de son rapport sur le retour d'expérience.

La majorité des participants a souhaité disposer des résultats partiels des travaux du LCSQA en cours (notamment l'enquête sur les outils de prévision) avant de mieux définir les objectifs du groupe de travail.

En conclusion, il a donc été décidé de suspendre le groupe de travail jusqu'à une prochaine discussion qui pourrait avoir lieu au cours des prochaines journées inter-réseaux des 10-11-12 octobre 2000.

PRESENTS AU GROUPE DE TRAVAIL PREVISION
du 30 mars 2000

Nom	AASQA	téléphone	Adresse e-mail
BOBBIA Michel	AIR NORMAND	02 35 07 94 30	michel.bobbia@airnormand.asso.fr
CAÏNI Fabrice	AREQUA		fabrice.caïni@arequa.asso.fr
DUCROZ François	AIR Pays-de-le-Loire		ducroz@airpl.org
FAYET Sylvain	ASPA	03 88 19 27 74	sfayet@atmo-alsace.net
GREGOIRE Patrice	AIRAQ	05 56 24 35 30	patrice.gregoire@libertysurf.fr
LAVRILLEUX Luc	AIR Pays-de-la-Loire	02 51 85 80 80	lavrilleux@airpl.org
LETINOIS Laurent	ARSQA Champagne Ardennes	03 26 77 36 25	arsqa@wanadoo.fr
MERCIER Patrick	ATMO Auvergne	04 73 34 76 34	atmoauvergne@wanadoo.fr
PAILLET Yannick	ATMO PICARDIE	03 22 33 66 16	mail@asqap.com
PETRIQUE Olivier	AIRAQ		olivier.petrique@libertysurf.fr
ROBIN Dominique	AIRMARAIX		d-robin@airmaraix.com
SAISON Jean-Yves	AREMA Lille Métropole	03 20 15 84 15	jy.saison@airdesbeffrois.org
YAHYAOUI Abderrazak	LIG' AIR		yahyaoui@ligair.fr
BENOIT Ariane	Etudiante à EMD, en stage à AREMARTOIS	03 21 63 69 01	ariane-benoit@yahoo.fr
BLOND Nadège	Lab. de Métrologie Dynamique (CNRS)		blond@lmd.polytechnique.fr
LAC Christine	CRNM (Météo-France)		christine.lac@meteo.fr
OPPENHEIM Georges	Laboratoire. De statistiques(Univ. d'ORSAY)	01 69 15 77 95	georgesoppenheim@math.u-psud.fr
ORIGNAC Philippe	DPPR (MATE)	01 42 19 14 31	philippe.orignac@environnement.gouv.fr
PEUCH Vincent-Henri	CRNM (Météo-France)		Vincent-henri.peuch@meteo.fr
POISSON Nathalie	ADEME	01 47 65 20 42	nathalie.poisson@ademe.fr
RAGOT José	CRAN (CNRS)		jragot@ensem-u-nancy.fr
ROUÏL Laurence	INERIS	03 44 55 61 13	laurence.rouil@ineris.fr
SAHLI Amel	INERIS	03 44 55 62 18	amel.sahli@ineris.fr
VAUTARD Robert	Lab. de Météorologie Dynamique (CNRS)		vautard@lmd.polytechnique.fr
WROBLEWSKI André	EMD	03 27 71 26 11	wroblewski@ensm-douai.fr

**Ordre du jour provisoire:
Réunion du 31 mars 2000
MATE, SALLE 423.**

Présentation :

Air Pays de Loire et Atmo Auvergne : Système de modélisation de la dispersion atmosphérique. A Rebours et P Mercier.

Airparif : Le projet Sympar : F Mietlicki.

Aspa : la "plateforme de modélisation" mise en place à l'ASPA : S Fayet.

Air Languedoc Roussillon : Etat de la qualité de l'air en Languedoc Roussillon : expérience à l'aide d'un logiciel de type multi-boîte (Polytox) : C Cabero.

Météo France : Présentation des Modèles couplés chimie/atmosphère Mocage et Méso-NH-Chimie : VH Peuch.

Discussion :

Liste des thèmes pouvant être abordés au cours de la discussion :

- Description des outils appropriés,
- Domaine de l'étude (résolution spatiale et temporelle)
- Protocole d'obtention des données (émissions, météorologie),
- Polluants pris en compte,
- Difficultés de mise en œuvre ,
- Coût de l'opération,
- Charge en personnel,
- Niveau de maintenance nécessaire,
- Type et qualité des résultats obtenus,
- Facteur émission et spéciation utilisés,
- Conditions initiales et conditions aux limites.

GROUPE DE TRAVAIL MODELISATION DANS LES AASQA

JOURNEE DU 31 MARS 2000 SUR LES MODELES DIAGNOSTIQUES

NOTE : Les transparents des présentations faites au cours de cette journée sont directement visibles sur le site ATMONET. Ce compte-rendu et ceux établis lors de réunions ultérieures seront également accessibles par ce site.

Exposés proposés (cf. copie des transparents)

La matinée a été consacrée à la présentation de différentes expériences de mise en œuvre de modèles déterministes pour l'analyse de scénario pour la qualité de l'air :

1) **Expérience de Météo-France avec MOCAGE (V.H. PEUCH)**

Le modèle MOCAGE actuellement en développement au CNRM se base sur plusieurs échelles imbriquées, depuis le globe jusqu'à la France, et pourra être utilisé aussi bien pour des études climatiques que pour faire des prévisions de la qualité de l'air. Il décrit la couche limite, la troposphère libre et la stratosphère et peut être utilisé avec plusieurs schémas photochimiques (EMEP, SAPRC99, MELCHIOR, MOCA). Les données d'émission IGAC/GEIA alimentent cet outil. Des développements sont en cours pour intégrer les aérosols et faire de l'assimilation de données (couplage avec la campagne de mesure MOZART).

L'objectif de Météo France serait à terme (échéance été 2001) de pouvoir mettre des fichiers de forçage chimique à la disposition des AASQA sur un site web pour leurs modèles de plus petite échelle.

Le logiciel régional MESO-NH CHIMIE, développé au Lab. D'aérodologie de Toulouse, utilise des données issues de la base GEMENIS. Il peut être couplé avec le modèle MOCAGE pour des études au niveau de la région.

Il a été précisé qu'un accord entre Météo France et le professeur Friedrich de l'université de Stuttgart était en cours d'élaboration. Il permettra l'implantation d'ici fin 2000 à Toulouse de la base de calcul d'émissions à l'échelle européenne.

2) **Expériences d'ATMO AUVERGNE et d'AIR PAYS DE LOIRE avec les logiciels de la société ACRI (P. Mercier et A. Rebours)**

Les logiciels utilisés sur cette plate-forme ont été développés aux Etats Unis. Il s'agit de CALMET pour la météorologie, CALPUFF pour le transport passif et CALGRID pour la chimie. Des modules spécifiques ont été adaptés pour répondre aux caractéristiques spécifiques de chaque AASQA : le relief à Clermont-Ferrand et les émissions industrielles à Nantes.

Coût pour l'AASQA : 1,5 MF et ½ ingénieur/an

Les premiers essais de simulation ont été réalisés courant février avec des résultats assez corrects, pour un épisode de janvier et pour un scénario sans trafic dans la zone centrale. Des développements sont prévus pour améliorer le logiciel :

- utilisation de CALPUFF pour représenter la granulométrie des aérosols,
- amélioration des données d'émissions trafic et industrielles ; peut être faudra t il augmenter le nombre de brins considérés dans le modèle,

La présentation attractive de ces résultats a vivement intéressé l'ensemble des participants. Un important effort de présentation et d'ergonomie de l'interface utilisateur a en effet été fourni par la société ACRI de manière à faciliter la prise en main de l'outil et son exploitation par les ingénieurs d'études des réseaux. Ainsi un SIG (Mapinfo) est couplé aux outils de calcul, ce qui permet de présenter les résultats de manière claire et conviviale.

