

Prédiction de la concentration d'un polluant dans l'air à proximité d'une route

Hassane Graïne

Centre de Recherche de Birine. B.P. : 180 Ain Oussera – Djelfa ALGERIE

Tél : 027-87 29 21 / 027-87 29 35. Fax : 027- 87 42 80

email : graine hassan@yahoo.fr

Mots clé : *Dispersion atmosphérique, polluant, monoxyde de carbone, dioxyde d'azote.*

1. Introduction

La ville de Aïn-Oussera est une ville de la Wilaya de Djelfa, elle est située à 100 Km au nord de Djelfa, et 200 Km au sud d'Alger. Elle connaît un accroissement considérable de sa population, en raison notamment des migrations des villes et villages environnants. C'est la deuxième grande ville de la Wilaya, de par le nombre de ses habitants. Cet accroissement de la population est suivi aussi par un accroissement du trafic routier.

Nous proposons de faire une première estimation de l'impact de ce trafic sur l'environnement.

2. Polluants

Les véhicules à moteur émettent beaucoup de types de polluants comprenant les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils (VOCs), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂), les particules en suspension, le dioxyde de soufre (SO₂) et le plomb.

2.1. Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, de densité voisine de celle de l'air, inodore. Il est aussi légèrement soluble dans l'eau et, très toxique ; il a une plus grande affinité pour l'hémoglobine que l'oxygène. Une fois inhalé il est toxique.

2.2. Monoxyde et dioxyde d'azote (NO et NO₂)

Les oxydes d'azote concourent avec les oxydes de soufre au phénomène d'acidification des pluies et des sols. Ils participent également à l'eutrophisation des eaux, phénomène marqué par la prolifération d'espèces végétales à cause notamment d'apports d'azote dans le milieu. Il joue également un rôle important dans les réactions atmosphériques qui produisent de l'ozone ou le smog au niveau du sol.

3. Modélisation de la Qualité de l'Air

Puisque nous ne pouvons pas mesurer la pollution atmosphérique dans chaque endroit où elle se produit, des modèles sont employés pour simuler la dispersion des polluants atmosphériques loin des sources d'émission, et pour estimer les concentrations de pollution au niveau du sol.

3.1. Le code de calcul CALINE3

CALINE3 est un modèle pour évaluer les niveaux de pollution autour des routes. Pour calculer la concentration: CALINE3 divise la route en une série d'éléments à partir desquels les concentrations partielles en un point sont calculées puis additionnées. Chaque élément est considéré comme une source linéaire finie, normale au vent et centré au milieu de l'élément. La concentration au vent est calculée par la formule gaussienne classique où l'axe X est dirigé selon la direction du vent. L'équation Gaussienne de base utilisée par le code de calcul CALINE3 est la suivante :

$$dC = \frac{q \cdot dV}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp(-y^2/2\sigma_y^2) \left(\exp\left(\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right) \quad (1)$$

dC : Incrément de la concentration.

q : émission.

u : vitesse du vent.

H : Hauteur de la source.

σ_y , et σ_z : Paramètres de dispersion horizontale et verticale.

Developpé par California Department of Transportation. Il est basé sur l'équation de diffusion Gaussienne et utilise le concept de la zone de mélange pour caractériser la dispersion du polluant le long de la route, et il traite chaque source linéique (route linéaire) comme élément de source. Les paramètres de dispersion vertical et horizontal sigma y et sigma z sont modifiés afin d'y ajouter les effets de la rugosité des surfaces, le temps moyen ainsi que la turbulence induite par le véhicule. Le modèle CALINE-3 requière des données météorologiques incluant la vitesse et la direction du vent, la stabilité atmosphérique et la hauteur de mélange. La classification Pasquill de stabilité est utilisée avec les coefficients courants. L'intensité de la source est calculée en utilisant les facteurs d'émission du polluant et le volume du trafic. Chaque segment est caractérisé par la largeur de la route où l'émission de substances polluantes est considérée uniforme et où les principaux mécanismes impliqués sont la turbulence mécanique des véhicules et la turbulence thermique créée par les hautes températures des gaz d'échappement. Compte tenu de la turbulence mécanique, la largeur de la route doit être majorée sur les deux cotés en fonction de la vitesse des véhicules; sauf dans le cas où la vitesse des véhicules est faible.

4. Elaboration des données d'input.

L'évaluation des concentrations en polluants de l'air, nécessite ;

- (a) les caractéristiques thermodynamique et géométriques des émissions;
- (b) les substances polluantes relâchées;
- (c) le type d'émission;
- (d) le relief du territoire et la nature des édifices dans le voisinage;
- (e) la météorologie du site ainsi que de l'aire intéressée.

