

Concentrations et flux des retombées particulaires et métalliques au niveau de l'agglomération de Constantine

Nassira Seraghni¹, Hocine Ali– Khodja¹ & A.F. Derradji²

¹ Laboratoire Pollution et Traitement des Eaux (LPTE), Université Mentouri de Constantine, BP N°235 Route de Ain El Bey 25000 Constantine- Algérie

² Facultés des Sciences Exactes, Département de Chimie, Université Mentouri de Constantine.
email: n_seraghni@yahoo.fr

Abstract

Air pollution in the town centre of Constantine is the source of great concern for the population and the services of environment and health due to the increasing number of vehicles of all types commuting within and past the city and to the exiguity of urban space. This pollution consists of gas, vapor and solid particles originating primarily from road traffic and secondarily from industrial activities. It represents a very complex mixture of chemical substances whose composition varies considerably according to the fuel and engine types, the age of the vehicle fleet and the time of the day. Since Constantine is not an industrial town, pollution is primarily of urban origin. The particulate component of airborne pollution was studied. A network of three deposition gauges installed in three different sites (the University hospital of Constantine CHUC, the town council of Daksi Abdeslem area and the Direction of Health (DDS) of Belouizdad avenue) as well as a total suspended particulates (TSP) sampler in the latter allowed to evaluate concentrations of TSP, trace metals (Pb, Cu, Zn, Cd...) and alkaline metals (Na, K, Li, Ca...) in the air. A wireless weather station was installed at the top of the highest building within the university hospital and allowed to study the influence of weather parameters on the dispersion of pollutants.

Key words particulate pollution, trace metals, road traffic, deposition.

1. Matériaux et techniques expérimentales

La quantification des poussières totales en suspension et des métaux en traces a été réalisée au moyen d'un échantillonneur de l'air portable sur trépied type "portable tripod high volume air sampler GT2200" de marque Andersen (voir figure 1). La période du prélèvement s'étale sur deux campagnes de prélèvements: du 25-26/11/2004 au 06-07/10/2005 puis du 07-08/05/2006 au 26-27/06/2006. Ce collecteur est installé sur une terrasse à une altitude de 10 m au niveau de la direction de la santé (DDS). Ce site, sécurisé est situé au milieu du tissu urbain et loin de toute source directe de pollution. Les prélèvements de poussières par des filtres en fibre de verre sont effectués pendant 24 heures \pm 1 heure une fois tous les 6 jours. Ces filtres sont emmenés à la fin du prélèvement au laboratoire pour y subir des analyses chimiques. Un réseau de trois jauges de dépôt (Norme NF X 43-006 (figure 2)) installées au niveau de trois sites, en l'occurrence, le Centre Hospitalo-Universitaire de Constantine (CHUC), l'APC de Daksi Abdeslem et la Direction de la Santé de l'avenue Belouizdad (DDS), a permis d'évaluer les niveaux des retombées de poussières, de métaux en traces (Pb, Cu, Zn, Cd...) et de métaux alcalins (Na, K, Li, Ca...). Une station météorologique sans fil installée au niveau du CHUC a permis d'étudier l'influence des facteurs météorologiques sur la dispersion des polluants. Les solutions obtenues après chaque traitement sont soumises à une analyse au photomètre à flamme pour les métaux alcalins et une analyse au spectromètre d'absorption atomique pour les métaux lourds.

2. Résultats et discussion

Les figures 3 à 5 représentent les concentrations mesurées des particules totales en suspension, des métaux en traces (Cd, Cu, Pb) et des métaux alcalins (K, Na, Ca, Ba) au niveau du centre ville de Constantine. Certaines concentrations sont très élevées. En effet, la situation géographique du site et sa morphologie rendent les facteurs météorologiques très influents par rapport à la concentration des polluants tant en ce qui concerne les précipitations et la sécheresse que la distribution des vents (vitesse et direction). En effet, la distribution des fréquences des classes de stabilité indique que l'occurrence d'une atmosphère stable et très stable l'emporte sur celle relative aux atmosphères très instable et instable. Ces conditions sont favorables à l'accumulation des polluants à l'endroit d'émission, ce qui, dans le cas des gaz d'échappement, représente un facteur d'exacerbation de la pollution urbaine. Les concentrations des poussières totales en suspension (PTS) enregistrées au niveau de l'avenue Belouizdad dépassent de deux fois la norme admise par l'OMS (World Bank Group, 1998). Les éléments en traces métalliques présentent des niveaux très disparates. C'est ainsi que les concentrations annuelles de plomb et de cadmium sont cinq fois et deux fois respectivement inférieures aux normes annuelles édictées par l'OMS (OMS, 1987), World Health Organization (2000).