3) **Expérience d'AIRPARIF et de l'ASPA avec les logiciels de la société Aria technologies (F. Mietlicki et S. Fayet)**

Les outils utilisés sont MINERVE/HERMES pour la météorologie (initialement développés par EDF) couplés avec les modèles chimiques : UAM V (SAI) et AIRQUAL (EDF/IFP/LISA) à AIRPARIF et CAMX pour l'ASPA (avec également AIRQUAL).

Coût pour les AASQA : 3 MF et 3 personnes

L'élaboration d'un cadastre des émissions a constitué une phase importante du travail de mise en place de la plate-forme de modélisation à AIRPARIF. Ils ont pour projet d'optimiser le module de calcul des émissions par le trafic pour en réduire le temps de calcul (étape actuellement la plus longue du processus). Des améliorations sont encore prévues, par exemple pour :

- évaluer la contribution des GSP (Grandes Sources Ponctuelles) au niveau de leur fonctionnement (paramètres thermodynamiques) et des clefs de répartition temporelle,
- représenter les émissions biogéniques (répartition spatiale) et les émissions diffuses pour le chauffage (actualiser les données 94 du CITEPA) et pour le trafic hors brins représentés dans le modèle ;
- mieux représenter la contribution par les aéroports ;
- une demande a été formulée auprès de l'Université de Stuttgart afin d'adapter les profils de spéciation des COV pris en compte au modèle MOCA.

L'ASPA de son coté a réalisé un travail important au niveau de son cadastre d'émissions. Dans ce cadre l'accès aux données a été identifié comme un facteur limitant au bon déroulement de cette opération : délais prohibitifs dans la collecte de données, prix élevés, réticences de la part de certains acteurs (industriels). Il est également précisé qu'un travail de fond sur les facteurs d'émission et la validation des données primaires reste à faire. De nombreuses interrogations demeurent sur les valeurs qu'il convient d'utiliser au niveau national.

Le modèle tourne actuellement à AIRPARIF de manière opérationnelle, en particulier pour les épisodes d'hiver de pollution aux NOx et de tests de scénario de circulation alternée.

4) **Expérience d'Air Languedoc Roussillon avec le logiciel de la société Systems Consult (C. Cabero)**

Les objectifs de cette association étaient différents : il s'agissait de disposer d'un outil qui l'aiderait à estimer la pollution dans les zones non équipées pour la surveillance mais exposées au trafic routier, principale source de pollution sur la région.

L'outil POLYDROM/POLYTOX, est un modèle multiboite calculant la dispersion passive des polluants sur des domaines réduits (20x20km²). Il utilise les données

météo issues d'une étude statistique ayant permis de déterminer les situations typiques. Facilement utilisable, il est également peu coûteux en temps de calcul.

Coût pour l'AASQA : <100 kF

Les résultats obtenus à ce jour sont corrects pour les NOx, mais demeurent incertains pour le CO et les poussières (PM10). Des développements futurs de couplage avec un modèle de chimie sont envisagés.

DISCUSSIONS

Les discussions ayant eu lieu au fur et à mesure de la présentation des exposés, cette deuxième partie de la journée a été consacrée à la formalisation des attentes des réseaux participants, par rapport à ce groupe de travail. Les idées émises sont les suivantes :

- *Air Languedoc Roussillon* : réflexion sur une stratégie d'accès aux données, et notamment celles issues du trafic (relations difficiles avec les CETE) ;
- *Air Pays de Loire* : mise en place d'un exercice de comparaison entre modèles (notamment ceux des sociétés Aria et Acri), recherche de solutions pour une meilleure maîtrise des coûts (négocier des données ou utiliser des bases de données gratuites en libre-service), facilitation du transfert technologique ;
- *Air des 2 Savoies* : problème de la collecte de données ; difficultés techniques liées à la prise en compte de l'orographie locale (montagnes) ;
- *Arequa* : cadastre d'émissions, évaluation des éventuelles erreurs liées à la simplicité/complexité du cadastre par rapport au besoin ;
- *Airnormand* : pas de commentaires ;
- *Airraq* : sensibilité de l'inventaire des émissions, interrogation sur le degré de précision qu'il faudrait atteindre pour avoir un cadastre exploitable par les modèles ; veille technologique de l'expérience des AASQA ;
- *Atmo Auvergne* : priorités sur l'inventaire des émissions et la question de la validation de modèles ;
- *Airfobep* : manque de recul sur les différentes possibilités techniques ; apport d'ESCOMPTE ;
- *Qualitair06* : comparaison de modèles ; données d'émissions et données météo ; validation ;
- *Airmaraix* : la campagne ESCOMPTE devrait aussi apporter des réponses ; mise à jour et pérennisation d'un inventaire ;
- *Arsqa* : collecte de données, évaluation des différents modèles ;
- *Atmo Picardie* : mise en place de collaborations avec des réseaux déjà engagés dans des projets de modélisation (notamment avec Airparif), protocole d'obtention des données ;
- *Aspa* : sondages nationaux pour améliorer les inventaires d'émissions ; stratégies d'accès aux données et achats groupés de données onéreuses ; centralisation des inventaires existants ; mise à disposition des inventaires existants, recommandations sur les facteurs d'émission ;
- *Airparif* : mêmes requêtes que l'Aspa ; besoins spécifiques sur les émissions : besoin de transparence sur les données d'émissions du CITEPA ; profils de modulation temporelle ; contribution des aéroports ; définition de protocoles de

validation ; problème de l'extension des domaines de calcul (conditions aux limites) ;

Philippe Orignac précise que des démarches sont actuellement engagées par le MATE auprès du Ministère de l'Équipement afin de faciliter la fourniture de matrices de trafic pour la modélisation. Des initiatives similaires sont en cours auprès du Ministère de l'Industrie pour l'accès aux données relatives aux émissions industrielles. Des résultats devraient aboutir au début de l'été.

Prochaine réunion du GT :

Suite aux requêtes exposées au cours de cette journée, les sujets abordés lors du prochain groupe de travail seraient relatifs au problème de l'inventaire des émissions :

- ⇒ une demi-journée serait consacrée aux techniques de réalisation d'un inventaire des émissions : elle s'articulerait autour d'un échange d'informations et d'expériences relatives à l'acquisition des données et à l'élaboration d'une stratégie commune d'accès aux données (quels organismes contacter ? quelles démarches effectuer ? quelles sont les principales difficultés rencontrées ? envisager des achats groupés ? etc...) ;
- ⇒ la deuxième partie de la journée serait consacrée à un thème plus spécifique : profils de répartition temporelle, ou émissions des aéroports.

Il serait hautement profitable si les participants menaient en interne une réflexion préalable au GT sur thèmes choisis, de manière à ce qu'il soit réellement un lieu d'échange et non de diffusion " unilatérale " d'informations. La présence de spécialistes universitaires français ou étrangers est également vivement souhaitée.

La date de la prochaine réunion, initialement prévue le 22 mai 2000, nous semble quelque peu prématurée pour la mise en place d'un groupe de travail réellement productif. En effet nous souhaiterions inviter des intervenants extérieurs et le ministère souhaiterait faire part d'éléments qui ne seront pas en sa possession à cette date. Nous suggérons donc de différer la date de cette journée pour septembre.

