



HAL
open science

Evaluation de deux modèles de dispersion atmosphérique: systèmes ADSO et AIRVIRO

André Carrau, Bunthai Chhuon, André Wroblewski

► **To cite this version:**

André Carrau, Bunthai Chhuon, André Wroblewski. Evaluation de deux modèles de dispersion atmosphérique: systèmes ADSO et AIRVIRO. Journée de l'AFITE "Risques technologiques et pollution de l'environnement quels outils pour les prévoir et les maîtriser", Oct 1996, Lyon, France. pp.31-38. ineris-00971981

HAL Id: ineris-00971981

<https://ineris.hal.science/ineris-00971981>

Submitted on 3 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

EVALUATION DE DEUX MODELES DE DISPERSION ATMOSPHERIQUE : SYSTEMES ADSO ET AIRVIRO

André CARRAU¹, Bunthai CHHUON¹, André WROBLEWSKI²
¹I.N.E.R.I.S., ²Ecole des Mines de Douai

1. INTRODUCTION

Il existe, depuis de nombreuses années, des modèles de dispersion atmosphérique de polluants permettant d'étudier l'impact de sources d'émissions sur l'environnement. Cependant ces dernières années, les progrès constants en matière d'informatique et l'attention croissante portée aux problèmes de gestion de la pollution atmosphérique urbaine ont permis la mise au point et la commercialisation de modèles permettant l'analyse de phénomènes plus complexes. Dans le cadre des activités du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), le ministère de l'Environnement a chargé l'Ecole des Mines de Douai et l'INERIS d'évaluer deux modèles permettant la prise en compte de la pollution atmosphérique urbaine, le modèle AIRVIRO de la société INDIC et le modèle ADSO-HERMES de la société ARIA Technologies.

Nous avons élaboré un programme de travail ayant pour objectif la critique des fonctionnalités de ces modèles. La première partie de ce programme comprend la recevabilité des différents systèmes, c'est-à-dire l'étude de l'architecture, de l'ergonomie des produits, mais aussi l'inventaire de leurs différentes fonctions. La deuxième partie comprend les tests d'évaluation concernant les modules de vent et de dispersion.

L'application de ce programme de travail constitue la première étape de l'examen de ces systèmes. Après l'étude de l'algorithme et des fonctions des systèmes, il sera en effet

nécessaire de valider ces logiciels en confrontant les résultats des simulations à ceux des mesures sur les sites industriels et urbains.

2. Méthodologie de l'évaluation

Le processus d'évaluation établi par les deux organismes comprend les phases suivantes :

2.1. RECEVABILITE

2.1.1. Réception des logiciels

Il s'agit de déterminer l'ensemble des informations portant sur l'acquisition et l'installation des logiciels : fournisseur, prix, matériels nécessaires, installation sur l'ordinateur, documents fournis, formation sur le logiciel, ainsi que le niveau requis de l'utilisateur.

2.1.2. Architecture du logiciel

Cette étape comprend l'identification de l'ensemble des fonctions des logiciels, la description de ces fonctions ainsi que l'analyse de l'architecture de l'ensemble des produits :

- analyse de la mise en oeuvre d'un cas d'étude (logique, convivialité, durée d'exécution),
- description de chaque module ou fonction : but, architecture, paramètres d'entrées et de sortie, aides,
- communication entre les différents modules, critère de choix d'un module,
- possibilité de modification des paramètres, contrôle de la cohérence des paramètres d'entrées.

2.1.3. Outils d'analyse

Les résultats fournis par les logiciels de modélisation peuvent être présentés de multiples manières. L'objectif est de recenser l'ensemble des possibilités offertes par ces produits :

- identification et test de l'ensemble des résultats fournis : graphes, statistiques, tableaux (percentiles, doses ...),
- possibilité de résultats partiels (résultat par module de calcul, par paramètre ...),
- possibilités, facilités d'emploi et qualité de la documentation de l'outil graphique.

2.2. EVALUATION

Dans cette phase, la validité des résultats par rapport aux algorithmes annoncés est testée et la cohérence des résultats par rapport au phénomène physique étudié est vérifiée. A ce stade de l'étude, une étude paramétrique est effectuée et sert de base pour une validation.

2.2.1. Emission

Une attention particulière est apportée aux points suivants :

- type de source : ponctuelle, surfacique, linéique ...
- trafic automobile : fréquence, type de véhicule, débit d'émission, type de polluant,
- émissions variables : saisonnières, fréquence d'émission,
- estimation de la surhauteur.

2.2.2. Générateur de champ de vent et de température

L'établissement des champs de vent et de température se fait, dans ces logiciels, à l'aide de méthodes d'interpolation.

