



## Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Etude n°10 - Assistance en modélisation

(Rapport 1/3)

### **Assistance à l'utilisation des outils de modélisation**

Novembre 2004  
Convention : 04000087

Laurence ROUIL



## Assistance à l'utilisation des outils de modélisation

### ***Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air***

### **Convention n°04000087**

Financée par la Direction de la Prévention des Pollutions  
et des Risques (DPPR)

### **Etude n°10 : Assistance en modélisation Rapport 1/3**

**NOVEMBRE 2004**

Laure MALHERBE  
Laurence ROUÏL

Personne ayant participé à l'étude : Giovanni CARDENAS

Ce document comporte 11 pages (hors couverture et annexes).

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	Laure MALHERBE	Laurence ROUÏL	Martine RAMEL
<b>Qualité</b>	Ingénieur Etudes et Recherches Direction des Risques Chroniques	Ingénieur Etudes et Recherches Direction des Risques Chroniques	Coordination LCSQA Direction des Risques Chroniques
<b>Visa</b>			

## TABLE DES MATIÈRES

1. Résumé .....	4
2. Assistance en modélisation déterministe .....	5
3. Assistance en prévision .....	6
4. Assistance en interpolation .....	7
5. Liste des annexes .....	9

## 1. RESUME

---

### 1- *Modélisation déterministe*

L'INERIS n'a été que très peu sollicité sur ce thème, qui fait l'objet de développement très ponctuels au sein des AASQA. Les actions d'assistance réalisées se sont focalisées sur le suivi du suivi POVA pour AIR APS (présidence du Comité de Suivi Scientifique) et sur des actions de conseil ponctuelles relatives aux conditions d'usage de modèles, modèles adaptés au traitement de la pollution de proximité en particulier.

### 2- *Prévision statistique*

L'INERIS n'a pas reçu de demande précise dans ce domaine mais a continué le suivi du projet AASQARIUM. Ce projet, mené par l'IRISA de l'INSA de Rennes, avec la participation de l'association ECRIN, de l'INERIS, de l'ADEME et d'AASQA volontaires, a été finalisé en novembre 2004. Le logiciel AASQARIUM, évalué au cours des étés 2003 et 2004 à AIR COM et AIR Breizh, est totalement opérationnel. Librement téléchargeable, il permet à toute AASQA qui le souhaite de mettre en œuvre des modèles statistiques de prévision d'ozone, également accessibles sur Internet. L'élaboration de modèles pour le dioxyde d'azote et les particules compte parmi les développements envisagés. Une description plus détaillée de ces travaux fit l'objet d'un rapport spécifique.

### 3- *Interpolation*

Le travail de l'INERIS sur ce thème a consisté à :

- valoriser les méthodologies de cartographie développée par le Centre de Géostatistique de l'Ecole des Mines de Paris en partenariat avec l'INERIS (2002-2003), AIR Languedoc-Roussillon (2002-2003) et l'ASPA (2002-2004). Ces méthodologies, consacrées à la représentation des concentrations de dioxyde d'azote en milieu urbain ou routier, ont fait l'objet de communications ou d'articles (soumis pour publication ou en préparation).
- aider les AASQA dans la mise en œuvre des techniques géostatistiques et prendre connaissance de leurs besoins dans ce domaine. Des réunions d'échange avec des AASQA ont ainsi eu lieu durant l'année.
- assister les AASQA dans l'exploitation des données de PREV'AIR et la réalisation de cartographies d'ozone (adaptation statistique des sorties de Chimère). L'INERIS a été contacté sur ce sujet par l'ASPA et ATMO Poitou-Charentes.
- évaluer les possibilités et les limites du logiciel commercial Geostatistical Analyst (ESRI). S'il possède des fonctionnalités intéressantes, ce logiciel offre une gamme de méthodes plus restreinte qu'Isatis (Géovariances). Son usage est plutôt réservé à la cartographie automatique dans des situations classiques pour lesquelles un modèle simple est approprié. L'évaluation réalisée est présentée dans un rapport annexe à celui-ci.

## **2. ASSISTANCE EN MODELISATION DETERMINISTE**

---

L'INERIS n'a été que très peu sollicité sur ce thème, qui fait l'objet de développement très ponctuels au sein des AASQA. Les actions d'assistance réalisées se sont focalisées sur le suivi du suivi POVA pour AIR APS (présidence du Comité de Suivi Scientifique) et sur des actions de conseil ponctuelles relatives aux conditions d'usage de modèles, modèles adaptés au traitement de la pollution de proximité en particulier.

Le projet POVA, a largement été orienté sur le problème de la pollution de la modélisation atmosphérique dans les Vallées Alpines en 2004. Ainsi l'assistance du LCSQA a été sollicité à double titre : d'une part pour assurer l'animation du groupe d'expert en charge du suivi scientifique du projet, et d'autre part pour orienter les développements du projet sur la partie relative à la modélisation.

Les comptes rendus des réunions ayant eu lieu dans ce contexte sont fournis, pour information, en annexe.

### **3. ASSISTANCE EN PREVISION**

---

Aucune demande précise à ce sujet n'a été adressée à l'INERIS en 2004. Au cours de cette année, l'INERIS a veillé au bon déroulement et à la finalisation du projet AASQARIUM. Ce projet, conduit par l'IRISA de l'INSA de Rennes et suivi par l'INERIS et l'ADEME sous l'égide de l'association ECRIN, avait pour but de mettre à la disposition des AASQA une plate-forme logicielle destinée à la prévision statistique locale. Cette plate-forme, désormais opérationnelle et enrichie de plusieurs algorithmes statistiques de prévision, a été évaluée à AIR COM et AIR BREIZH pendant les étés 2003 et 2004. Le logiciel, le manuel d'utilisation, la documentation technique, les algorithmes statistiques et des exemples de données sont accessibles sur Internet à l'adresse : [www.aasqarium.fr.st](http://www.aasqarium.fr.st).

Une description plus détaillée du projet fait l'objet d'un document séparé.

## 4. ASSISTANCE EN INTERPOLATION

---

Dans ce domaine, l'INERIS a apporté son concours :

1. à la valorisation et à la diffusion des études conduites en 2002/2003 par le Centre de Géostatistique de l'Ecole des Mines de Paris (convention INERIS/ARMINES) et poursuivies en 2004 à l'occasion d'une collaboration Ecole des Mines/ASPA (travail de stage) ;
2. à la mise en œuvre des techniques géostatistiques ;
3. à l'exploitation des sorties PREV' AIR pour la cartographie de l'ozone ;
4. à une meilleure connaissance des outils de géostatistique.

### 1)

En 2002/2003, le Centre de Géostatistique a réalisé trois études méthodologiques sur la cartographie du dioxyde d'azote<sup>1</sup> :

- les deux premières sont consacrées à l'estimation des concentrations en milieu urbain à l'aide de données de tubes et de variables auxiliaires. Deux agglomérations ont été étudiées : Montpellier (données fournies par AIR Languedoc Roussillon) et Mulhouse (données fournies par l'ASPA).
- la troisième porte sur la modélisation de la pollution de part et d'autre d'un axe routier (vallée de la Thur, données fournies par l'ASPA).

