



Article original

Quantification de la pollution atmosphérique dans le milieu urbain de Sidi Bel'Abbes (Algérie Occidentale)

Quantification of Atmospheric pollution in the urban environment of Sidi Bel' Abbes (Western Algeria)

BELHADJ hanane⁽¹⁾, Hellal Benchaben⁽¹⁾, Ayad Nadéra⁽¹⁾ et Maatoug M'Hamed⁽²⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Biodiversité Végétale « conservation & valorisation »
Faculté des Sciences Université Dj. Liabes BP 89 Sidi Bel'Abbes 22000 Algérie
Courriel : belhadji.hanane@yahoo.fr (auteur correspondant)

⁽²⁾ Laboratoire d'agro-biotechnologie & Nutrition dans les zones semi-arides

RESUME

La pollution atmosphérique constitue aujourd'hui un problème environnemental très complexe à l'échelle locale et planétaire. La quantification de cette pollution est possible par des espèces végétales arborescentes.

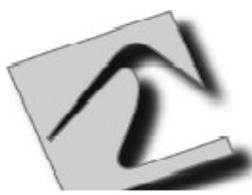
L'utilisation des espèces végétales arborescentes a permis de quantifier la contamination aérienne en métaux lourds due au trafic routier. Les analyses des feuilles du platane d'orient (*Platanus orientalis*) et du caroubier (*Ceratonia siliqua*) ont rendu possible la cartographie des sites pollués par les trois métaux lourds (Pb, Zn, Cu) de la ville de Sidi Bel' Abbes (Ouest Algérien). Les concentrations élevées en plomb et en zinc enregistrées dans seize sites de prélèvement sont en étroite relation avec un trafic routier très dense et un parc automobile vieillissant. Le plomb, le zinc et le cuivre, principaux polluants métalliques, sont issus des gaz d'échappement, de l'usure des garnitures de freins, des pneumatiques et de la corrosion des glissières de sécurité.

Mots clés: bioaccumulation, caroubier, métaux lourds, platane, pollution atmosphérique.

ABSTRACT

The air pollution is now a very complex environmental problem locally and globally. Quantification of this pollution is possible by plant species tree. The use of plant species tree is used to quantify airborne contamination of heavy metals due to traffic. Analyses of the leaves of oriental plane tree (*Platanus orientalis*) and carob (*Ceratonia siliqua*) have made possible the mapping of sites polluted by the three heavy metals (Pb, Zn, Cu) from the city of Sidi Bel Abbe (West Algeria). High concentrations of lead and zinc recorded in sixteen sampling sites are in close relationship with a very dense traffic and fleet age. Lead, zinc and copper, the main metal pollutants are coming from the exhaust gas, the wear of brake linings, tires and corrosion of crash barriers.

Keywords: bioaccumulation, carob, heavy metals, plane, air pollution.



Introduction

Les sources chroniques des éléments traces métalliques en milieu routier sont le trafic et les infrastructures routières [1]. Les principaux polluants métalliques émis (pb, Zc et cd) sont principalement présents dans les gaz d'échappement et dans les garnitures de freins [2]. Les arbres et les plantes herbacées sont utilisés pour le dosage des métaux lourds accumulés dans les tissus des feuilles. Les teneurs en polluants mesurées dans les jeunes feuilles sont le plus souvent supérieures à celles détectées dans les tiges et racines [3].

Dans le cadre de ce travail, l'étude a porté sur l'utilisation des espèces végétales pérennes comme bio indicatrices pour la quantification de la contamination aérienne en métaux lourds (Pb, Cu et Zn) provenant du trafic routier dans la ville de Sidi Bel Abbes.

Matériel et méthodes

1-Choix des sites et du matériel végétal

Le platane d'orient (*Platanus orientalis*) et le caroubier (*Ceratonia siliqua*) ont été choisis comme plantes pérennes bio indicatrices de la pollution atmosphérique. Ces deux essences sont largement utilisées comme plantes ornementales dans le milieu urbain de Sidi Bel'Abbes (Algérie occidentale). Les feuilles de platane fixent et accumulent les métaux lourds durant le printemps et l'été avant leur chute en automne ; les folioles du caroubier persistent deux années sur l'arbre.

2-Prélèvement des échantillons

Dix-huit sites ont été retenus dans cette investigation : seize sites urbains (désignés par SU1, SU2, SU3, SU4.....SU16) situés dans le centre-ville et deux sites témoins (fig. 1). Les seize sites urbains sont localisés dans des secteurs caractérisés par un réseau routier à forte pente pouvant atteindre les dix pourcents (10%) où les moteurs et les freins sont très utilisés.

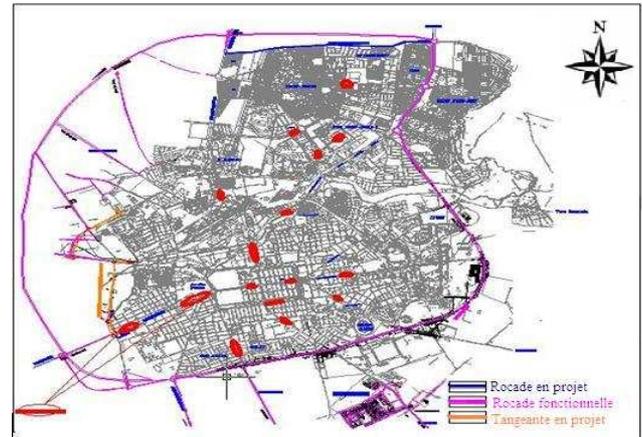


Figure 1 : Emplacement des sites de prélèvements des échantillons dans le centre urbain de la ville de Sidi Bel'Abbes (Algérie)

Les sites témoins (TP, TC) sont situés dans le milieu forestier de Tessala (Algérie occidentale), situés à 15 kilomètres de la ville de Sidi Bel'Abbes (fig. 2).