L'examen de ces méthodes ne prend en compte que leur validité par rapport au phénomène physique en faisant abstraction de leurs caractéristiques mathématiques et numériques.

Afin de vérifier le bon établissement de ces champs de vent et de température, les différentes méthodes d'interpolation sont testées sur un champ de vent au dessus d'une plaque plane. Leur comportement est étudié en faisant varier par exemple la vitesse initiale sur un axe du champ ou un axe perpendiculaire, la température ambiante, la viscosité dynamique et la rugosité du sol.

De plus, l'influence de la topographie est prise en compte en soumettant le champ à différentes configurations telles qu'une ou plusieurs marches, pentes douces, îlots et vallées.

2.2.3. dispersion

Les différents modèles de dispersion disponibles dans les logiciels sont étudiés.

- *Modèles à panache gaussien et à bouffées*

L'effort portera sur le comportement de ces modèles vis à vis de la quantité et de l'espèce émise, des conditions météorologiques, de l'appauvrissement (dépôt sec et humide), du type de la source et de l'influence du terrain (rugosité, relief, obstacles).

- *Modèles de rue*

L'influence des immeubles (largeurs, hauteurs) et de la vitesse du vent sera étudiée.

- *Modèles à grille (modèle eulerien)*

On étudie l'influence :

- des conditions limites au sol (rugosité) et au sommet (hauteur de mélange),
- de la température du sol et ambiante (afin d'étudier les échanges convectifs),
- de la vitesse du vent (variation dynamique le long d'un axe),
- de la topographie (de la même manière que pour l'établissement du champ de vent et de température).

De plus, une attention particulière est apportée notamment sur l'influence du nombre de points de discrétisation du domaine et sur la préservation du schéma numérique de la symétrie.

Le travail d'évaluation consiste donc en une critique des fonctionnalités des deux produits. Il sera atteint par l'analyse des équations physiques résolues et par l'analyse du fonctionnement général du produit en un premier temps et par la confrontation à des résultats théoriques et bibliographiques dans un deuxième temps. Dans le cadre de cette présentation, seul le premier point est abordé.

3. Présentation sur la base de la recevabilité

3.1. AIRVIRO version 2.11.08

Le système AIRVIRO est conçu pour une gestion globale de la pollution atmosphérique sur un site. Le but est de centraliser tout autant que de traiter l'information sur un site afin de concevoir un outil d'aide à la décision dans la gestion du site. Le système AIRVIRO est construit autour d'un environnement de travail à fenêtres, au travers duquel toutes les fonctions du logiciel peuvent être appelées.

Ce système est constitué de différents modules pour offrir de manière synthétique l'ensemble des données nécessaires à une analyse routinière de la pollution atmosphérique.

C'est la version 2.11.08 qui est en cours d'évaluation.

Les différents modules sont :

- *Emission Data Base (EDB)*

La base de données du système AIRVIRO comprend l'ensemble des paramètres traités par le système tels que la topographie du site, les données météorologiques et des émissions, les mesures de pollution, les résultats des simulations,

- *Dispersion Module*

Il est constitué de quatre modèles de dispersion :

- « GAUSS MODEL » qui permet le calcul des sources de rejets constants à l'aide d'un modèle gaussien
- « CANYON MODEL » qui permet la détermination de la concentration moyenne de polluant émis dans la rue par l'activité automobile,
- « GRID MODEL » qui permet l'évaluation de l'ensemble des retombées de polluants émis par une zone urbaine,
- « HEAVY GAS » qui permet le calcul des retombées d'un rejet accidentel sur la base d'une formulation statistique.