En 2004, l'étude du dioxyde d'azote sur Mulhouse a été approfondie par le Centre de Géostatistique grâce à un travail de stage effectué en partenariat avec l'ASPA. De plus, des compléments ont été apportés sur l'analyse de la variabilité temporelle et la définition d'une stratégie d'échantillonnage. Ce travail a donné lieu à une réunion de présentation à l'ASPA (juin 2004) à laquelle a assisté l'INERIS. La nécessité faire plus largement connaître ces développements méthodologiques et l'intérêt de les appliquer à d'autres zones géographiques ont été évoqués à cette occasion.

Des communications ou posters ont été présentés lors de deux colloques spécialisés en géostatistique :

- Fouquet C. (de), Gallois D., Malherbe L., Cardenas G., 2004. Mapping annual nitrogen dioxide concentrations above Mulhouse urban area. GeoEnv 2004, Neuchâtel (Suisse).
- Gallois D., Fouquet C. (de), LeLoc'h, G., Malherbe L., Cardenas G. Mapping annual nitrogen dioxide concentrations in urban areas. Geostats 2004, Banff (Canada).

Un article sur la cartographie du NO<sub>2</sub> dans la vallée de la Thur a été soumis à la revue *Atmospheric Environment*.

### 2)

2a) Une réunion d'échange entre LIG' AIR et l'INERIS s'est tenue à Orléans le 6 avril 2004 avec, comme double objectif, de :

- fournir à LIG' AIR des indications de méthode sur l'incorporation de données auxiliaires dans le krigeage ;
- discuter des liens entre les questions de géostatistique étudiées par l'INERIS au sein du LCSQA et les problèmes de cartographie auxquels s'intéresse LIG' AIR.

Un compte-rendu de cette réunion est joint en annexe.

---

<sup>1</sup> Une première synthèse de ces études, rédigée par l'INERIS, est jointe en annexe du rapport LCSQA 2003 d'assistance en modélisation..

2b) Une réunion entre AIR NORMAND et l'INERIS a été organisée à Rouen le 21 avril 2004. Cette réunion a été l'occasion pour l'INERIS de présenter les principales conclusions de l'étude LCSQA 2003 sur l'évaluation des incertitudes associées aux méthodes géostatistiques et l'analyse effectuée sur les données d'ozone du Nord de la France (ces données avait été transmises à l'INERIS par AIR NORMAND). Cette présentation a permis d'engager avec AIR NORMAND une discussion sur les résultats obtenus et sur les nouveaux travaux en cours.

2c) L'étude réalisée sur les données d'ozone du Nord de la France a été également présentée à ATMO Picardie, qui avait coordonné la campagne d'échantillonnage dont ces données sont extraites. Une réunion a eu lieu à Verneuil-en-Halatte le 14 juin 2004. L'INERIS a montré à ATMO Picardie comment l'étude avait été conduite avec le logiciel Isatis. En retour, il a recueilli des suggestions de l'association sur l'apport éventuel de certaines variables auxiliaires et pris note de ses attentes en matière de géostatistique.

### 3)

Plusieurs AASQA ont entrepris des études sur l'adaptation statistique locale des sorties de PREV'AIR :

- ATMO Poitou-Charentes a mis au point, en collaboration avec Géovariances, une chaîne opérationnelle fondée sur l'utilisation des logiciel R et Isatis et conçue pour s'intégrer dans le système SYRSO (Système régional de surveillance de l'ozone). Deux réunions, auxquelles l'INERIS a été convié, ont été organisées à La Rochelle en mars et mai 2004 (voir compte rendu en annexe).
- L'ASPA a évalué sur sa région les méthodes étudiées en 2003 par le Laboratoire de Statistique d'Orsay<sup>2</sup>. Les programmes informatiques développés avec R et le guide d'utilisation rédigé en 2003<sup>3</sup> ont été transmis à l'ASPA. Une assistance ponctuelle sur l'utilisation de ces programmes a été fournie par l'INERIS à l'ASPA pendant l'été.

### 4)

Le système d'information géographique ArcView (ESRI) comporte un module optionnel de géostatistique, Geostatistical Analyst. Ce dernier a ainsi pour atouts un couplage direct avec un SIG et des facilités dans l'importation, l'exportation et la représentation des données. C'est pourquoi, même si la plupart des associations qui ont investi dans un outil de géostatistique se sont équipées d'Isatis (Géovariances), il est apparu utile d'explorer les possibilités de Geostatistical Analyst et d'en cerner les limites. L'ensemble du travail effectué avec ce logiciel est présenté dans un rapport annexe sous forme de guide.

---

<sup>2</sup> Grancher D., Bel L., Vautard R., 2003. Cartographie et prévision des champs de pollution à l'échelle locale, à partir des résultats de simulation à l'échelle continentales.

<sup>3</sup> Honoré C., Malherbe L., 2003. Application de modèles grande échelle à la problématique régionale : cas de l'ozone. Rapport LCSQA/INERIS.



## 5. LISTE DES ANNEXES

---

Repère	Désignation précise	Nb/N° pages
1	Assistance en modélisation déterministe : comptes-rendus de réunions	8
2	Assistance en interpolation : comptes rendus de réunions	10
3	Guide d'utilisation de Geostatistical Analyst	

## **GROUPE DE SUIVI SCIENTIFIQUE POVA**

### **COMPTE-RENDU DE LA RÉUNION DU 4 FÉVRIER 2004**

**Participants** : J.P. Foray (DRIRE), A. Wroblewski (EMD), P. Marmonier (Météo France), A. Weil (CNRS), F. Bouvier (COPARLY), D. Martin (Météo France), G. Lebras (CNRS), N. Poisson (ADEME), P. Ebner (MEDD/D4E), I. Roussel (APPA), B. Jouve (Air APS), H. Villard (Air APS), G. Brulfert (LEGI), J.P. Chollet (LEGI), J.L. Jaffrezo (LGGE), L. Rouil (INERIS)

**Excusés** : D. Chapuis (Air APS), J.L. Musson Genon (EDF), E.Premat (METL)

#### **1- Point sur l'avancement de la modélisation dans le projet POVA.**

Une présentation des travaux de modélisation effectués dans le cadre de la thèse de M. Brulfert est proposée par ce dernier et M. Chollet.

Les calculs de chimie transport des polluants sont effectués dans 3 domaines imbriqués couvrant respectivement 165km\*165km, 71km\*71km et 25km\*25km.

Le modèle météorologique MM5 alimenté par les prévisions du Centre Européen (ECNWF) et mis en œuvre avec une résolution de 3km permet d'initialiser le modèle hydrostatistique ARPS qui résout les écoulements complexes dans la zone d'étude avec une résolution de 300m et 30 niveaux verticaux. Le modèle de photochimie TAPOM (EPFL) alimenté par les cadastres des émissions existant (résolution 100m) résout la partie chimique du problème. Les conditions aux limites chimiques proviennent du modèle CHIMERE.