PRESENTS AU GROUPE DE TRAVAIL DIAGNOSTIQUE
du 31 mars 2000

Nom	AASQA	téléphone	Adresse e-mail
BEAUGARIS Charles	OPAL' AIR	03 28 23 81 73	c.beaugard@airdesbeffrois.org
BOBBIA Michel	AIR NORMAND	02 35 07 94 30	michel.bobbia@airnormand.asso.fr
CABERO Corinne	AIR Languedoc- Roussillon	04 67 15 96 68	ccabero@air-lr.asso.fr
CAÏNI Fabrice	AREQUA		fabrice.caïni@arequa.asso.fr
CHAPUIS Didier	L' AIR DES 2 SAVOIE		chapolis@air2savoie.org
COTTEREAU Christophe	QUALITAIR		qualitair.cegos@wanadoo.fr
FAYET Sylvain	ASPA	03 88 19 27 74	sfayet@atmo-alsace.net
GREGOIRE Patrice	AIRAQ	05 56 24 35 30	patrice.gregoire@libertysurf.fr
LEOPOLD Anne	AIRFOBEP	04 42 13 01 20	anne.leopold@airfobep.org
LETINOIS Laurent	ARSQA Champagne Ardennes	03 26 77 36 25	arsqa@wanadoo.fr
MERCIER Patrick	ATMO Auvergne	04 73 34 76 34	atmoauvergne@wanadoo.fr
MIETLICKI Fanny	AIRPARIF		fmietlicki@airparif.asso.fr
PAILLET Yannick	ATMO PICARDIE	03 22 33 66 16	mail@asqap.com
REBOURS Arnaud	AIR Pays-de-la-Loire	02 51 85 80 82	rebours@airpl.org
ROBIN Dominique	AIRMARAIX		d-robin@airmaraix.com
BLOND Nadège	Lab. de Métrologie Dynamique (CNRS)		blond@lmd.polytechnique.fr
LAC Christine	CRNM (Météo-France)		christine.lac@meteo.fr
ORIGNAC Philippe	DPPR (MATE)	01 42 19 14 31	philippe.orignac@environnement.gouv.fr
PEUCH Vincent-Henri	CRNM (Météo-France)		Vincent-henri.peuch@meteo.fr
POISSON Nathalie	ADEME	01 47 65 20 42	nathalie.poisson@ademe.fr
ROUÏL Laurence	INERIS	03 44 55 61 13	laurence.rouil@ineris.fr
WROBLEWSKI André	EMD	03 27 71 26 11	wroblewski@ensm-douai.fr

Annexe 2 : Ordre du jour du GT modélisation du 5 octobre 2000



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Affaire suivie par : André Wroblewski

Objet : Programme du GT modélisation du 5 octobre 2000

Madame, Monsieur,

Nous vous proposons de nous réunir à nouveau le

jeudi 5 octobre 2000, de 9h30 à 17h30

pour la nouvelle séance du GT modélisation.

Celle-ci sera dédiée au traitement des inventaires d'émission pour la modélisation déterministe.

Cette réunion se tiendra dans les locaux d'AIRPARIF :

**AIRPARIF
10, rue Crillon
75004 PARIS.**

Salle du rez-de -chaussée.

Ci-joint vous trouverez le programme de cette journée.

**Pour le LCSQA
André Wroblewski**

Programme du 05/10/2000 GT modélisation

AIRPARIF

10, rue Crillon
75004 PARIS.

Salle du rez-de –chaussée.

9H30-10h00 - M. FONTELLE (pour le CITEPA):

Nature des données fournies par le CITEPA, établissement des inventaires d'émissions

10H00-10h30 – Questions, débat.

10H30-11h00 - M. PONCHE (LPCA) :

Etablissement pratique d'un cadastre d'émissions

11H00-11h30 – Questions, débat.

11H30-12h00 - M. MOUSSAFIR (pour ARIA Technologies):

Comment pallier le problème des données manquantes dans la modélisation des émissions.

12H00-12h30 – Questions, débat.

12h30-14h00 Déjeuner libre

14H00-14h30 - M. BOUSCAREN (pour le CITEPA) :

Point sur le projet MEHARI (clefs de répartition temporelle des émissions)

14H30-15h00 – Questions, débat.

15H00-15h30 - M. MANGIN (pour ACRI) :

Application des SIG dans le traitement des inventaires d'émission.

15H30-16h00 – Questions, débat.

16H00-17h30 – Bilan de la journée et perspectives.

Annexe 3. Projet POVA

Douai, le 9 juin 2000



projet Pova

Affaire suivie par : André Wroblewski
Tél : 03.27.98.26.57
Mel : wroblewski@ensm-douai.fr

N/Ref : EMD-CE/LCSQA/AW-n°11

Introduction

Dans le cadre des activités du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), le département Chimie et Environnement de l'Ecole des Mines de Douai apporte, en collaboration avec l'INERIS, un soutien scientifique aux Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) dans la définition et la réalisation de projet de modélisation de la pollution atmosphérique.

Dans ce contexte, l'association Air des 2 Savoie nous a sollicité pour une première expertise de son projet POVA Pollution des Vallées Alpines.

L'objectif de ce programme d'étude sur 3 ans concerne la qualité de l'air en vallée alpine. Quatre axes prioritaires sont envisagés :

- Dresser un état des lieux comparatif de la pollution liée au trafic véhiculaire en vallées de Chamonix et de la Maurienne avant et après la réouverture du tunnel du Mont Blanc,
- Evaluer les parts respectives des différents types d'émissions (bio géniques et anthropiques) et déterminer leurs variabilités en fonctions des conditions environnementales.
- Développer un outil opérationnel de modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique appliqué au cas des vallées alpines.
- Initier des études d'impact de la pollution dans ces deux vallées, avec l'établissement de cartes d'exposition (de la population, de la végétation) en fonction des études de scénario.

Ce programme comprend deux phases :

Une phase initiale 2000-2001 devant permettre d'évaluer l'impact du tunnel sous le Mont-Blanc (avant sa réouverture),

Une phase 2001-2003 de développement des codes de chimie hétérogène.

Ce programme essentiellement à objectif scientifique se propose de transférer en final une application de modélisation pouvant être opérationnelle au sein de l'association Air des 2 Savoie.

Ce programme devrait permettre également d'évaluer l'impact du tunnel sous le Mont-Blanc sur la qualité de l'air dans la vallée.

1. Equipes participantes au projet :

Le projet est construit autour d'une dizaine d'équipes universitaires. Il compte un certain nombre de laboratoires ayant acquis une reconnaissance nationale et internationale.

L'ensemble des différents volets du programme s'appuie sur une équipe clairement identifiée.

2. Système d'Information Géographique (SIG) :

La prise en compte et la constitution d'une base de données géographiques regroupant l'ensemble des informations du projet semblent indispensables et parfaitement intégrées dans les préoccupations des promoteurs du projet POVA. Il convient cependant de souligner que ce maillon du projet devrait, à notre avis, être le premier élément constitué.

3. inventaire :

Dans le cadre du projet, deux inventaires complémentaires sont prévus, l'inventaire des sources biogéniques et l'inventaire des sources anthropiques. Dans le cadre du recensement des sources biogéniques l'approche semble satisfaisante ; Cependant le traitement des sources anthropogéniques paraît relativement mal défini dans le projet actuel.

Il convient de rappeler que l'inventaire des émissions est une étape très importante du processus de modélisation. La maîtrise de l'ensemble des données récoltées durant cette étape est fondamentale pour permettre d'évaluer la précision de la modélisation effectuée. La description détaillée des sources d'émission est longue et laborieuse et demande, l'application d'une méthodologie précise et un investissement humain très important. La prise en considération de ces éléments ne semble pas suffisante dans le projet. Nous avons toutefois bien noté que la constitution de cet inventaire va s'appuyer fortement sur des résultats de programmes interrégionaux dans lesquels l'association Air des 2 Savoie est impliquée. On peut donc imaginer que ces programmes ont intégré cette dimension de la problématique.

D'un point de vu plus technique, la gestion de mailles étroites (100x100m²) en fond de vallée, afin de prendre en compte les émetteurs localisés au creux de la vallée paraît irréaliste si le maillage est fixe (nombre de mailles beaucoup trop important pour tout le domaine) et relativement délicat à mettre en œuvre si le maillage est variable (en effet la conjonction du changement de maille et du brusque changement d'altitude peuvent introduire des perturbations majeures

dans la stabilité des codes numériques utilisés). La prise en compte du trafic routier, source majeure des fonds de vallées, devrait être traitée de manière linéique.