La concentration moyenne de cuivre observée durant la durée totale de l'étude est, quant à elle, excessivement supérieure à la norme recommandée aux USA (CalEPA, 1996). Le facteur de dépassement est de l'ordre de trois fois cette dernière. Par ailleurs, les concentrations des métaux alcalins sont très importantes. Les figures 6 à 9 nous ont permis de quantifier les niveaux des retombées atmosphériques totales au niveau de trois sites urbains dont certains sont très élevés (figure 10). On note aussi que les flux des retombées totales et métalliques au niveau du CHUC sont plus élevés que ceux observés au niveau de l'APC et la DDS. Les valeurs moyennes des retombées totales au niveau des trois sites dépassent la valeur guide édictée par la TA-Luft Allemande (World Bank Group, 1998). En ce qui concerne les retombées métalliques, les flux de plomb dépassent la valeur guide Allemande au niveau des trois sites contrairement à celles du cuivre qui sont toutes inférieures à la valeur guide correspondante. En ce qui concerne le cadmium, les retombées sont de 21 fois la norme au niveau du CHUC mais sont largement inférieures au niveau de l'APC et de la DDS (Ronneau 1996). Cependant, les concentrations des métaux alcalins ainsi que leurs flux au sol sont très importantes.

La rose des vents (figure 10) indique que les vents prédominants à Constantine durant la période allant du 21/10/2004 au 21/06/2006 sont de tendance ESE, SW et NW, avec des fréquences de 9,38, 10,29 et 10,03 % respectivement.

Une recherche de l'effet de la direction du vent sur les retombées de poussières et une analyse des résultats obtenus dans cette étude permettraient d'identifier la direction des sources possibles. Qin et Oduyemi (2003) ont identifié la direction des sources principales responsables des concentrations de PM10 à Dundee en comparant les contributions moyennes de chaque secteur de vent ($M_i \times P_{ij}$) aux retombées totales (ΣM_i) aux fréquences moyennes du vent. Si la contribution moyenne d'un secteur de vent donné est plus élevée que la fréquence moyenne du vent dans ce secteur, il s'ensuit que les sources se trouvant dans ce secteur exercent une forte influence dans cette direction. A l'inverse, ces sources exercent une faible influence dans cette direction.

Les contributions moyennes des secteurs de vent aux retombées totales peuvent être calculées comme suit:

$$E_j = \Sigma M_i P_{ij} / \Sigma M_i$$

Où E_j (%) est la contribution moyenne du secteur de vent j (1 à 16) à la masse des retombées

M_i est la masse de poussières ou d'élément en traces de l'échantillon i (1 à 10)

P_{ij} (%) est la fréquence du secteur de vent j durant la période de prélèvement i .

Globalement, on constate que la contribution des vents au niveau de la DDS venant des secteurs NNE à ESE et WSW à WNW est supérieure à la fréquence moyenne du vent dans ces mêmes