Les sorties du modèle MM5 ont été évaluées par comparaison aux mesures du LISA et des profileurs de vents sélectionnées pour certaines journées des POIs.

D'autres résultats d'évaluation, notamment de la chaîne ARPS/TAPOM sont présentés pour l'été 2003. Les résultats sont intéressants, mais soulèvent cependant quelques questions : modélisation de l'ozone et du NO<sub>2</sub> en centre ville, niveaux de SO<sub>2</sub> en centre ville, sous-estimation de certains pics... Les incertitudes du cadastre des émissions peuvent expliquer en partie ces problèmes. D'autres questions relatives à la composante dynamique de la simulation (hauteur de la couche de mélange par exemple) restent en suspens.

Les temps de calcul relativement importants (bien que notablement réduits par rapport aux performances initiales) ne simplifient pas les procédures d'évaluation. Sur la partie chimie un jour de calcul équivaut à un jour réel simulé, mais les calculs ARPS sont nettement plus coûteux (1 semaine de calcul pour 2 jours simulés sur 8 processeurs).

- ⇒ *Le groupe suggère la mise en place d'une méthodologie d'évaluation et de comparaison aux mesures plus systématique.*
- ⇒ *La validation de la partie dynamique est à affiner sur Chamonix, et à réaliser sur La Maurienne,*
- ⇒ *La validation de la partie chimique reste à réaliser*
- ⇒ *Le Groupe recommande en particulier l'élargissement des périodes d'évaluation avec la recherche de journées type réparties sur toute l'année.*

⇒ Concernant l'inventaire spatialisé des émissions, le GSS recommande un « rebouclage » avec le LPCA (équipe de J.L. Ponche) sur la méthodologie, et avec COPARLY

## 2- Cadastre des émissions

### 2.1 Expérience COPARLY

Frédéric Bouvier présente les travaux du GIERSA destinés à réaliser un cadastre régional des émissions à une résolution kilométrique sur 8 départements de la région Rhône-Alpes. Un zoom à la résolution de 100m est réalisé sur les villes pour le trafic.

Les polluants visés sont les SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, COV, benzène et CO. Les années de référence sont les années 1999/2000. L'actualisation pour les années 2001/2002 est prévue.

Les émissions annuelles sont représentées, et des clefs de répartition temporelles permettent de déduire des informations horaires.

Il est prévu d'exploiter ces données de manière opérationnelle dès 2004 pour :

- le PSQA de l'Isère,
- l'observatoire environnemental du grand Lyon,
- les PPA

Ces données serviront également à alimenter les modèles de prévision et cartographie déterministes dès le printemps 2004.

Des travaux complémentaires seront entrepris pour améliorer les données relatives à certaines classes SNAP, et affiner l'inventaire pour les années antérieures.

### 2.2 Expérience Air APS

B. Jouve présente la méthodologie adoptée par Air APS pour réaliser le cadastre sur Chamonix et la Vallée de la Maurienne.

Il s'agit d'un cadastre défini avec une résolution de 100m\*100m.

Les données sont annuelles établies pour les années de référence 1998, 2001 et 2003

Le cadastre sur Chamonix est achevé. Celui sur la Maurienne devrait être finalisé en Mars.

Des échanges informels et peu avancés ont eu lieu avec COPARLY (mention de la réunion du 6/11/03) afin de tenter d'harmoniser les démarches. Cependant la conduite de travaux communs reste encore à formaliser (notamment d'un point de vue administratif).

- ⇒ *Le GSS insiste sur la nécessité de mener des actions concertées pour l'élaboration de cadastres locaux et régionaux afin d'assurer la cohérence et la pérennité des bases de données.*
- ⇒ *Le GSS souhaite être tenu au courant de l'évolution des échanges entre Air APS et COPARLY, en ayant accès si possible, aux comptes-rendus des réunions d'échange.*
- ⇒ *Nécessité de faire appel à une expertise externe (LPCA par exemple).*

### 3- Programme de travail pour l'année 2004 (modélisation)

- Achèvement des cadastres des émissions Air APS : **Mars 2004**
- Validation plus approfondie des modèles dynamiques et chimiques. Exploitation plus systématique des données de campagne et des informations 3D disponibles : **été 2004**
  - Elaboration et calculs de scénarios destinés à évaluer la sensibilité des modèles : **fin 2004**
    - o Aux émissions : trafic, chauffage, industrie
    - o Au forçage météorologique
    - o Au forçage chimique
- ⇒ *Concernant la définition des scénarios d'émission, le GSS recommande que le LEGI prenne rapidement contact avec les acteurs locaux de la gestion de la qualité de l'air, de façon à définir des scénarios probables de réduction des émissions. Il met également l'accent sur le caractère fastidieux de la définition des hypothèses. P. Ebner précise que seuls 5 scénarios sont étudiés dans le cadre du projet ESCOMPTE sur Marseille.*
- ⇒ *Un projet de document listant les scénarios que le LEGI envisage de calculer pourrait être soumis au GSS en avril-mai 2004.*
- Interprétation des campagnes de mesure par la modélisation : **septembre 2004**
- Portage des travaux vers Air APS : deux options sont envisagées. Soit les résultats calculés pour un nombre défini de situations sont transférés sous forme de base de données (météo+ champs de concentration), soit l'outil de simulation est installé dans l'AASQA.  
*Une préférence est accordée à la première solution et retient l'approbation du groupe.*

### 4-Base de données

Le LEGI a mis en place un serveur accessible par le web pour le dépôt et la consultation des données de campagne. Il est accessible aux participants du projet POVA via l'adresse : [alpes@servmail-hmg.inpg.fr](mailto:alpes@servmail-hmg.inpg.fr). une charte d'échange de données doit être signée par les participants afin de disposer d'un login.

A ce jour la base connaît un taux de remplissage de l'ordre de 40%.

Il est souligné que cette base est correctement dimensionnée par rapport aux besoins de stockage des données de campagne.

Les données du LSCE n'ont pas été transmises.

⇒ *Le MEDD et l'ADEME proposent d'envoyer une lettre rappelant la nécessaire mise à disposition des données pour l'ensemble des participants et fixant l'été 2004 comme échéance.*

### 5- Communication

⇒ 30 publications à ce jour

- ⇒ Préparation d'un article de référence par J.L. Jaffrezo qui sera éventuellement transmis à la revue en ligne « Atmospheric Physics and Chemistry »
- ⇒ Pas de site web « POVA » mais plutôt une page spéciale sur le site du LGGE

Près de 8000 euros ont été dépensés en actions de communication, ce qui est assez faible. Une action phare fut l'édition d'une brochure de 4 pages (diffusée en 500 exemplaires) expliquant les tenants et aboutissants du projet. Cette initiative a rencontré un certain succès auprès du public.