En considérant que le parc véhicules soit constitué à part égale de véhicules à essence et de véhicules à diesel, nous considérons un facteur d'émission moyen pour NOx de l'ordre de 1.2 g/Km, avec des valeurs moyennes de 1.7 et 0.7 g/Km, respectivement pour les moteurs à essence et à diesel. L'une des causes majeures d'incertitudes, réside dans l'évaluation du facteur d'émissions des véhicules. Un paramètre important intervenant dans l'estimation des émissions est la composition du parc de véhicules : âge et type de véhicule, carburant utilisé.

Données de base:

La source est du type rectiligne (route), de largeur 10 m, à orientation N-S.

Les valeurs considérées sont:

- flux du trafic: 200 véhicules / heure
- taux d'émission en CO : 20 g / Km véhicule
- taux d'émission en NO : 1.2. g / Km véhicule
- vitesse du vent = 1 m/s
- Rugosité du terrain : 0.08 m

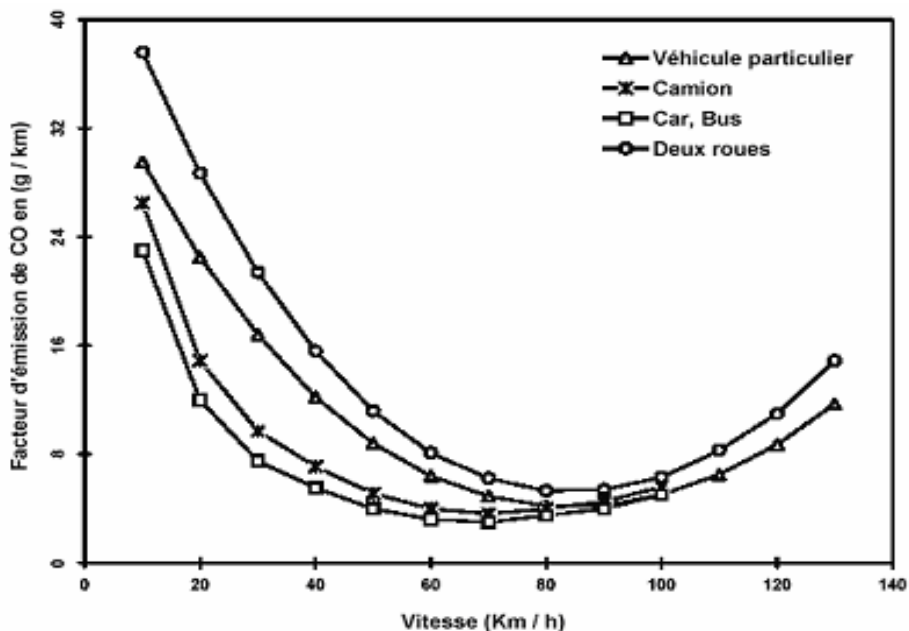


Figure 1 : Facteurs d'émission de CO des véhicules sans catalyseurs.

Tableau 1 : Fréquence selon la direction du vent

Secteur	Nord	N-E	Est	S-E	Sud	S-O	Ouest	N-O	
Fréquence %	19	9	14	5	9	11	23	10	100

5. Résultats

Dans les figures suivantes nous montrons la variation de la concentration en fonction de la distance de l'axe routier pour différentes directions du vent et classes de stabilités atmosphériques. Nous avons choisi une vitesse du vent de 1 m/s, parce que les vents plus forts provoquent une grande dilution et, par conséquent, des concentrations très faibles. Dans le cas où la direction du vent est parallèle à la route, les valeurs de concentration en CO les plus élevées sont enregistrées à proximité de la route. En outre, pour les autres direction de vent, les valeurs les plus élevées sont entre 10m et 15m de l'axe de la route. Les valeurs de concentration les plus élevées, sont obtenues par la classe de stabilité atmosphérique nocturne F. Pour des distances supérieures à 100 m de la route, les concentrations en CO sont dans tous les cas inférieures à 0.3 ppm.

6. Conclusion

A partir de ces calculs on déduit que l'effet des routes extra urbaines sur la diffusion des polluants atmosphériques, liée au trafic automobile, reste confinée à l'intérieure d'une zone de l'ordre de 250 m de part et d'autre de la route. Au delà de cette zone, le facteur d'atténuation de la concentration des polluants est de l'ordre de 10. Le modèle utilisé apporte une estimation pour une première évaluation de l'impact sur la qualité de l'air du trafic routier; nous avons cherché à fournir aussi une estimation quantitative de la source et des niveaux relatifs de concentrations. Les difficultés dans l'évaluation de la source pourront être surmontées à travers la mise en place d'un système de monitoring, aussi bien pour l'affluence des véhicules, que pour les données météorologiques et la qualité de l'air. L'utilisation des modèles de dispersion, conduira à une distribution spatiale de concentration plus proche à la réalité.