secteurs pour les retombées totales. En ce qui concerne le cuivre, ce sont les secteurs SSE à SW et W à NNW qui contribuent à ces retombées. L'origine de ces dépôts est liée probablement au trafic routier et aux engrais utilisés en agriculture. Pour le plomb, ce sont les secteurs NW à NE et ESE à SSE qui contribuent à ses retombées. Ces secteurs reflètent l'influence de la zone industrielle de Didouche Mourad, d'une part et, du trafic routier aux abords de la cité Loucif jouxtant l'hôpital (CHUC). Pour le cadmium, ce sont les secteurs NE à E et WSW à WNW qui contribuent aux retombées totales. Leur origine est presque commune à celle des retombées totales. Elles seraient liées au soulèvement des poussières dans ces directions et qui seraient riches en engrais contaminés par du cadmium. Pour le potassium, ce sont les secteurs NNE à ENE qui contribuent essentiellement à son dépôt. Le potassium proviendrait des embruns marins. Quand aux retombées de calcium, de baryum et de sodium, ce sont les secteurs W et WNW qui contribuent à leurs dépôts. On conclut que ces métaux ont des sources d'émission communes. Cela peut s'expliquer par l'influence de la cimenterie et de l'incinérateur de l'hôpital. Les secteurs qui contribuent le plus au dépôt de poussières au niveau du CHUC sont les directions NNW à NE qui englobent la cimenterie de Hamma Bouziane et sa carrière, d'une part, et les secteurs SE et SSE où se concentre le trafic routier à proximité de l'hôpital. Pour les métaux lourds, les secteurs qui contribuent nettement à leurs dépôts sont de SE et SSE tout comme pour les retombées totales et reflètent l'impact du trafic routier. En ce qui concerne le calcium, le baryum, le sodium et le potassium, ce sont les secteurs NNW à NE et SE qui contribuent à leurs dépôts reflétant l'influence de la cimenterie, de la zone industrielle de Didouche Mourad, des embruns marins et du trafic urbain. Les secteurs N à ESE et WSW à WNW contribuent aux retombées des poussières au niveau de l'APC. La cimenterie de Hamma Bouziane et sa carrière se situent au nord de la ville de Constantine. Les terres agricoles se trouvent dans les secteurs NNE à ESE. Le secteur ESE est caractérisé par un trafic routier intense.

Par ailleurs, ce sont les secteurs déjà mentionnés dans le cas de la DDS qui contribuent au dépôt de plomb et de cadmium. On pourrait en conclure que ces sources sont plutôt distantes de la ville de Constantine. On peut ainsi invoquer la cimenterie de Hamma Bouziane et sa carrière situées au nord de la ville. La contribution des vents aux retombées de traces de plomb dans le secteur SE est tout particulièrement intéressante car elle dépasse de loin la fréquence moyenne des vents dans cette direction (17,06 vs 10,29). On pourrait justifier cet écart par la survenue d'un incendie ayant pris naissance dans le bois de Djebel El Ouahch qui se situe dans ce même secteur. L'origine des retombées de cadmium peut être liée, tout comme dans le cas de la DDS, au soulèvement de poussières contenant des particules de cadmium issues des engrais. Pour le cuivre, ce sont surtout les secteurs ENE à E, WSW à NW qui contribuent fortement à ces retombées. L'origine de ces dépôts est liée probablement au trafic routier, d'une part, et aux engrais utilisés en agriculture, d'autre part.

Quand aux retombées de calcium, de baryum, de potassium et de sodium ce sont les secteurs NW à SE qui contribuent à leurs dépôts. On conclut que ces métaux ont des sources d'émission communes (en l'occurrence, la cimenterie et les embruns marins).

3. Conclusion :

Cette étude nous a permis:

- D'apprécier les niveaux de pollution particulaire et métallique au niveau de l'agglomération de Constantine;
- De comparer l'intensité des retombées obtenues au niveau des trois sites urbains;
- D'identifier leurs principales origines;
- D'étudier l'influence des paramètres météorologiques sur la dispersion des polluants.

L'exploitation des données météorologiques et des résultats des mesures des retombées au sol des différents polluants particuliers et métalliques a permis d'identifier la direction des sources principales d'émission de ces derniers au niveau des trois sites étudiés. Il faut noter aussi que les niveaux de pollution enregistrés et leur nature sont caractéristiques des activités qui se déroulent dans la ville ou à sa périphérie. On a tenté de mettre en évidence les principales sources d'émission

de ces polluants: la cimenterie de Hamma Bouziane et sa carrière, la zone industrielle de Didouche Mourad, l'incinérateur de l'hôpital, le trafic urbain et les activités agricoles.

Références

- 1- AFNOR Recueil des normes françaises. Tome 2. Environnement (1991).
- 2- California Environmental Protection Agency (CalEPA). Determination of chronic toxicity reference exposure levels (1996).
- 3- Ronneau, J. Valeurs guides de l'OMS pour l'exposition à diverses substances. Université Cathodique de Louvain. Louvain-la-Neuve, Belgique (1996).
- 4- OMS. Rapport de la 30^{ème} réunion du comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, Rome (1987).
- 5- World Bank Group. Airborne particulate matter. In: Pollution prevention and abatement handbook. World Bank Group (1998).
- 6- World Health Organization. Air quality guidelines for Europe (Second edition). Copenhagen: WHO regional publications, European series n° 91 (2000).