Air APS souhaite faire part de ses résultats concernant les polluants réglementés en juin 2004.

En décembre 2004 des résultats synthétisés sur l'ensemble des travaux seront présentés sous forme de réunions publiques et de rapport.

L'édition d'une brochure de synthèse de 16 pages est proposée.

P. Ebner suggère la tenue d'un séminaire scientifique en fin d'année, destiné à l'ensemble des membres du GSS, au CS PRIMEQUAL et autres instances potentiellement intéressées. Cette manifestation pourrait s'inspirer des ateliers d'échanges Escompte.

*Le GSS insiste sur la réflexion qu'il est nécessaire de mener en préalable aux actions de communication, notamment par rapport au public visé*

## GROUPE DE SUIVI SCIENTIFIQUE POVA COMPTE-RENDU DE LA RÉUNION DU 28 AVRIL 2004

**Participants :** P. Ebner (MEDD), H. Villard (Air-APS), I. Roussel (APPA°, G. Brulfert (LEGI), J.M. Bouillot (DRIRE), B. Jouve (Air APS), D. Martin (Météo France), A. Weill (CNRS), C. Quiniou (COPARLY), L. Musson-Genon (EDF), E. Premat (CETE Lyon), D. Chapuis (Air APS), J.L. Jaffrezo (LGGE), L. Rouil (INERIS)

### 1- Point sur l'élaboration de l'inventaire

Collaboration entre COPARLY et AIR-APS sur ce sujet initiée au cours de réunions récentes (mars-avril 2004).

Le groupe met l'accent sur le travail indispensable de comparaison des cadastres établis par chacun des organismes qui doit être rapidement mené. Cela concerne en particulier la partie trafic routier sur laquelle on note souvent une variabilité importante des informations.

- ➔ AIR-APS transmet le fichier d'émissions agrégées à l'échelle kilométrique à COPARLY pour vérification
- ➔ Nécessité de mettre en œuvre les modèles sur la vallée de la Maurienne avec les deux résolutions disponibles (300m et 1km) afin d'évaluer la sensibilité des résultats à ce paramètre.
- ➔ Le groupe souhaite une collaboration active des AASQA sur ce point.

Le rebouclage sur les deux cadastres devra être réalisé pour fin juin 2004 afin de ne pas pénaliser le déroulement des travaux ultérieurs de modélisation.

B. Jouve (Air APS) présente les travaux réalisés jusqu'à présent par l'association sur le cadastre. Un cadastre au km<sup>2</sup> a été finalement généré sur la vallée de la Maurienne pour les années 1998, 2001 et 2003.

Une étude complète de sensibilité sur les différentes méthodes de calcul de facteurs d'émission montre une certaine disparité des résultats, notamment au niveau des PM.

### 2- Point sur la validation des modèles

La partie dynamique des modèles, constituée par le code ARPS est considérée comme vérifiée.

Pour la partie chimique (modèle TAPOM) les tests sont en cours. Les tests présentés sont globalement bons. A noter une sous-estimation des pics d'oxydes d'azote en milieu urbain. Il en est de même pour le CO.

Les résultats pour l'ozone sont satisfaisants.

Restent à traiter :

- ➔ Les données d'hiver
- ➔ Les données 3D (LIDAR et ULM). Il est noté à ce propos un problème important pour la récupération des données LIDAR auprès du LSCE (équipe Chazette). Un courrier du Comité de Pilotage sera envoyé pour débloquer la situation.

D. Martin propose de mettre à disposition des modélisateurs des mesures ULM effectuées hors POI, notamment des mesures 3D d’ozone et d’aérosol carbonné.  
Les données LIDAR provenant de l’INERIS sont quant à elles disponibles.

### 3- Etude de scénarios.

Les scénarios peuvent être définis selon deux critères : la météorologie et les émissions.

***Pour la météorologie, il est proposé :***

- d’établir une classification des conditions météorologiques rencontrées dans les Alpes du Nord,
- de recenser parallèlement les épisodes de pollution constatées sur une période significative,
- de croiser ces deux informations pour déterminer les configurations à risque,
- de déterminer des fréquences d’occurrence pour construire à terme des moyennes annuelles (PM, NOx)

**Ce travail devra être mené en 3 mois !**

- Le comité souligne que les délais sont certainement trop court pour la réalisation de ces tâches.
- Il paraît nécessaire de contacter Météo France pour avoir des précisions sur leur offre en terme de classification des climatologies (classes de Bénichou). Il se peut que le produit commercial soit onéreux, mais un devis doit être demandé.

***Pour les émissions :***

Plusieurs secteurs doivent être explorés (transport, énergie, industrie), d’où la nécessité de créer un pôle de concertation aidant à la définition de scénarios pertinents et réunissant des acteurs locaux, régionaux et nationaux.

***Organismes visés :***

- Transports : RFF, LTF (Lyon Turin Ferroviaire), DRE, ATMB/STRF (Sociétés d’Autoroutes), Transitec (élaboration du plan de déplacement dans les vallées),
- Industries : membres du CA de AIR-APS,
- Energie : Syndicat des Pays de Maurienne, SIVOM...

Plusieurs scénarios (3 à 4 par secteurs) sont proposés. Le Groupe note la pertinence de cette proposition, mais les délais du projet (fin 2004) semblent aussi compromettre son aboutissement.

En effet une simulation annuelle, bâtie par exemple sur les fréquences d’apparition, demande 15 jours environ de calcul, ce qui limite le nombre de cas réalisable.

Question : faut-il limiter les études de scénarios à quelques jours types issus de POIs ou faut-il limiter le nombre de scénarios d’émission étudiés ?

Une réunion du pôle de concertation ( à l’automne) permettra de disposer de plus d’informations (notamment au niveau des données disponibles et donc des scénarios que l’on pourra définir) pour opter pour l’une de ces deux solutions.

**Prochaine réunion : 1<sup>ier</sup> septembre à la DRIRE de Lyon 9h30-12h30**

## **GROUPE DE SUIVI SCIENTIFIQUE POVA**

### **RELEVÉ DE DÉCISION DE LA RÉUNION DU 1<sup>IER</sup> SEPTEMBRE 2004**

**Participants :** P. Ebner (MEDD), I. Roussel (APPA), G. Brulfert (LEGI), J.M. Bouillot (DRIRE), B. Jouve (Air APS), D. Martin (Météo France), F. Bouvier (COPARLY), L. Musson-Genon (EDF), E. Premat (CETE Lyon), D. Chapuis (Air APS), J.L. Jaffrezo (LGGE), L. Rouil (INERIS), N. poisson (ADEME), A. Wroblewski (EMD), G. Lebras (CNRS)

#### **4- Point sur l'élaboration de l'inventaire**

Cadastre Maurienne envoyé par AIRAPS à COPAYLY en juin 2004, pour comparaison avec le cadastre établi par COPARLY. Comparaison par SNAP de niveau 1.