4. Campagne de mesure :

Dans le cadre du projet Pova, il est prévu la mise en place de plusieurs campagnes de mesure d'une semaine dans les deux vallées en été et en hiver. L'ensemble de ces campagnes doit être réalisé avant et après l'ouverture du tunnel sous le Mont Blanc. L'exploitation de cette situation singulière est l'intérêt central de cette campagne de mesure, cela constituera en effet une initiative unique de tentative de quantification de l'impact d'un tel ouvrage sur la qualité de l'air. Il convient de noter également les moyens relativement lourds qui sont pressentis pour cette manipulation

(campagnes de mesure aérienne notamment). Les équipes chargées de cette partie possède une bonne expérience du terrain et semblent parfaitement aptes à maîtriser ce type de manipulation.

5. Modélisations :

5.1. Modélisation dynamique de l'atmosphère

La partie dynamique de la modélisation s'appuie sur des codes de transport déjà élaborés et faisant l'objet d'un certain nombre de référence dans le domaine scientifique. Deux codes de calcul seront couplés : un modèle hydrostatique (MAR) pour les calculs grandes échelles, et un modèle non hydrostatique (SUBMESO) adapté pour la prise en compte des caractéristiques spécifiques des vallées. L'imbrication des deux codes de calcul, même si elle semble d'un grand intérêt pour la gestion des conditions aux limites n'est pas très développée dans le projet.

La particularité du programme porte sur le traitement spécifique de l'écoulement sur des surfaces neigeuses. Un des objectifs scientifiques du programme est le développement du traitement particulier du manteau neigeux dans le cadre d'un modèle de dynamique de l'atmosphère.

5.2. Modélisation chimique de l'atmosphère

Dans le cadre du programme POVA il est prévu le développement d'un code photochimique incluant des phases gazeuses et particulaires. Le LACE (Laboratoire d'Application de la Chimie de l'Environnement Université de Lyon I) doit le développer sur la base de son code MODAC. Les travaux dans ce domaine sont déjà en cours dans le cadre d'autres projets nationaux et internationaux. Il convient de noter que le développement d'un module de

chimie hétérogène est le deuxième objectif scientifique du programme en matière de modélisation.

6. Transfert de technologie

Le projet final devrait être transféré sous forme d'une plate-forme de modélisation à la disposition du réseau Air des deux Savoie. Le projet ne précise pas si le système sera implanté au sein de l'association avec une utilisation par le personnel du réseau ou si l'équipe universitaire s'engage à fournir des résultats après sollicitation du réseau.

7. Conclusions

Le programme POVA est très ambitieux dans la définition de ces objectifs, et d'un réel intérêt pour la communauté scientifique car peu de travaux sont référencés sur le sujet de la modélisation de la qualité de l'air en zone montagneuse.

Les deux aspects indispensables d'une étude sérieuse de modélisation sont présents et développés dans l'étude : le développement du code, et les campagnes de validation.

Un des points forts du projet est l'exploitation judicieuse de la fermeture du tunnel sous le Mont-blanc afin de définir un état le plus précis possible de l'impact d'une telle infrastructure routière sur une vallée alpine.

Les outils de modélisation qui servent de base à l'étude sont des codes éprouvés sur lesquels de nombreuses études ont été publiées. Le programme de travail s'appuie sur la constitution d'une base de données géographique, qui devrait être le cœur du programme. Cette centralisation des données autour d'un même outil informatique devrait faciliter le transfert vers l'association Air des 2 Savoie.

Le programme scientifique POVA est bien construit, et devrait permettre d'avancer dans des sujets relativement neufs. Les nombreuses collaborations envisagées ou déjà en cours sont une des qualités de ce projet. Cependant nous devons insister sur différents points appelant à notre avis certaines adaptations :

- Le projet n'affiche aucune collaboration ou confrontation à d'autres expériences en cours ou à venir (Travaux Ascoparg-EPFL, Escompte...). Il nous semble cependant que des échanges avec ces autres projets seraient riches d'enseignements,

- La partie inventaire des émissions, et plus précisément la mise en place de la méthodologie ne nous apparaît pas très clairement appréhendée par l'équipe du programme. De nombreuses zones d'ombre persistent dans la définition de cet inventaire. Il est cependant à noter qu'il est envisagé la récupération des données provenant d'un programme interrégional actuellement en cours.

- D'un point de vue plus global, ce projet fortement scientifique et de taille conséquente (plusieurs millions de francs) mériterait d'être évalué et validé dans ces choix par un conseil scientifique qui permettrait de poursuivre le suivi du projet par un comité de pilotage tel qu'il est prévu aujourd'hui.

Annexe 4 Expertise de l'étude modélisation réalisé pour AirNormand sur Le Havre.

à l'attention de
Mme. Véronique DELMAS
AIRNORMAND
21, avenue de la porte des Champs
76 000 ROUEN

**NOTE DU LCSQA (EMD+INERIS) SUR L'ANALYSE D'UNE ETUDE
MODELISATION
RELATIVE AUX PICS DE POLLUTION PAR LE SO₂ SUR LE HAVRE**

N/Ref :

Contexte et objectifs

L'association de surveillance de la qualité de l'air sur les régions de Haute et Basse Normandie, AIRNORMAND a confié à la société d'ingénierie ARIA Technologies une étude de modélisation visant à quantifier les responsabilités des différentes sources industrielles dans l'apparition de pointes de pollution au SO₂ sur la ville du Havre. Dans le cadre de sa mission d'assistance en modélisation auprès des AASQA, le LCSQA, a été sollicité afin de rendre un avis technique sur l'étude .

Les documents examinés par le LCSQA pour mener cette analyse sont les suivants:

- *Document 1* : Etude des impacts respectifs sur la qualité de l'air des 3 principaux émetteurs de dioxyde de soufre de la zone du Havre, *Analyse des pointes de pollution du Havre*, rapport Aria 99/033, avril 1999.
- *Document 2* : Etude des impacts respectifs sur la qualité de l'air des 3 principaux émetteurs de dioxyde de soufre de la zone du Havre, *Validation du modèle de dispersion*, rapport Aria 99/055, juillet 1999.
- *Document 3* : Etude des impacts respectifs sur la qualité de l'air des 3 principaux émetteurs de dioxyde de soufre de la zone du Havre, *Calcul des contributions des émetteurs de SO₂ atmosphérique de Havre*, rapport Aria /2000.036, mai 2000.

Dans la présente note, nous rappelons les éléments relatifs à la démarche scientifique adoptée dans le cadre de l'étude, puis nous consignons les remarques découlant leur analyse.

Analyse de l'étude réalisée

Le but du projet est d'étudier la contribution relative des principaux émetteurs de SO₂ lors de l'enregistrement de pointes de pollution sur la région du Havre. Cet objectif a logiquement conditionné la stratégie adoptée par le bureau d'étude, mais aussi le type de présentation des résultats (limitée à une information sur des dépassements de valeurs limites), et l'interprétation qui en a été faite. Notre analyse porte sur ces différents aspects.

Analyse de la stratégie adoptée

Plusieurs phases ont permis de mener à bien ce projet :

- La recherche des situations météorologiques susceptibles d'engendrer une pointe de pollution. Il s'agit de définir un nombre limité de situations typiques dont la modélisation présente un intérêt,
- L'inventaire des émissions industrielles prises en compte,
- La réalisation d'une phase de calage dont le but est de fixer les paramètres du modèle.
- La réalisation des simulations proprement dites et l'interprétation des résultats obtenus.

Recherche des situations météorologiques caractéristiques

Cette phase fait l'objet du rapport référencé " document 1 " en introduction. Le but est de déterminer un nombre fini de familles de situations météorologiques présentant un intérêt évident dans la formation d'épisodes de pollution. Ces derniers ont été répertoriés en trois classes au cours desquelles au moins un capteur de SO₂ dépasse :

- 300 mg/m³ en moyenne horaire,
- 125 mg/m³ en moyenne journalière,
- 500 mg/m³ en moyenne horaire durant trois heures consécutives.