- *RECEPTOR*

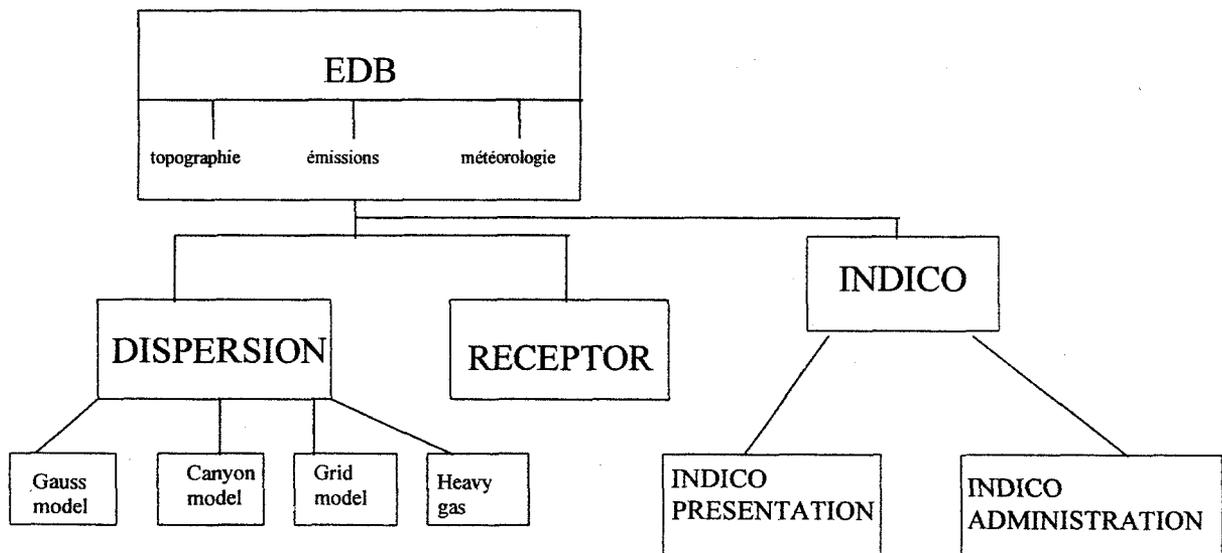
Ce module permet d'estimer la probabilité de présence d'une source en fonction des mesures de polluants et des conditions météorologiques du site.

- *INDICO*

Il constitue un ensemble d'outil d'analyse et de présentation du système et comprend :

- Indico Presentation permettant l'exploitation graphique de l'ensemble des données de EDB,
- Indico Administration permettant la gestion de l'ensemble des protocoles de communication entre la base de données et les stations de mesures.

L'architecture du logiciel AIRVIRO peut se résumer de la façon suivante :



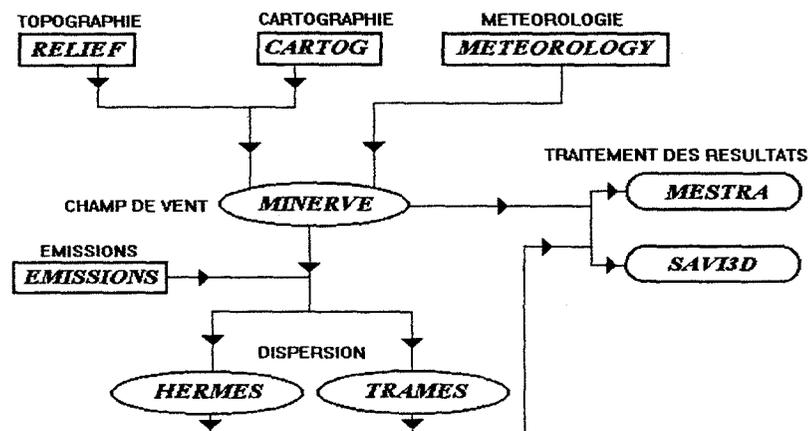
3.2. ADSO version 7

Le système ADSO, version 7, est un système d'analyse de la dispersion atmosphérique intégrant la topographie complexe du site, les émissions variables des polluants et les données météorologiques. Par sa capacité à simuler à grande échelle et sur des temps importants, il est particulièrement adapté à l'analyse des risques chroniques pour les sites industriels et urbains. Le système ADSO est un système ouvert articulé autour d'une base de données et d'une bibliothèque de sous-programmes dont les principaux modules sont :

- le module RELIEF qui définit la topographie du terrain
- le module CARTOG qui définit la carte du site étudié comme l'emplacement des usines, des routes, des cheminées, des stations météorologiques, etc.
- le module EMISSIONS qui définit l'émission des polluants (nature de l'espèce, type de la source et évolution de chaque source)
- le module METEOROLOGY qui permet de définir les stations météorologiques au sol ou en altitude et ensuite d'enregistrer les données relatives à la température et au vent pour chaque station.
- le module MINERVE qui permet, à partir de ces données météorologiques, de déterminer le champ des vitesses du vent en prenant en compte l'effet de relief du site. La modélisation du code MINERVE est basée sur l'interpolation des valeurs imposées aux points de mesure tout en résolvant l'équation de la conservation de la masse.
- le module TRAMES qui calcule la dispersion à l'aide d'un modèle de dispersion gaussienne à bouffée suite à des rejets ponctuels.
- le module HERMES qui calcule le transport et la dispersion atmosphérique des polluants. Il s'agit d'un code tridimensionnel qui résout les équations de la mécanique des fluides appliquées à l'atmosphère sur des domaines à topographie complexe.

les modules MESTRA et SAVI3D permettent la visualisation, respectivement en 2D et en 3D, des résultats obtenus à partir de MINERVE, HERMES et de TRAMES.