- Différences importantes sur les COV, le CO, les PM, et en particulier sur les :
  - COV procédés de production,
  - COV biotiques
  - COV trafic

Plusieurs explications possibles sont avancées en réunion :

- pour le trafic routier, AIRAPS a utilisé des données de comptage du trafic propres à la vallée de la Maurienne (pour les PL notamment)
- pour les biotiques, les émissions dépendent de paramètres météo et de l'occupation du sol. Des données spécifiques et l'inventaire forestier de l'IFEN ont été utilisées par AIRAPS.

Le Groupe s'accorde à souligner la nécessité d'approfondir l'évaluation des cadastres de façon à mieux comprendre les différences constatées. Notamment il paraît indispensable de :

- comparer des données agrégées sur une même base spatiale
- comparer la répartition spatiale des émissions (comparaison carte à carte)
- effectuer des études de sensibilité des modèles aux émissions

Pour se faire l'organisation suivante est approuvée :

- ➔ demande officielle de AIRAPS vers COPARLY pour accéder aux données du cadastre
- ➔ COPARLY transmet les cartes d'émissions à AIRAPS pour analyse
- ➔ Etude de sensibilité aux émissions : réalisation des simulations déjà réalisées par le LEGI avec le cadastre COPARLY (dans le cadre de la thèse de E. Chaxel)
- ➔ Le groupe souhaite une collaboration active entre les AASQA sur ce point.

#### **5- Point sur la validation des modèles**

Présentation de différents résultats de comparaison modèles/mesures sur les configurations suivantes :

- Vallée de la Maurienne, été 2003
- Vallée de Chamonix, hiver 2003
- Tests complémentaires sur les COVs



## 6- Etude de scénarios.

### *Pour la sensibilité à la météorologie, :*

- Aucun contact n'a été pris avec Météo France,
- Une classification en 5 types de temps, définis en fonction des concentrations de PM observées depuis 4 ans, a été réalisée par un stagiaire du LEGI
- Rapport disponible sur le site [www.legi.hmg.inpg.fr/~Alpes/Internet/publications/publications\\_fr.html](http://www.legi.hmg.inpg.fr/~Alpes/Internet/publications/publications_fr.html)

Il reste à confirmer les résultats obtenus, par des travaux similaires sur d'autres polluants.

### Pour la sensibilité aux émissions :

- Prise de contact avec les différents partenaires potentiels pour la définition des scénarios ; Intérêt particulier pour le trafic. Réunion prévue en septembre à Chambéry avec RFF, LTF, DRE, ATMB...
- Le Groupe valide l'idée de réaliser trois scénarios :
- Evolution des émissions à l'horizon 2010, au fil de l'eau,
- Impact de la ligne Lyon/Turin
- Utilisation du gaz dans les vallées.

**Prochaine réunion : 2 décembre à la DRIRE de Lyon 9h30-17h30**

## Réunion LIG'AIR / INERIS

6 avril 2004

### Cartographie à partir de campagnes d'échantillonnage par tubes à diffusion

Présents :

LIG'AIR : Corinne Robin, Olivier Pétrique, Abdou Yahyaoui, Kévin Le Foll

INERIS : Giovanni Cardenas, Laure Malherbe

#### Objet de la réunion

Cette réunion avait un double objectif :

- les projets de campagnes de mesure et de cartographie annuelle de LIG'AIR concordant avec les thèmes abordés par l'INERIS dans ses activités LCSQA/géostatistique de 2004 (géostatistique et aspect temporel, évaluation des dépassements de seuil), il s'agissait d'examiner comment ils pouvaient s'articuler avec les fiches LCSQA ;
- d'autre part, LIG'AIR souhaitait des conseils méthodologiques de l'INERIS sur la façon d'insérer des variables auxiliaires dans une cartographie.

#### 1. Présentation des campagnes de mesure menées par LIG'AIR et des questions relatives à la cartographie

A. Yahyaoui présente les campagnes de mesure lancées depuis avril 2003 dans le cadre du PSQA.

En 2003, une campagne régionale annuelle par échantillonnage passif a été réalisée afin de mesurer la pollution de proximité sur les principaux axes, évaluer ainsi les niveaux maximaux de NO<sub>2</sub> dans la région (là où la population est présente) et apprécier les risques de dépassement de seuil.

Les tubes (un par site) ont été installés sur des nœuds routiers et les mesures ont été faites en continu pendant une année entière (soit 12 fois 1mois/site). Un des tubes a été placé sur une station fixe à Orléans.

Aucune interpolation n'a été réalisée car elle n'aurait pas produit d'image réaliste des concentrations sur l'ensemble de la région.

Il est prévu de renouveler cette expérience en 2005 pour la mesure de la pollution de fond. 43 points situés dans des communes ont été sélectionnés. Ils se trouvent :

- dans les agglomérations dont la densité de population dépasse 500 hab/km<sup>2</sup>
- dans les petites communes avec fortes émissions de NOx (deux communes)
- dans des petites communes de plus faibles émissions pour faire tampon (une vingtaine de communes)

La collecte et le renouvellement mensuels des tubes seront assurés par chaque commune. Les données recueillies seront exploitées pour une cartographie.

Les variables externes disponibles sont : les émissions de NOx sur toutes les communes de la région, la densité de population, le bâti, le trafic par tronçon routier, plusieurs paramètres météorologiques.

**LIG'AIR s'interroge sur les moyens de faire ressortir la pollution de proximité le long des grands axes dans les cartographies de fond**, le but étant de produire une carte la plus proche possible de la réalité.

- Peut-on utiliser les données de trafic comme variable auxiliaire ? La difficulté vient de ce que ces données sont connues sur des lignes mais ne sont pas disponibles sous forme de grille. Une idée serait de créer un maillage relativement fin et d'affecter au centre de chaque maille la donnée

trafic de l'axe qui traverse cette maille. Cette opération semble difficile à réaliser avec Mapinfo mais serait peut-être faisable avec Arcview, → l'INERIS regardera ce point.

- Le logiciel STREET est capable de fournir le maximum spatial (en moyenne annuelle) de la concentration de NO<sub>2</sub> par tronçon routier. Ces données pourraient jouer le rôle de variable auxiliaire. Une réflexion est là encore à mener sur la manière de les prendre en compte..

## 2. Illustration sur un exemple de l'utilisation de variables auxiliaires

Les données examinées sont :

- les concentrations de NO<sub>2</sub> en 8 sites fixes
- des données d'émission et de densité de population par commune

Les résultats ne sont pas nécessairement concluants compte tenu du petit nombre de données de NO<sub>2</sub> mais le but était seulement d'illustrer les méthodes d'analyse multivariable.

### *Généralités sur les méthodes multivariables*

Les méthodes géostatistiques multivariables sont :

- cas où la variable secondaire est connue en un nombre limité de points : cokrigeage
- cas où la (ou les) variable(s) est connue sur une grille : cokrigeage multicolocalisé ou krigeage avec dérive externe.