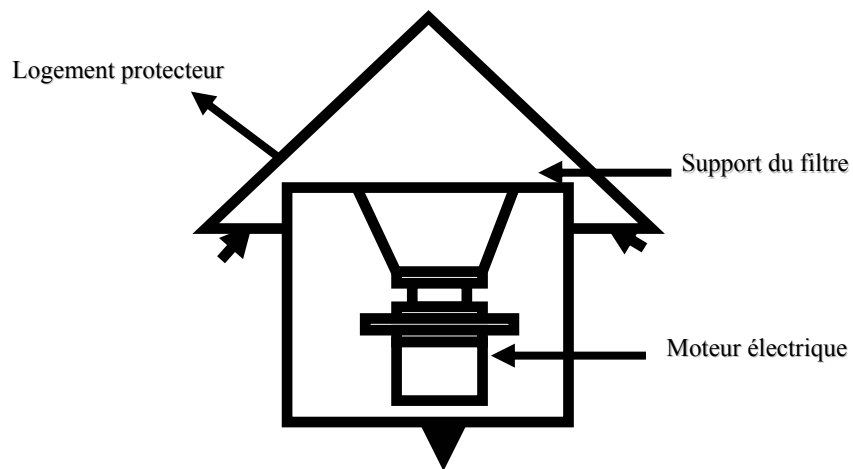


Figure1. Schéma représentatif du collecteur de poussières totales en suspension

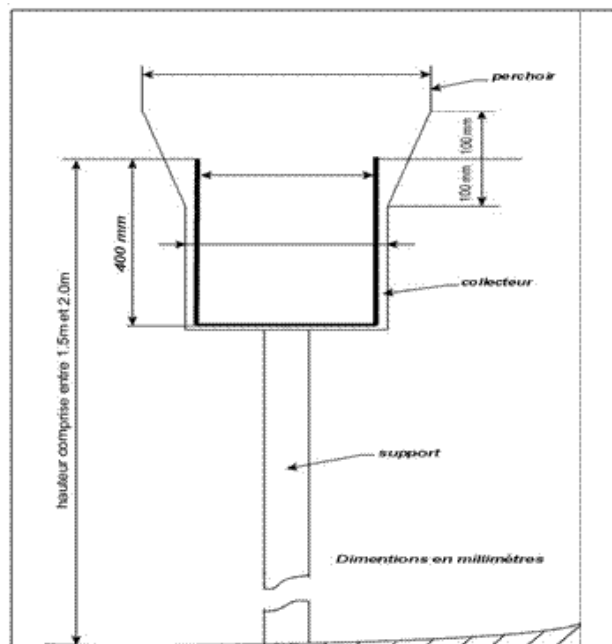


Figure 2 : La jauge de dépôt selon la norme AFNOR (AFNOR Tome 2, (1991))