L'architecture générale du logiciel ADSO peut se résumer à l'aide du graphe suivant :



3.3. Comparaison ADSO version 7-AIRVIRO version 2.11.08

Les résultats de recevabilité peuvent se résumer suivant le tableau suivant :

	ADSO-HERMES	AIRVIRO
ARCHITECTURE		
interface	fenêtres graphiques et menus déroulants	fenêtres graphiques
espace de travail	un seul utilisateur pas de gestion de l'espace de travail	gestion des espaces de travail entre les utilisateurs
système	système modulaire et ouvert	système intégré et fermé
DOCUMENTATION	documentation théorique et d'utilisation peu d'aide en ligne	aide en ligne documentation utilisateur
TERMES SOURCES		
type	ponctuel, surfacique, linéique (surfacique non encore opérationnel)	ponctuel, surfacique, linéique
gestion automobile	trafic en cours d'incorporation	oui
surhauteur	formules de Briggs, Concawe, Holland, Anfossi	formule de Briggs
MODULE DE CALCUL		
champ de vent	MINERVE: champ de vent 3D par interpolation et vérifiant équation de conservation de la masse	Modèle de Danard : champ de vent à un niveau en coordonnées sigma
modèle gaussien	TRAMES: méthode des bouffées	Hanna
modèle eulérien	HERMES: résolution 3D des équations de la mécanique des fluides	grid modèle: résolution stationnaire de l'équation d'advection diffusion
TRAITEMENT DES RESULTATS		
visualisation	visualisation 2D et 3D de toutes variables calculées (vecteur vitesse, concentration, température...)	sortie sous forme d'isoconcentrations planes
analyse statistique	non	oui
FIABILITE DU LOGICIEL		
fonctionnement	arrêt intempestif	aucun incident
sauvegarde des données	données toujours préservées	données toujours préservées

4. Conclusion

La phase de recevabilité a seule été examinée ici.

Le système Airviro a pour objectif de centraliser l'ensemble des informations nécessaires à la bonne compréhension d'un problème de pollution atmosphérique. Il est ainsi conçu comme un outil d'aide à la décision dans la gestion d'un site.

Ce système est bâti sur l'intégration très poussée de l'ensemble des éléments dans un seul logiciel. L'intérêt pour l'utilisateur est de n'être confronté qu'à un seul type d'interface.

De par l'excellente qualité de l'interface, l'importance et la clarté de la documentation et de l'aide en ligne et sa fiabilité, Airviro est un système parfaitement accessible en utilisation opérationnelle à des utilisateurs n'ayant que de faibles notions de modélisation de polluants atmosphériques.

Toutefois, Airviro, est un système fermé et donc peu souple pour l'utilisateur. Ainsi, la grande rigidité du système offre très peu d'outils d'analyse. Par exemple, les seules informations disponibles sur le système sont des champs de vent plan sous forme de cartographie difficilement interprétable et des champs de concentration sous forme de graphique ou de matrice numérique. De ce fait, pour que les résultats soient exploitables il convient de confier à un utilisateur expérimenté la mise en place du système sur un site.

Le système Adso, quant à lui, se présente plus comme un outil d'analyse de la dispersion atmosphérique. Ainsi, au contraire d'Airviro, Adso est un système ouvert par l'accès aux paramètres de calcul et puissant par les phénomènes physiques pris en compte (par exemple un module 3D de calcul de dispersion avec modélisation de la turbulence). L'utilisateur dispose également d'outils de visualisation 2D et 3D très performants pour l'analyse des résultats. Par contre, dans la version actuelle, il est dommage que le système ne dispose pas d'un traitement d'impact statistique et d'une visualisation de l'évolution temporelle d'un paramètre.

Par ailleurs, le système manque de convivialité par la lourdeur des manipulations nécessaires lors de la création d'un cas d'étude et par des arrêts intempestifs du processus. Ceci est d'autant dommageable que, malgré une documentation théorique importante, le manuel d'utilisation et l'aide en ligne ne sont pas assez développés.

Ainsi, Adso offre une importante latitude dans le traitement d'un cas mais n'est pas encore accessible à un public non spécifiquement formé aux manipulations informatiques et suffisamment averti des procédés mis en oeuvre.

Après cette étape de recevabilité, la suite de ce travail portera sur l'évaluation proprement dite et en particulier sur la pertinence des résultats obtenus par les modules de calcul.