Dans un cokrigeage, la variable auxiliaire a généralement un lien physique réel avec la variable principale parce qu'elle a, par exemple, une origine similaire (ex : NO<sub>2</sub> et benzène). Il convient d'analyser le variogramme de chacune des variables et leur variogramme croisé.

Dans un krigeage avec dérive externe, la variable auxiliaire sert à donner les grandes tendances du phénomène. C'est l'hypothèse que l'on fait ici concernant les émissions et la densité de population. L'exemple est donc orienté sur la mise en œuvre du krigeage avec dérive externe.

### *Première étape : mise au format des variables auxiliaires*

Les variables auxiliaires (données par communes sur toute la région) sont mises sous la forme d'une grille de valeurs qui servira par la suite de grille d'estimation. (pas choisi : 5 km)

Diverses méthodes sont envisagées :

- krigeage des variables (mais cela suppose une analyse variographique qui n'est pas nécessairement utile compte tenu de la très grande densité de données)
- interpolation rapide (ex : inverse des distances au carré ou à un exposant élevé). Un petit voisinage est choisi pour cela.
- migration des points vers une grille (on affecte au centre de maille la valeur du point le plus proche)

Interpolation et migration conduisent à des résultats très proches à quelques points près.

### *Deuxième étape : étude des corrélations*

L'INERIS insiste sur l'importance de cette étape avant de commencer la modélisation et le krigeage.

Sont examinées :

- les corrélations entre variables auxiliaires (voir si elles sont ou non redondantes, si elles apportent des informations différentes). Celles-ci peuvent subir au besoin une transformation logarithmique.
- les corrélations entre concentrations et variables auxiliaires (voir quelles variables auxiliaires il est pertinent de prendre en compte)

Isatis permet à cette fin

- de visualiser les différents nuages de corrélation avec les coefficients de corrélation associés
- de réaliser une analyse en composantes principales et de repérer sur les plans de projection les variables qui se regroupent, s'opposent ou n'ont entre elles aucun lien linéaire.

Les variables d'émissions et de densité de population ne fournissent pas exactement la même information et sont toutes deux prises en compte dans l'analyse des corrélations avec le NO<sub>2</sub>. A l'issue de cette analyse, seule la densité de population, bien corrélée avec les concentrations (coeff~0,7), est sélectionnée.

### ***Troisième étape : modélisation variographique***

Cette étape est relativement délicate dans la mesure où l'on ne peut pas ajuster à la main un variogramme, comme dans un krigeage ordinaire.

Une modélisation automatique est proposée par Isatis dans son option *external drift kriging (bundled)*. Si cet ajustement boîte noire est utilisé, il importe de s'assurer de la cohérence et du réalisme de la carte obtenue.

Une autre option est de procéder à un ajustement non stationnaire. Elle impose de fournir en entrée les différentes dérivées à tester (la ou les variables auxiliaires : f1, f2... et éventuellement des dérivées spatiales : x, y, x<sup>2</sup>, y<sup>2</sup>...), ainsi que diverses structures variographiques possibles : effet de pépite, structure sphérique à petite portée, structure à grande portée... Le logiciel fournit le modèle optimal selon les critères de la validation croisée. Il n'est cependant pas aisé de définir quelles dérivées et quelles structures proposer. Une fois le modèle obtenu, il convient d'en contrôler la qualité par validation croisée et d'effectuer si nécessaire une nouvelle modélisation.

Quand le modèle a été défini, le krigeage avec dérive externe est immédiat. Les concentrations sont estimées sur la grille des variables auxiliaires.

Attention : il faut veiller à ne pas employer les variables auxiliaires en extrapolation, *i.e.* dans des plages de valeurs pour lesquelles aucune donnée de concentration n'était disponible.

### **3. Bilan sur les projets de cartographie**

Les campagnes de mesure de fond (NO<sub>2</sub>) prévues par LIG'AIR ont deux objectifs :

- comparer les niveaux de fond aux seuils d'évaluation minimal et maximal
- développer une méthodologie prédictive de surveillance régionale pour les années à venir. En effet, ce type de campagne ne pourra être renouvelé qu'une fois. Le but serait de parvenir à estimer les concentrations moyennes d'une année à partir des campagnes réalisées antérieurement et de mesures moins nombreuses destinées au calage.

Cette approche est privilégiée par rapport à des campagnes plus ponctuelles réalisées sur les agglomérations.

De son côté, l'INERIS, dans les études de géostatistique qu'il mène pour le LCSQA, s'intéresse au problème temporel (réalisation de cartes moyennes annuelles, évaluation des probabilités de dépassement de seuil) et aux possibilités de la géostatistique en tant qu'outil de surveillance (*i.e.* en tant qu'outil apte à répondre aux demandes réglementaires).

A. Yahyaoui propose que le projet de campagne et de cartographie que LIG'AIR envisage pour l'année 2005 s'intègre dans une fiche LCSQA/INERIS. Cette étude aurait comme exigence

- de prendre en compte les aspects suivants : réglementation, exposition de la population, communication d'une information fiable au grand public ;
- de fournir une méthodologie et des résultats aisément transposables aux autres régions.

Dans l'éventualité d'une collaboration avec l'INERIS, elle gagnerait à être enrichie :

- par l'étude d'un autre polluant réglementé : le benzène
- par une analyse géostatistique poussée.

La stratégie d'échantillonnage, qui n'est pas figée, pourrait être repensée avec l'INERIS.

L'INERIS est très intéressé par cette proposition dont les objectifs s'accordent avec les thèmes abordés pour le LCSQA. G. Cardenas et L. Malherbe se renseigneront en interne sur les suites qu'il est possible de lui donner.



# Assistance technique à la mise en place d'une procédure de cartographie automatique en temps réel pour l'ozone

## 1 INTRODUCTION

---

L'intervention de Géovariances s'inscrit dans le cadre de la mise en place d'une plate-forme de cartographie automatique en temps réel de l'ozone en période estivale sur la région Poitou-Charentes. Cette plate-forme vise à fournir au grand public, via internet :

1. une prévision régionale issue de Prév'Air pour le lendemain,
2. une cartographie en temps réel de la concentration en ozone à partir des données mesurées (non validées),
3. éventuellement une cartographie moyenne en fin de journée sur les 8h sujettes aux plus fortes concentrations.
4. en début de journée les cartographies de la veille après validation des niveaux d'ozone observés.

Cette cartographie intégrera à l'aide d'outils géostatistiques à la fois les mesures d'ozone horaires aux stations fixes, des mesures reconstituées aux pseudo-stations ainsi que la prévision du modèle Chimère.

La procédure doit être mise en service pour l'été 2004.

Ce rapport synthétise les observations réalisées lors des visites effectuées les 1<sup>er</sup>-2 mars et 18-19 mai 2004 à ATMO POITOU-CHARENTES par Nicolas Jeannée (Géovariances), en présence de Fabrice Caïni, de Laure Malherbe (INERIS) et de Giovanni Cardenas (INERIS, absent lors de la 1<sup>ère</sup> session).