Ainsi une analyse statistique de chaque type d'épisode pour les années 1996 et 1997 a dans un premier temps permis d'établir un classement des capteurs de mesures de SO₂ du réseau les plus exposés (au sens où l'on y enregistre le plus d'épisodes de pollution). Sur un ensemble de 23 points de mesure, 8 ont été identifiés comme étant le siège, de manière récurrente, de pointes de pollution. Dans un deuxième temps l'analyse des données météorologiques associées aux épisodes de pollution recensés a permis d'établir des roses de pollution pour les différents critères, et ainsi de déterminer des vitesses et directions de vent privilégiées.

La confrontation des deux sources d'information a finalement abouti à l'élaboration d'une classification en cinq catégories caractérisées par 3 paramètres : la vitesse et le direction de vent, et les stations de mesures concernées (choisies parmi les huit pour lesquelles a été recensé le plus grand nombre de pointes.

Remarques du LCSQA :

- 1) Les données météorologiques étudiées sont issues de la station TDFC qui possède 2 niveaux de mesure pour le vent, et 3 niveaux pour la température. Quatre stations de mesure (TDFC, SETH, CFR, EDF) sont en fait disponibles. Il est bien précisé qu'EDF a été volontairement écarté, mais qu'en est-il des deux autres ? Le choix de TDFC est-il simplement justifié par le fait que cette station possède plusieurs niveaux de mesure ?
- 2) Il est indiqué que la stabilité atmosphérique n'a pas été prise en compte pour établir la classification, faute de données de température acceptables. Bien que ce paramètre soit déterminant dans l'apparition et la persistance d'épisodes de pollution, il ne nous semble pas compromettant de l'avoir omis dans la définition des familles,
- 3) Il est question des épisodes impliquant plus de cinq capteurs. Dans ce cas les capteurs TDFC, MONG, BLEM, ALPA et PRES sont souvent concernés. Il aurait peut-être été intéressant de définir, si possible une famille de situations

météorologiques correspondant au dépassement de seuil simultané sur ces 5 capteurs.

- 4) Il est précisé dans les documents 2 et 3 que l'analyse globale de la rose des vents de la station locale du Cap de la Hève révèle des effets de brises de mer et de terre. Il est dommage, que ces derniers n'est pas été clairement mis en évidence dans la définition des situations météorologiques à simuler.

Inventaire des émissions

L'ensemble des sources industrielles impactant l'agglomération havraise a été pris en compte. Une description assez précise des 3 émetteurs principaux (EDF, ELF et TOTALFINA) a été requise. Un tableau donné dans les documents 2 et 3 consigne l'ensemble des informations recensées sur les émissions (positionnement géographique, caractéristiques géométriques, débit, vitesse et température d'éjection).

Remarques du LCSQA :

Les informations fournies dans cette partie sont assez peu développées et peu claires. Ainsi on ne comprend pas bien l'information contenue dans la figure 30 du document 2 ("émissions mensuelles des installations"). A ce titre, il est intéressant de noter la différence des rejets de TOTALFINA entre 1996 et 1997. Comment s'explique-t-elle ? Il ne semble pas que dans le choix des épisodes simulés (pour le calage et pour l'étude proprement dite) cet aspect ait été pris en compte.

Calculs réalisés

Généralités

Le code d'interpolation MINERVE a été utilisé pour le calcul des champs météorologiques. Le transport passif des polluants est modélisé de façon tridimensionnelle par le code HERMES. Différentes informations sur la nature des modèles implantés dans les codes sont fournies : ordre de résolution, calcul de la turbulence, calcul de la surhauteur.

Le domaine de calcul est une zone de 22 km*19 km maillée au pas de 300m. La grille verticale comprend 20 niveaux répartis géométriquement sur 1000m.

Les données météorologiques proviennent de 4 sources :

- Les 3 stations du réseau (mesures horaires),
- La station locale de Météo France du Cap de la Hève (mesure tri-horaire),
- Profils verticaux calculés par le modèle ARPEGE (3 profils toutes les 6 heures),
- Profils verticaux calculés par le modèle européen ECMWF (pour 1996)

La stabilité atmosphérique est estimée à partir des gradients verticaux de température, donnés par la station TDFC (3 niveaux) et les verticales ARPEGE (10 niveaux).

Remarques du LCSQA :

- 1) Bien que plusieurs remarques générales soient données sur les options de modélisation possibles, aucune information n'est fournie sur celles qui ont effectivement été choisies pour réaliser les calculs (Hermès 1^{er} ou 2^{ème} ordre, calcul de turbulence O'Brien ou Louis).
- 2) De même, l'articulation entre les différents types de données météorologiques disponibles est assez floue. On ne comprend pas comment le raccordement entre les différentes sources de données a été effectué en entrée de Minerve.
- 3) Enfin le calcul de stabilité atmosphérique n'est pas clair. Comment cette grandeur a-t-elle finalement été répartie sur le domaine de calcul ? De plus l'analyse des informations météorologiques lors de la phase de sélection des épisodes de

pollution a mis en évidence certains doutes sur la fiabilité des données de TDFC. Comment cet aspect a-t-il été pris en compte dans la conduite des simulations ?

- 4) Le traitement de la situation de la brise de mer n'est pas précisé dans le rapport.

Phase de calage

Dans un deuxième temps les cinq familles de situations (météo + capteurs) initialement définies ont été regroupées en quatre familles. Pour chacune d'elle, des épisodes de pollution représentatifs ont été choisis en 1996 et 1997, afin de caler le modèle. Les résultats de ce calage sont présentés dans le document 2.

Pour évaluer l'erreur entre concentration mesurée et concentration calculée, on prend en compte la valeur modélisée qui se rapproche le plus de la valeur mesurée dans un voisinage de 9 points du maillage autour du point de mesure, et dans un intervalle temporel d'une heure. Les comparaisons ne sont réalisées que pour les concentrations dépassant le seuil de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et pour les capteurs répertoriés dans la famille.

Remarques du LCSQA :

- 1) Les résultats du calage fournis sur les critères rappelés ci-dessus montrent des performances très correctes du modèle. En effet, l'objectif de moins de 75% d'erreurs supérieures à 25% est bien atteint sur 4 épisodes sur 5.
- 2) Cependant, un épisode pose quelques questions notamment pour des valeurs largement sous-évaluées pour deux capteurs ne faisant pas partie de la famille (GONF et ROGE). Il est dommage de ne pas avoir plus d'éléments sur ce point. En particulier il semble que la verticale ARPEGE prise dans le site soit assez proche de ces capteurs. Les données météorologiques calculées à ce niveau ont-elles été prises en comptes dans les calculs ? Et ne peuvent-elles pas expliquer ces effets très localisés ?
- 3) Ainsi pour chaque épisode, il est peut-être regrettable de ne pas avoir d'informations calculs/mesures sur l'ensemble des capteurs pour lesquels un dépassement de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été enregistré.
- 4) Le critère de comparaison en temps n'est pas suffisamment explicite : comparaison à chaque pas de calcul autour de la valeur mesurée ou tous les quarts d'heure, toutes les heures...
- 5) Quels sont les éléments scientifiques qui poussent au choix d'un critère de coupure à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$?

Calculs de simulation

Afin de déterminer les contributions de chaque émetteur industriel lors de l'apparition de pointes de pollution, pour chaque famille de situations, un échantillon de 10 épisodes de 24 heures de 1997 a été calculé.

Des représentations des comparaisons mesure/calcul sont fournies pour chaque épisodes sur les capteurs " caractéristiques " de la famille. Les critères de qualité sont similaires à ceux définis lors du calage.

La part relative de chacun des émetteurs dans les concentrations modélisées est enfin donnée.