Références

- 1- CALINE3 - A Versatile Dispersion Model for Predicting Air Pollutant Levels Near Highways and Arterial Streets by Paul E. Benson Office of Transportation Laboratory California Department of Transportation

- 2- Paul Degobert « Automobile et pollution », Edition Technip 1992, ISBN : 2-7108-0628-2.
- 3- « Elaboration d'un indice d'exposition à la pollution atmosphérique d'origine automobile à l'usage des études épidémiologiques » C. Sacre, M. Chiron, J.P. Flori. The Science of the Total Environment 169 (1995) 63-69.
- 4- « A line source model for Delhi » P. Goyal, T.V.B.P.S Rama Krishna. Transposition Research Part D4 (1999) 241-249. Pergamon 1999.
- 5- Nachida KASBADJI MERZOUK Thèse de Doctorat "Evaluation du Gisement énergétique Eolien Contribution à la Détermination du profil Vertical de la Vitesse du Vent en Algérie». Université Abou Bekr Belkaïd de TLEMCEM, 2006
- 6- US_EPA (1995):A user's guide for the CALMET meteorological model; EPA-454/B-95-002
- 7- US_EPA (1995):A user's guide for the CALPUFF dispersion model; EPA-454/B-95-006

Cimorelli A.J., S.G. Perry, A. Venkatram, J.C. Weil, R.J. Paine, R.B. Wilson, R.F. Lee, W.D. Peters, R.W. Brode, J.O. Pauimer (2002): "AERMOD: description of model formulation" – US-EPA 454/R-02-002d.&

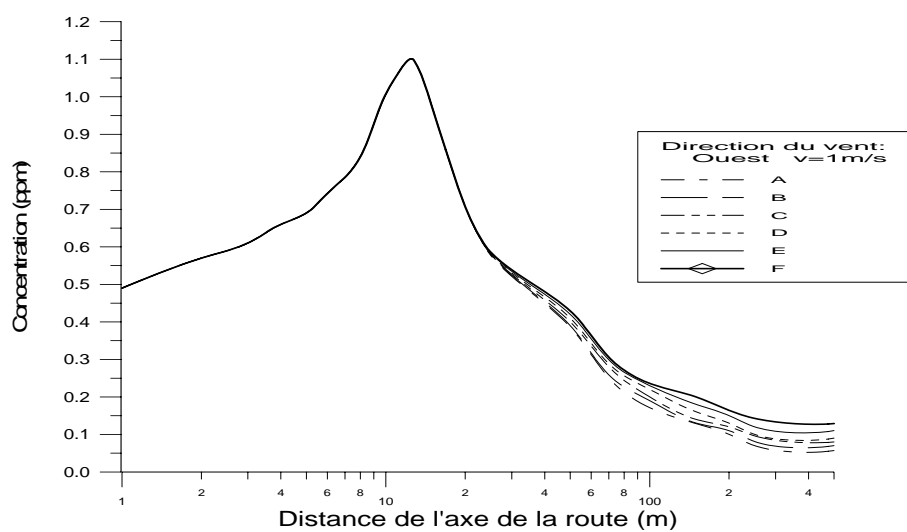


Figure. 2 : Concentration en CO en fonction de la distance, la direction du vent est orthogonale par rapport à la route.

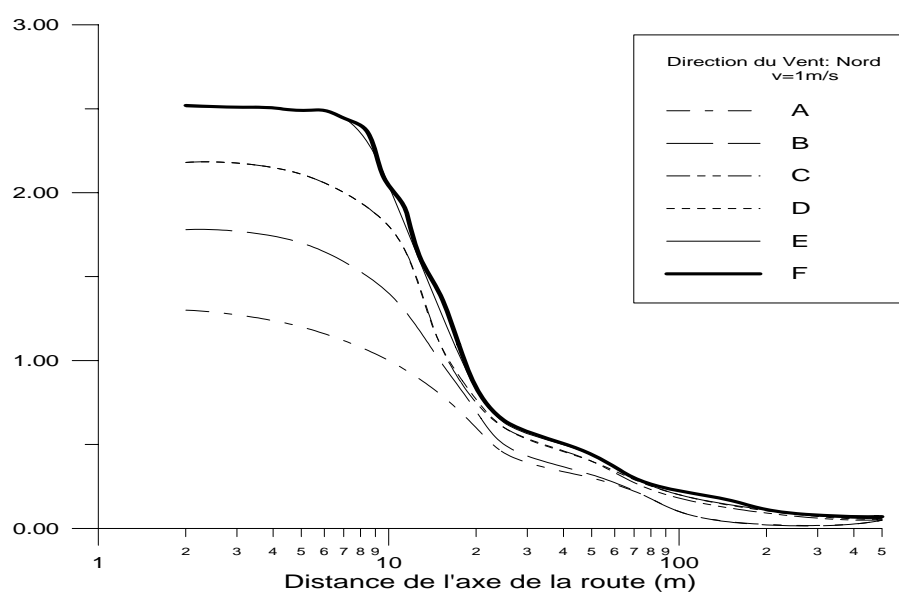


Figure 3 : Concentration en CO en fonction de la distance, avec une direction du vent parallèle à la route.