## 2 VISITE DE MARS : ANALYSE METHODOLOGIQUE

---

### 2.1 DONNEES DISPONIBLES

Les données disponibles pour produire en temps réel (toutes les 3h, voire toutes les heures en période de pic de pollution) une cartographie de la concentration horaire en ozone sur la région Poitou-Charentes sont :

- les stations de mesure du réseau ATMO,
- les pseudo-stations, fournissant des concentrations en ozone reconstituées,
- les sorties de Prév'Air et en particulier du modèle Chimère.

#### 2.1.1 Stations de mesure et pseudo-stations

18 stations de mesure sont disponibles sur la région, essentiellement au niveau des agglomérations (La Rochelle, Niort, Angoulême et Poitiers). Parmi ces stations, 14 stations de fond sont utilisées pour la cartographie. Ces stations sont complétées par un réseau de 18 stations émanant des régions voisines, afin d'améliorer l'estimation de l'ozone aux frontières de la zone d'étude.

Une attention particulière devra être apportée lors du travail à la variabilité élevée des niveaux d'ozone mesurés aux stations urbaines (proches dans certains cas de moins de 1 km, comme à Poitiers) : problème de cohérence des dépassements pour des stations proches, etc.

Un travail important a été initié il y a plusieurs années à ATMO POITOU-CHARENTES afin de rendre possible une cartographie de l'ozone sur la région en complétant le réseau de stations par des « pseudo-stations » : à partir de campagnes mobiles et de variables quantitatives et qualitatives liées à la concentration en ozone, le tout constituant une base d'apprentissage, un modèle de type ANACOVA permet la prévision du niveau de concentration en ozone en 18 points venant compléter le dispositif des stations fixes.

L'intérêt de ces pseudo-stations est indiscutable ; il serait néanmoins bon de prendre en compte lors de la cartographie de l'ozone l'incertitude plus élevée que l'on leur accorde par rapport aux « vraies » stations de mesure (stations fixes). Le krigeage avec variance de l'erreur de mesure permet cela et sera discuté dans la suite. Certaines pseudo-stations fournissent des résultats quasi-systématiquement douteux et devraient être éliminées de la procédure automatique. Il est en outre possible d'inclure dans la procédure un test de détection en temps réel des pseudo-stations a priori mal estimées, mais cela n'est pas envisagé dans un premier temps.

### 2.1.2 Sorties de Prév'Air

Le modèle Chimère fournit actuellement une prévision de la concentration horaire en ozone sur une maille de  $0.5^\circ$  par  $0.5^\circ$  (ce qui correspond à 30-40km en latitude et 56km en longitude) au niveau régional<sup>4</sup>.

L'intégration dans la cartographie des deux types de données disponibles, mesures aux stations (ou pseudo-stations) et sorties Chimère, nécessite de considérer les caractéristiques et limites propres à chaque source d'information :

- Les stations de mesure fournissent des informations plus précises localement que le modèle, mais dont la représentativité spatiale peut être relativement limitée.
- Le modèle Chimère permet de restituer les champs de concentration d'ozone à plus large échelle mais rend compte plus difficilement de certains phénomènes (problèmes en zone de littoral, nébulosité, phénomènes locaux, etc.).

Dans le cas présent, il a été décidé de privilégier les données d'observation lors de la cartographie en temps réel des champs de concentration d'ozone du fait notamment que la densité d'information des stations est plus importante que celle du modèle sur la région considérée. Le cokrigeage est ainsi préféré au krigeage avec dérive externe.

## 2.2 MODELISATION

Vu l'objectif de communication auprès du grand public, il est important de se focaliser tout d'abord sur les étapes essentielles de la procédure et de chercher à en garantir la robustesse. Des améliorations éventuelles seront ensuite envisageables, si elles s'avèrent désirables au vu des premiers résultats.

### 2.2.1 Analyse variographique

Par rapport au travail actuellement réalisé sous R :

- Aucune raison de faire varier le pas de calcul du variogramme, la configuration des données étant fixée,
- Retirer les paires gênantes et les points mal ré-estimées par validation croisée (abandonné) est discutable.

---

<sup>4</sup> Un raffinement de cette maille à 10 km par 10 km est prévu pour l'été 2004.

Le pas de calcul du variogramme expérimental est fixé après analyse à 20 km. Il est envisageable de combiner un pas de calcul à petite distance, 10km, puis à 20 km (Export, concaténation et Ré-import des fichiers paramètres), mais ce n'est pas simple. La valeur ajoutée de cette combinaison ne semblant pas probante, elle n'est pas considérée dans un premier temps.

L'analyse bivariable avec les points de Chimère nécessite les étapes suivantes :

- Migration des points de Chimère aux stations : influence de la technique (migration « rapide », krigeage avec un modèle linéaire automatique).
- Analyse de la corrélation et de la structure spatiale entre la prévision de Chimère et les mesures aux stations. Structures de base : effet de pépite + structure gaussienne de portée de l'ordre de 50 km + linéaire à grande échelle. Remplacer l'effet de pépite par une structure de faible portée (5 à 10 km) pour respecter les valeurs d'ozone, en particulier urbaines.
- Variabilité temporelle de la structure spatiale : afin de prendre en compte cette variabilité temporelle, un ajustement automatique des paliers des structures de base des variogrammes est possible. Néanmoins, cet ajustement automatique peut éventuellement conduire, dans le cas de fluctuations statistiques des variogrammes à petite distance, à des configurations sources d'instabilité numérique (structures très lisses)<sup>5</sup>.
- Si cela s'avère le cas, il pourra être envisagé de travailler à modèle de variogramme constant sur certaines périodes, car :
  - Ne nous intéressant pas à l'incertitude associée à l'estimation, seule l'importance relative de chaque structure de base par rapport à la variabilité totale aura une influence, et non les valeurs « absolues » des variogrammes ;
  - Ces fluctuations statistiques sont également issues de la connaissance uniquement fragmentaire du phénomène (50 points de stations et pseudo-stations, 72 points de Chimère).
- Une solution intermédiaire consisterait à utiliser pour chaque heure un variogramme moyenné avec l'heure ou les deux heures précédentes. Cela permettrait de prendre en compte la variabilité temporelle du phénomène tout en s'affranchissant d'une partie des fluctuations spatiales horaires. Cette solution sera implémentée dans Isatis avant l'été.
- Ne conserver au niveau des agglomérations qu'une station urbaine, probablement celle fournissant la concentration horaire maximale en ozone : défendable en termes de communication, et évite les instabilités numériques potentielles liées à une structure très lisse associée à des stations proches avec des niveaux d'ozone mesurés différents (poids de krigeage négatifs).

### 2.2.2 Estimation des concentrations en ozone

- Regroupement du fichier de stations seules et des points de Chimère à 50 km dans un nouveau fichier pour l'estimation par cokrigeage en configuration hétérotopique.
- Cokrigeage mesures ozone – prévision Chimère.