Remarques du LCSQA :

- 1) La première remarque que l'on puisse faire est de noter la qualité des résultats obtenus sur l'ensemble des simulations (pour des valeurs supérieures à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les capteurs associés aux familles de situations et suivant les critères retenus). Cela résulte du soin apporté à la phase de calage.
- 2) De manière générale la présentation des informations techniques n'est pas très claire. Ainsi pour les familles d'épisodes 3 4 et 5 le tableau consignait les dépassements réglementaires pour les capteurs sous le vent (tableaux 10, 16,

- 22) est assez confus. En particulier que représente concrètement (i.e. au niveau des choix effectués pour les simulations) le code couleur adopté ?
- 3) Pour la famille 2, les résultats sont globalement bons, mais présente des incohérences pour deux capteurs, OCTE et BLEM. L'explication avancée pour le capteur OCTE impliquant les contributions de Notre Dame de Gravenchon est plausible, mais très peu claires.
 - 4) Toujours sur la famille 2, l'épisode 1 de 12h à 16h semble très mal simulé, existe-t-il une explication cohérente à ce phénomène ?
 - 5) Pour la famille 3, il n'est pas clairement expliqué pourquoi l'épisode 6 a été négligé alors que la valeur de $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassée.
 - 6) Dans la famille 4 nous notons la très faible contribution d'EDF, alors que ses émissions sont clairement très importantes et que les vents, venant du sud-ouest sont favorables à la dispersion du panache vers les terres. Il est dommage que pour cette famille, très propice à mesurer la contribution représentée par EDF, seulement la moitié des épisodes tests soient choisis lorsque l'installation fonctionne. La contribution de la source EDF ne nous semble pas complètement prise en compte par les exercices de simulation réalisés, un complément sur des épisodes de fonctionnement réelle de la source nous semble indispensable pour une bonne compréhension globale de la situation Havraise.
 - 7) Dans l'optique des travaux futurs, il est important de souligner la très forte dépendance des résultats au positionnement des capteurs et aux conditions météorologiques. Il s'agit bien sûr d'un effet logique, mais cela peut avoir une influence importante sur les mesures de réduction d'émissions à mettre en œuvre. Les conclusions doivent ainsi être nuancées. Ce phénomène est particulièrement flagrant sur les résultats suivants :
 - Famille 1 : importance de la part relative d'ELF pour les épisodes 1, 4 et 7
 - Famille 2 : part prépondérante d'ELF sur la moyenne associée au capteur NEIG
 - Famille 3 : part prépondérante d'ELF sur la moyenne associée au capteur HARF et contribution importante d'EDF pour l'épisode 5,
 - Famille 4 : équilibre des contributions d'ELF et TOTALFINA, en moyenne sur le capteur GONF
 - 8) une évaluation des contributions des sources industrielles hors domaine nous semble nécessaire.

Annexe 5 : Expertises des outils de modélisation Siria Technologies



Affaire suivie par André Wroblewski
Tél : 03 27 71 26 11

à l'attention de
M. Charles POINSOT
Directeur d'OPAL'AIR
Rue du Pont de Pierre
BP 199
59820 GRAVELINES

**NOTE DU LCSQA SUR L'OFFRE LOGICIELLE DE LA SOCIÉTÉ SIRIA
TECHNOLOGIES DANS LE DOMAINE DE LA MODÉLISATION
DE LA QUALITE DE L'AIR.**

Dans le cadre de l'assistance que le LCSQA apporte aux associations de surveillance de la qualité de l'air, l'association Opal'Air nous a sollicités pour une première évaluation des code de dispersion de la société Siria Technologies. Ce rapport a pour vocation d'apporter de premières informations sur le contenu technique et scientifique de l'offre logicielle de cette société. Cette première étape ne peut cependant en aucun cas remplacer une analyse approfondie du code de calcul qui demande un test sur site.

Après un premier contact avec la société Siria Technologies, nous avons échangé directement avec les concepteurs du code Drag&Fly Air de chez Siria Technologies. Une étude bibliographique complémentaire nous a permis de rédiger ce rapport de première évaluation de logiciel Drag&Fly Air de chez Siria Technologies.

Présentation générale

Le modèle Drag&Fly Air est un logiciel de simulation qui permet de répondre à des études d'impact d'émissions de polluants dans l'air d'origine industrielle, domestique ou du trafic routier.

La création de ce logiciel, issu du modèle SUBMESO, lui même issu du code ARPS, a été motivée par les besoins d'un outil permettant de répondre à des problématiques à l'échelle urbaine.

La particularité du modèle SUBMESO est de coupler fortement les processus dynamiques micro-physiques et chimiques. Ce couplage est motivé par la volonté de répondre à des problèmes de distribution spatiale de la qualité de l'air à l'échelle d'une ville et de ses quartiers.

Les grandes caractéristiques du code peuvent se résumer en trois points :

- Dynamique : ARPS 3.0 (CAPS, University of Oklahoma, 1992),
- Micro-physique : modèles de Kessler et Berry-Reinhardt,
- Chimie : modèle MoCA de Aumont (1994).

Le code effectue une simulation incluant :

- l'ensemble des émetteurs (sources ponctuelles, surfaciques et linéiques) anthropogéniques et biogéniques.
- les conditions météorologiques (vents, temps, pression, inversion de température).

Le code de calcul permet l'obtention de courbes de retombées de polluants sur une zone, pouvant être une agglomération sur des pas de temps pouvant être faible.

Les sources prises en compte sont ponctuelles, linéaires, surfaciques et volumiques, les polluants traités sont gazeux et particulaires, légers et lourds.

Généralités sur le transport eulérien :

L'équation de transport d'un polluant dans l'atmosphère est construite en considérant sa conservation dans l'atmosphère. En admettant que les écoulements atmosphériques sont incompressibles et en négligeant la diffusivité moléculaire devant la diffusivité turbulente, l'équation moyenne de transport-diffusion d'une espèce dans l'atmosphère s'écrit en moyenne de Reynolds :

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U_j \frac{\partial C}{\partial x_j} = - \frac{\partial \overline{u'_i c'}}{\partial x_i} + S \quad (1)$$

C est la concentration moyenne de polluant, U_j la vitesse moyenne de l'écoulement, $u'_i c'$ est le flux turbulent de polluant dans la direction x_i et S est le terme source/puits de polluant.

L'équation (1) régit la dispersion de polluant dans l'air en incluant le terme source/-puits qui permet de prendre en compte les aspects physico-chimiques. Le terme S est la résultante de plusieurs phénomènes physiques et s'écrit :

$$S = S_{\text{Part.}} + S_{\text{DptSec}} + S_{\text{DptHumide}} + S_{\text{Chimie}} + S_{\text{Emission}} \quad (2)$$

$S_{\text{Part.}}$ est le terme source/puits de flux par saltation, S_{DptSec} est le terme source/-puits issu du sol (dépôt sec et remise en suspension dans l'air), $S_{\text{DptHumide}}$ est le terme source/puits issu du lessivage par l'eau de pluie et de l'évaporation des gouttes d'eau dans l'air, S_{Chimie} est le terme source/puits dû aux transformations chimiques et photochimiques, S_{Emission} est un terme général d'émission qui exprime l'ensemble des émissions provenant des sources du domaine.

Pour prédire le champ d'écoulement du vent, les équations de Navier-Stokes, de conservation de la masse et de l'énergie sont nécessaires :

- une équation pour la pression (compressible aux échelles micro et urbaine, anélastique aux échelles urbaine et méso),
- une équation de transport pour la thermique et
- 6 équations de transport pour la microphysique (vapeur d'eau, gouttelettes d'eau dans les nuages, neige et grêle) .

Le système de modélisation de Siria Technologies résout l'ensemble de ces équations.

En effet le code SUBMESO résout Navier-Stokes en formulation compressible. La fermeture des équations de la turbulence s'effectue en un point.

La paramétrisation de l'atmosphère urbaine est modélisée au travers d'un modèle de sol urbain qui détermine les variables thermiques et dynamiques de l'écoulement dans les basses couches à partir des caractéristiques topologiques des zones bâties étudiées ainsi que par l'exploitation des différents types de sols rencontrés.

Le transport passif des espèces est traité par une équation de conservation d'un scalaire dans l'écoulement défini précédemment.