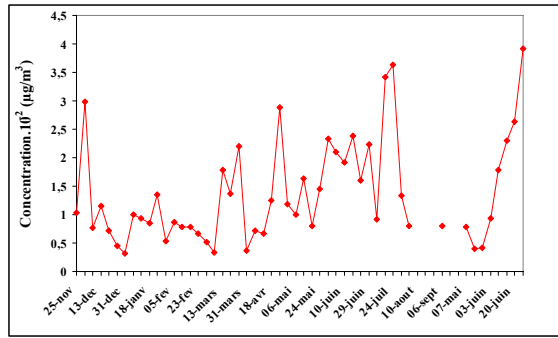


Figure 3 : Evolution des concentrations de particules totales en suspension

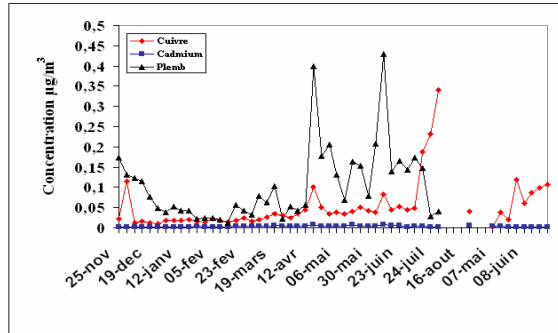


Figure 4 : Evolution des concentrations des métaux lourds dans l'air ambiant

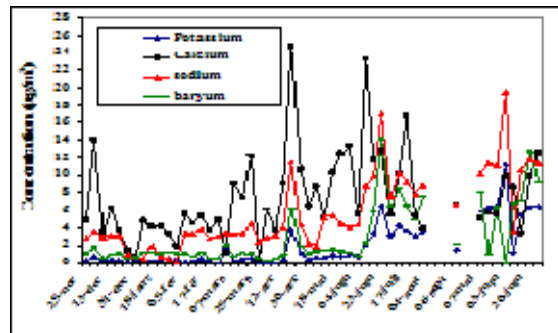


Figure 5 : Evolution des concentrations des métaux alcalins dans l'air ambiant

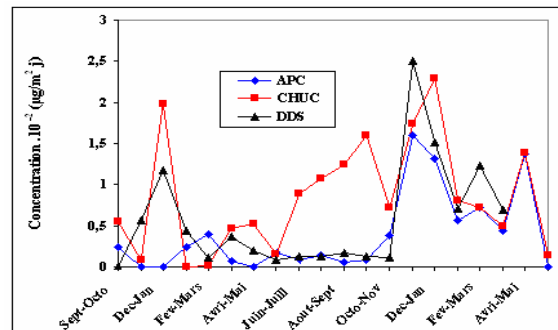


Figure 6 : Evolution des retombées totales cuivre au niveau des trois sites

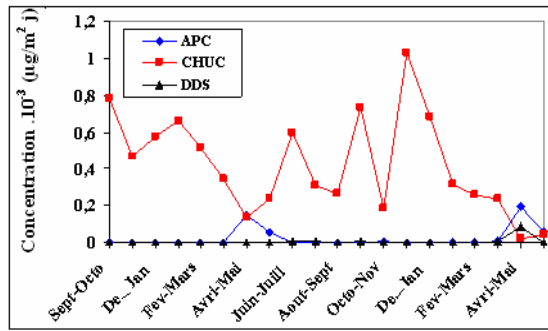


Figure 7 : Evolution des retombées totale cadmium au niveau des trois sites

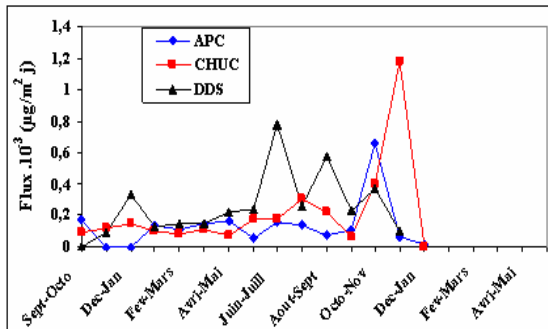


Figure 8 : Evolution des retombées totales de plomb au niveau des trois sites

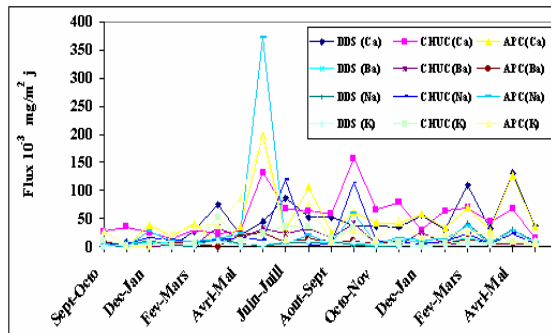


Figure 9 : Evolution des concentrations des métaux alcalins dans des retombées au niveau des trois sites

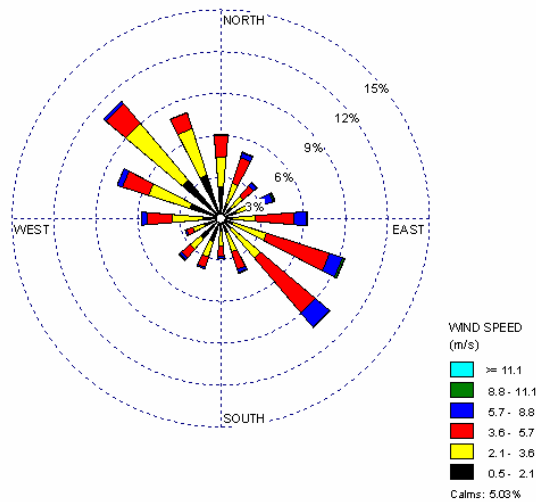


Figure 10 : Rose des vents du 21/10/2004 au 21/05/2006