## 2.3 AUTOMATISATION DES TACHES

### 2.3.1 Pré-traitements

Calcul de pseudo-stations sous MATLAB actuellement, doit être passé sous R. Tests statistiques et sélections des stations urbaines à conserver sous R.

---

<sup>5</sup> Il conviendra également de prendre garde à l'ordre de définition des structures de base dans le modèle de variogramme, ce dernier pouvant avoir une influence sur l'ajustement automatique.



Export vers Isatis de fichiers ASCII horaires :

- Stations : « Nom X Y O3 Selection », où sélection est une variable de type 0/1 excluant les stations urbaines à ne pas retenir lors de l'analyse.
- Chimère : « X Y O3\_prévu » pour la prévision brute de Chimère.

### 2.3.2 Analyse variographique et estimation

Les fichiers journaux permettent l'automatisation de l'ensemble des tâches géostatistiques avec Isatis :

- Import ASCII des données mesurées et des prévisions Chimère, à l'aide de fichiers « entêtes ».
- Migration des prévisions Chimère aux stations.
- Analyse variographique bivariable.
- Ajustement automatique du modèle de variogramme.
- Création du fichier hétérotopique entre mesures aux stations et prévision Chimère.
- Cokrigage stations / prévisions Chimère.
- Export ASCII du champ estimé.

### 2.3.3 Post-traitements

Export d'un fichier ASCII de type « X Y O3\_estimé » pour sortie GMT et communication via un site internet.

La question de l'export ODBC a été soulevée.

## 2.4 DEVELOPPEMENTS ULTERIEURS

A envisager si l'analyse des résultats de la procédure automatique met en évidence certaines faiblesses :

- Variance de l'erreur de mesure pour les pseudo-stations.
- Introduction de contraintes sur les paliers des structures de base lors de l'ajustement automatique des variogrammes simples et croisé.
- Réduction du pas de calcul du variogramme expérimental à petite distance.
- Prise en compte de l'anisotropie : utilisation du voisinage ?
- Intégration de variables auxiliaires type Corine Land Cover (distinction agglomération / campagne)
- Analyse en termes de risque, cartes de vigilance : espérance conditionnelle ?

## 3 VISITE DE MAI : MISE EN ŒUVRE DE LA PROCEDURE

---

Suite à la visite de mars, une phase préliminaire consistait à tester, sur l'été 2003, les différents paramètres de la procédure, en particulier l'analyse variographique bivariable automatique et le cokrigage. Les résultats de cette analyse préliminaire constituaient en partie l'objet de la seconde intervention de Géovariances à ATMO Poitou-Charentes.

### 3.1 ANALYSE VARIOGRAPHIQUE BIVARIABLE STATIONS / PREVISION CHIMERE

*Remarque :* Attention au risque de valeurs de concentrations négatives issues de reconstitutions de mesures (ajouter un test dans la procédure R ou dans Isatis). Plusieurs tests de la procédure R ont été réalisés durant la visite, et certaines sources de blocage non prévisible de la procédure ont été identifiées.

Analyse des structures spatiales de 2003 : la variabilité à petite distance plus élevée la nuit reste à expliquer (mauvaise reconstitution ou bien vraiment lié au phénomène ?). Calcul de

variogrammes normés pour simplifier la comparaison. Analyse à finaliser suite à la modification de coordonnées de certaines stations mobiles.

Le modèle de variogramme bivariable final entre les stations et la prévision de Chimère est ajusté pour l'ensemble de l'été à partir d'un scénario moyen de 2003 et de la connaissance du phénomène. Distinguer éventuellement des modèles moyens différents pour le jour et la nuit.

Cette structure « moyenne » est à préférer à un modèle de variogramme bivariable calé automatiquement pour chaque heure. En effet, au vu des données disponibles (22 stations et pseudo-stations), les structures simples et croisées expérimentales ne sont pas robustes et peuvent conduire à des modèles de variogramme peu cohérents par rapport à la connaissance du phénomène (exemple : corrélation négative observée entre les stations et les prévisions Chimère à grande distance, peu réaliste).

### **3.2 INTEGRATION DU CADASTRE D'EMISSIONS ANNUEL EN NOX A 2 KM**

Chimère intègre un cadastre d'émission, mais pas à une échelle fine. D'où la volonté d'utiliser le cadastre NOx à 2km construit par ATMO Poitou-Charentes.

L'intégration de ce cadastre est néanmoins délicate à envisager en raison de la faiblesse et du manque de stabilité des corrélations observées avec la composante des concentrations mesurées aux stations non expliquée par Chimère.

Donc, intégrer ce cadastre dans la procédure automatique n'est pas recommandé.

### **3.3 ESTIMATION**

#### **3.3.1 Maille d'estimation**

2 km pour le moment, en raison de limites d'import des résultats au sein de la BD MySQL.

#### **3.3.2 Echelle de couleurs**

Le choix de l'échelle de couleurs est lié à l'objectif de la procédure : communiquer en temps réel les niveaux d'ozone observés auprès du grand public. Cette procédure n'aura donc pas pour objectif d'être la plus fine possible, mais d'être robuste. L'échelle de couleur utilisée pour l'ensemble de l'été ira de 0 à 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  avec un pas de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### **3.3.3 Type d'estimation**

Suite au resserrement de Chimère à une maille de 10 km de côté, un cokrigeage classique devient difficile à mettre en œuvre (problèmes de voisinage etc). Donc, cokrigeage colocalisé, avec une migration préalable des données de Chimère de la grille de 10 km vers la grille d'estimation de 2 km (krigeage rapide avec un modèle linéaire automatique et un voisinage glissant prenant en compte les 10 points les plus proches).

#### **3.3.4 Variance de l'erreur de mesure pour les pseudo-stations**

Pour l'instant, déduite d'une largeur d'intervalle de confiance supposé égal à 15% de la concentration mesurée, en attendant que les incertitudes associées aux modèles de reconstitution puissent être calculées. Cette largeur, égale à 4 écart-types, est donc divisée par 4 et élevée au carré pour fournir une variance d'erreur de mesure utilisable par Isatis.

#### **3.3.5 Prise en compte des stations urbaines**

Problème de représentativité des stations urbaines par rapport à leur impact sur la cartographie finale.

Pour l'agglomération de la Rochelle, en raison des moyens mobiles disponibles, l'ensemble des stations urbaines est pris en compte.

Pour les autres agglomérations de la région (Poitiers, Angoulême), les stations les moins représentatives sont retirées de la procédure.

### **3.4 PROCEDURE FINALE**

Un fichier journal Isatis est lancé par l'intermédiaire d'une commande système encapsulée dans une routine R, qui récupère notamment les données à traiter depuis la base de données MySQL (La version UNIX/Linux d'Isatis ne disposant pas pour le moment d'import ODBC). Une fois l'estimation réalisée dans Isatis, la grille résultat est exportée sous forme de fichier ASCII pour être exploitée à l'aide du logiciel GMT.