Le transport d'une espèce photochimique doit faire appel à un module de calcul photochimique qui décrit en chaque point du domaine de calcul l'évolution d'un réacteur chimique élémentaire soumis à un système d'équation chimique plus ou moins complexe

Le code de Siria Technologies s'appuie sur Le mecanisme chimique **MoCA** (Aumont *et al.*, 1997).

MoCA est un modèle photochimique en phase gazeuse décrivant la chimie de l'ozone, des NOx, et des composés hydrocarbonés. Ce modèle, avec 83 espèces et 191 réactions, correspond à un mécanisme réduit bien adapté à des conditions variées de qualité de l'air (allant de conditions en sites urbains à celles en sites ruraux). Pour des raisons de commodité d'interprétation, l'identité des hydrocarbures primaires est conservée.

Caractéristiques du code Siria technologies

Type de modèle

Eulérien.

Echelles d'application

Submésos, urbaine et micro (échelle d'une rue)

Les dimensions du champ urbain prises en compte vont de la ville au quartier (50

km à 1 km) , ou du quartier à la rue (10 km à 10 m).

Résolution spatiale et temporelle

Grille cartésienne déformée par le relief. La taille des mailles est dépendante de la taille du domaine choisi. L'échelle temporelle dépend théoriquement de la taille de maille minimum, du nombre de mailles, du champ de vent (vitesse) . En pratique la capacité calcul disponible peut également conditionner le pas temporel utilisé.

Schémas numérique

Discrétisation par différences finies. Schémas d'ordres 1 et 2.

Schéma QSSA pour les équations de la chimie.

Modélisation de la micro-physique

La micro-physique est simulée suivant deux paramétrisations :

- La paramétrisation dite de la pluie de type Kessler (paramétrisation intervenant sur la température, la vapeur d'eau, les gouttelettes d'eau dans les nuages et l'eau de pluie).
- La paramétrisation dite de la glace de Tao et Simpson (pour la vapeur d'eau, l'eau de pluie, la glace, la neige et la grêle).

Modélisation de la turbulence

Les différents types de modélisation qu'il est possible de choisir dans Drag&Fly Air sont :

- La méthode de simulation des grandes échelles à 0 ou 1 équation.
- La méthode statistique à 1, 2 ou 3 équations avec prise en compte des couplages

entre la dynamique, la thermique et la vapeur d'eau.

La méthode statistique et le modèle de turbulence k- ϵ standard sont utilisés pour les applications classiques. Cependant, le modèle k- ϵ - θ^2 explicité dans la thèse de Bruno Abart [1] prend mieux en compte les couplages dynamique-thermique.

Plusieurs modèles de turbulence peuvent donc être utilisés pour la fermeture du flux turbulent. Le modèle linéaire en accord avec le gradient de l'espèce considérée est suffisant pour la plupart des applications, pour les applications où la thermique est très importante (stratification très stable ou instable), le modèle non linéaire doit être utilisé. Tous les coefficients introduits dans ce modèle sont explicités dans la thèse de Bruno Abart [1], qui, au cours de ces travaux à l'Ecole Centrale de Nantes, a réalisé des tests de validation du modèle.

Modélisations de la chimie locale ou la photochimie à très grande échelle urbaine (mésos)

Le code de Siria Technologies s'appuie sur le mécanisme chimique **MoCA** (Aumont *et al.*, 1997).

MoCA est un modèle photochimique en phase gazeuse décrivant la chimie de l'ozone, des NOx, et des composés hydrocarbonés. Ce modèle, avec 83 espèces et 191 réactions, correspond à un mécanisme réduit bien adapté à des conditions variées de qualité de l'air (allant de conditions en sites urbains à celles en sites ruraux). Pour des raisons de commodité d'interprétation, l'identité des hydrocarbures primaires est conservée.

Paramètres d'entrée

Un pré-processeur météorologique capable d'intégrer les sondages verticaux est utilisé (processeur similaire à celui du code SUBMESO).

La topographie est fournie par la base de données topographiques BD Topo de l'IGN, avec lequel la société SIRIA Technologies a signé un partenariat. C'est la base de données nationale la plus complète et la plus précise.

La mise au format est effectuée par un module Drag&Fly Map.

Modèles d'occupation des sols

Description des sources : Débit de polluants en kg/s, débit de fumées en $m^3 \cdot s^{-1}$, température de la fumée et pour les particules : le type (pesante ou non pesante), les diamètres, la masse volumique.

Météorologie : extraction possible d'un modèle d'échelle régionale.

Résultats

- Champs de vent et de turbulence.
- Champs d'humidité et de précipitation.
- Champs de concentration des polluants.

Les post-traitements sont multiples : sorties traditionnelles (isolignes, surface iso, concentration en 3D, ...) ou réalité virtuelle (déplacement dans le site 3D). La qualité et la variété des post-traitements constituent un atout important de cet outil de modélisation.

Validation

Le modèle Siria Technologies basé essentiellement sur SUBMESO a été validé à partir d'expériences de références (en général hors du contexte urbain sub-meso) ou sur des situations théoriques.

De plus la plupart des sous-modèles ont été validés avant leur inclusion dans SUBMESO. Les validations d'ensemble représentent le travail des années actuelles (1998 ...) et les résultats doivent être exploités. De plus il n'existe pas d'expériences de référence, et pas suffisamment d'applications concrètes du code à l'échelle urbaine sub-meso pour pouvoir affirmer que le code est parfaitement validé.

La campagne Escompte (sous-projet URBCAP) devrait fournir une telle base de données.

Il serait souhaitable que la société Siria Technologies utilise cette opportunité pour évaluer son code de calcul.

Points à développer

Le code tel qu'il nous a été présenté possédait un certain nombre de lacunes que nous pouvons relever à ce niveau du document, il convient cependant de bien noter que ce code est en constant développement et que certains points en chantier au moment de la rédaction de ce rapport peuvent être aujourd'hui opérationnels.

Modélisation des émissions non traitée, cadastre des émissions (linéiques, surfaciques et ponctuelles) à traiter en dehors de l'outil Drag&Fly Air.

Chimie de nuit absente.

Pas de modèle de rayonnement, ni de modèle de dépôt sec.

Canopée urbaine modélisée, non simulée explicitement

Disponibilité

Ce logiciel est commercialisé par la société Siria Technologies.
Le code est programmé en Fortran, tourne sous environnement Windows et machines UNIX et le niveau d'utilisation va d'ingénieur à expert en mode normal.
Le coût d'acquisition d'une licence est d'environ 300 KF. Pour une utilisation en ligne par Internet, un nombre illimité de simulations effectuées sur le centre de calcul revient à 100 KF pour la mise en place du modèle sur un site donné, plus 25 KF par an, plus 0,25 F par habitant et par an.

Contact

- E-mail : t.debuigne@siriatech.com
- Site internet : <http://www.siriatech.com>

Conclusion

Cette première évaluation de l'offre logicielle Siria Technologies nous a permis d'appréhender le code Drag&Fly Air qui est le code de calcul pour la qualité de l'air de la société Siria Technologies. Ce code relativement récent et encore en développement est issu du modèle SUBMESO, lui même issu du code ARPS.

La particularité est de coupler fortement les processus dynamiques micro-physiques et chimiques. Ce couplage est motivé par la volonté de répondre à des problèmes de distribution spatiale de la qualité de l'air à l'échelle d'une ville et de ses quartiers.

Les grandes caractéristiques du code peuvent se résumer en trois points :

- Dynamique : ARPS 3.0 (CAPS, University of Oklahoma, 1992),
- Micro-physique : modèles de Kessler et Berry-Reinhardt,
- Chimie : modèle MoCA de Aumont (1994).

Cependant sur ce dernier point le code est en profond développement et il ne nous a pas été possible d'appréhender pleinement les caractéristiques spécifiques du code.