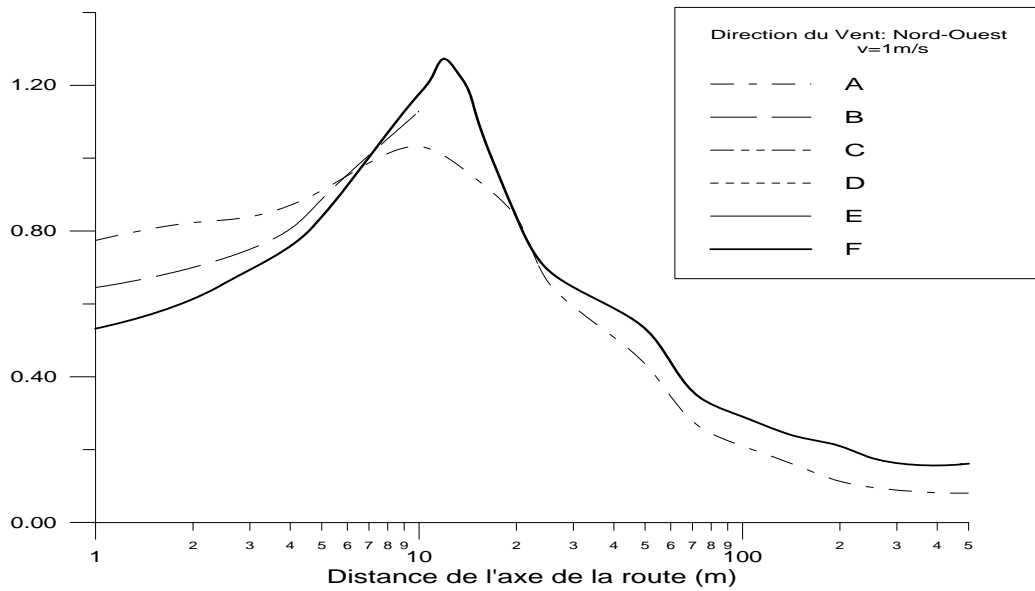


Figure 4 : Concentration en CO en fonction de la distance, avec une direction du vent inclinée de 45° par rapport à la route.

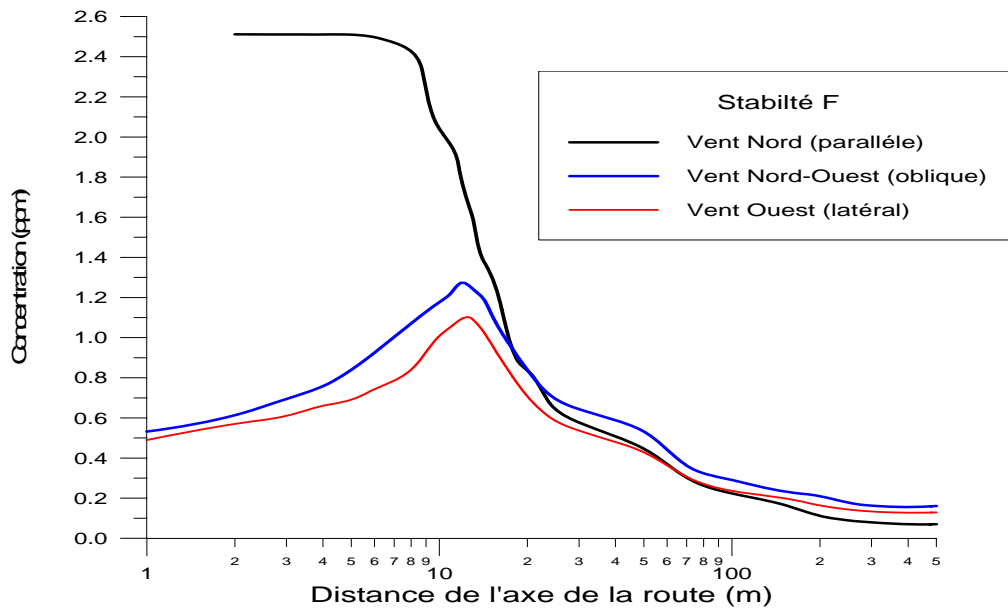


Figure. 5 : Concentration en CO en fonction de la distance, pour la classe de stabilité F+G, et selon trois directions du vent (orthogonale, inclinée de 45° et parallèle à la route).