La qualité du produit Drag&Fly Air porte sur l'actualité des codes utilisés, en effet le modèle bénéficie des avancées récentes dans le couplage dynamique et chimie ainsi que dans la paramétrisation des basses couches atmosphériques.

La deuxième qualité de l'approche porte sur la qualité informatique du produit qui est bâti sur des technologies innovantes lui permettant d'envisager un portage des activités de modélisation en différents points, par exemple la visualisation en un point, le calcul des émissions en un autre point et enfin le calcul dispersif en un troisième point. L'approche extrême, fortement promue par Siria Technologies propose de ne conserver chez le client que la partie préparation des données et visualisation des résultats ; les calculs étant effectués au sein de la société Siria Technologies au moyen d'une connexion internet sécurisée. Cette approche déstructurée peut certainement soulager le client de toute la partie maintenance informatique fastidieuse, cependant le risque est grand de perdre la connaissance physique du code de calcul et enfin cela implique un partenariat à long terme entre l'association et Siria Technologies.

Deux points techniques soulèvent des interrogations :

- Le code est adapté au échelle sub-meso, domaine de calcul au maximum de l'ordre de 50km qui peut se révéler un peu étroit pour une étude à l'échelle d'une agglomération, notamment dans le domaine photochimique. La limitation du domaine est imposée par les coups de calculs relativement élevés. Cette limitation peut-être certes éludée en confiant les calculs à la société Siria Technologies qui s'engage à fournir une puissance de calcul suffisante pour des application sur grand domaine.

- Une autre interrogation porte sur la prise en compte des émissions, en effet dans la version du produit qui nous a été présentée le cadastre des émissions n'était pas encore réalisé par la chaîne de calcul Drag&Fly Air, et il convient donc d'attendre la mise en place d'un module de calcul de ces émissions, qui s'il n'existait pas pénaliserait considérablement l'utilisation de Drag&Fly Air en milieu urbain.

Pour conclure l'arrivée sur le marché du code Siria Technologies ne peut être accueilli que favorablement par, d'une part la qualité et l'innovation des approches physiques employées, et d'autre part par les technologies informatiques innovantes

employées. Les seules interrogations portent aujourd'hui sur la jeunesse de l'ensemble équipe plus code , qui bien que s'étant fortement appuyée sur des équipes universitaires compétentes pour le développement, doit aujourd'hui faire ses preuves.

Bibliographie

Modélisation de la turbulence en écoulements stratifiés stables pour la couche limite atmosphérique. (B. Abart. 1999) Thèse de Doctorat, Ecole centrale de Nantes.

Modelling air pollution in urban areas. (R. Berkowitz, O. Hertel, N.N. Sorensen, et J.A. Michelsen). *Conference on Flow and dispersion Trough Groups of Obstacles.*

Parametrization of aerodynamic roughness parameters in relation with air pollutant removal efficiency of streets. (M. Bottema . 1995) *Air Pollution III, Comp. Mechanics*, (2):235–242, 1995.

Etude numérique de l'évolution diurne de l'ozone dans la région d'une agglomération (Y. Fraignaud, 1996).

Etude des inversions thermiques : application aux écoulements atmosphériques dans les vallées encaissées (C. Guilbaud, 1996).

Transports et dispersion de traceurs représentatifs de pollutions sur des sites urbains : prise en compte du relief, le site de Grenoble (L. Machado, 1997).

Simulations des expériences Wangara, Boulder, PYREX, exercices PRIMEQUAL (journées de pic d'ozone sur la région parisienne) en cours.

Mestayer, P.G., " Development of the French Communal Model SUBMESO for Simulating Dynamics, Physics and Photochemistry of the Urban Atmosphere ", Proceedings of EUROTRAC Symposium OE 96, PM Borrell, P Borrel, T Cvitas, K Kelly and W Seiler edits., Computational Mechanics Public., Southampton, pp. 539-544.

The Urban Atmosphere Model SUBMESO, (S. Anquetin, J. P. Chollet, A. Coppalle, P. Mestayer and J. F. Sini. 1998) ,Proceedings of EUROTRAC Symposium OE 98, Garmisch-Partenkirchen, 23-27 March 1998

Annexe 6 : Demandes d'intervention du LCSQA dans le cadre de l'assistance

L'AIR

Membre agréé du réseau **Aimo**

CHAMBÉRY, le 19 avril 2000.

L. C. S. Q. A.

Madame Laurence ROUIL - INERIS

Parc Technologique ALATA

60 550 VERNEUIL-EN-HALATTE

et

Monsieur André WROBLEWSKI - EMD

941, rue Charles Bourseul

59 508 DOUAI

N./Réf. : MS/DC/LD/052-00Objet : Demande d'assistance en modélisation.

Madame, Monsieur,

"L'Air des Deux Savoie" souhaite mettre en place un projet de modélisation de la pollution atmosphérique dans les vallées alpines.

Nous souhaiterions donc bénéficier de votre assistance dans le cadre de vos activités au sein du L. C. S. Q. A. afin de suivre la réalisation de cette étude.

Je vous remercie de l'attention que vous porterez à notre requête et vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, mes salutations respectueuses

Le Président,
Maurice SONNERAT.

433, rue de la Belle Eau - Z.I. des Landiers Nord 73000 CHAMBÉRY
Tél. 04 79 63 65 10 - Fax. 04 79 62 64 59
Information qualité de l'air : 04 79 63 96 96



**Flandre - Côte d'Opale***Surveillance de la qualité de l'air*

N/Réf : CP/JS/205-00

Monsieur André WROBLEWSKI
École des Mines de Douai
Département Chimie et Environnement
941 rue Charles Bourseul
BP 740
59500 DOUAI

Gravelines, le lundi 29 mai 2000.

Monsieur,

OPAL'AIR souhaite s'engager sur la voie de la connaissance de la qualité de l'air par l'application de la modélisation.

Ayant été sollicité par une jeune société régionale, Siria Technologies, je m'interroge sur leur produit et les résultats que l'on peut en attendre.

En référence à vos missions auprès des AASQA dans le domaine de la modélisation, je sollicite votre assistance pour l'évaluation du code de dispersion de polluants atmosphériques par la Société SIRIA Technologies.

Je vous remercie par avance du soutien que vous pourriez apporter et je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Charles POINSOT
Directeur

Membre agréé
du réseau

Rue du Pont de Pierre - BP 199 - 59 820 GRAVELINES - Tél. : 03 28 23 81 73 - Fax : 03 28 23 81 74
Site Internet : www.airdesbelfrois.org - E-mail : opal'air@airdesbelfrois.org



MB/FD

ROUEN, le 29 JUIN 2000

LA DIRECTRICE

A

Monsieur André WROBLEWSKI

ECOLE DES MINES DE DOUAI
Département Chimie et Environnement

941, rue Charles Bourseul - BP 838

59508 DOUAI CEDEX

Monsieur,

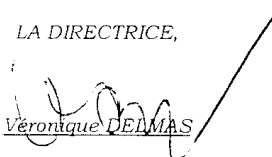
Dans le cadre de la mission du LCSQA de soutien technique aux AASQA, Air Normand sollicite l'avis d'experts concernant une étude de modélisation.

L'étude sus-dite est réalisée par la Société ARIA Technologies et vise à quantifier les responsabilités des différentes sources industrielles dans les pointes de pollution par le SO₂ au Havre.

ARIA nous a fourni jusqu'alors 3 rapports que nous vous adressons avec la présente demande. L'étude est toujours en cours et c'est principalement sur le troisième de ces rapports que nous sollicitons vos commentaires afin de poursuivre le travail sur des bases ayant reçu l'approbation de tous.

En vous remerciant par avance, je vous prie d'agréer, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

LA DIRECTRICE,


Véronique DELMAS

P.J. : 3



21, Avenue de la Porte des Champs - 76000 Rouen
Téléphone 02 35 07 94 30 - Télécopie 02 35 07 94 40
142, Boulevard de Strasbourg - 76600 Le Havre
Téléphone 02 35 07 94 30 - Télécopie 02 32 74 06 45