Dans chaque site deux arbres des deux espèces végétales retenues ont été individualisées pour prélever les feuilles ayant servi pour le dosage du plomb, du zinc et du cuivre.

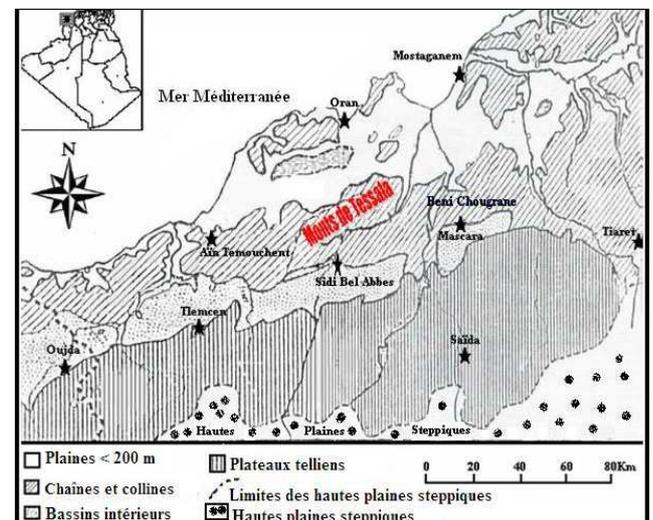
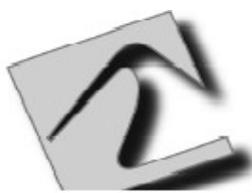


Figure 2 : Localisation géographique des monts de Tessala et de la ville de Sidi Bel'Abbes (Algérie).

3-Technique de prélèvement

Une cinquantaine de feuilles ont été prélevées de chaque arbre à une hauteur variant entre 1,5 et 2 mètres pour éviter les contaminations dues aux projections venant du sol [4].



Le prélèvement a été réalisé après une période sans pluie et à un mois après la sortie des feuilles [5]. Les feuilles prélevées et préalablement mesurées ont été soigneusement rangées dans des sacs en plastique fermés, étiquetés, puis transportés au laboratoire.

Au laboratoire, les feuilles ont été pesées puis placées dans l'étuve à une température constante de 110°C pour déterminer respectivement les poids de la matière fraîche (MF) et la matière sèche (MS).

4-Traitement des échantillons

Les feuilles séchées ont été broyées par un broyeur à couteau à base de titane, d'aciers garantis sans « métaux lourds ». Le dosage des métaux lourds par absorption atomique est précédé par une série de manipulations (pesée, attaque chimique) sur la poudre de chaque échantillon. La détermination des teneurs totales en éléments métalliques à partir de la poudre issue des feuilles nécessite une minéralisation et une mise en solution. Elle se fait par attaque de l'acide nitrique des phases solides. La quantification des métaux lourds en solution a été réalisée par spectrométrie d'absorption atomique en mode d'atomisation électrothermique (spectromètre Perkin Elmer 100) [6,7].

Résultats

1-Comparaison du rapport MF/MS des feuilles des sites pollués aux sites témoins.

Les valeurs du rapport de la matière fraîche à la matière sèche, à partir des feuilles des deux essences choisies pour le dosage des métaux lourds, sont consignées dans le tableau 1. L'analyse des données du tableau n°1 permet de constater que le rapport MF/MS est élevé dans les sites témoins, en comparaison avec les autres sites urbains.

Tableau 1 : rapport MF/MS des deux essences des sites pollués du centre urbain de Sidi Bel'Abbes et des sites témoins du milieu forestier de Tessala (Algérie occidentale)

sites	espèces	Nombre de sites	Nombre de répétition /arbre	Moy.en ne MF/MS	Min .	Max .	Ecart-type
Sites urbains	Platane	16	2	3,28	2,53	4,12	0,43
Sites témoins	Platane	03	2	6,42	5,65	7,59	1,02
Sites urbains	Caroubier	16	2	2,45	1,99	3,28	0,32
Sites témoins	caroubier	02	2	3,43	3,15	3,88	0,38

MF : matière fraîche MS : matière sèche.

La valeur moyenne pour l'ensemble des sites échantillonnés est de $(3,28 \pm 0,43)$ dans les feuilles du platane ; dans les folioles du caroubier est de $(2,45 \pm 0,32)$.

2- Teneurs en éléments traces métalliques (Pb, Zn, Cu) et sites urbains.

Les données des éléments en traces métalliques recueillies dans les sites urbains ont été traitées par une analyse factorielle des correspondances. Les résultats sont illustrés dans la figure 3.

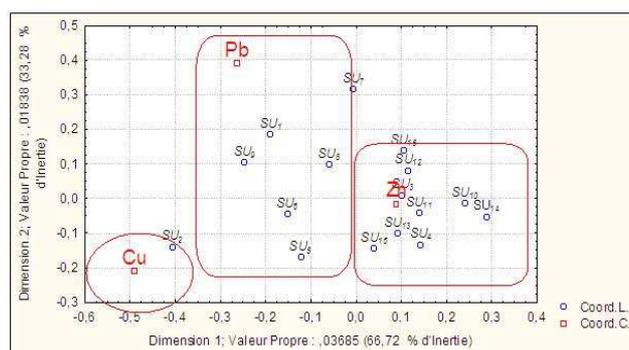
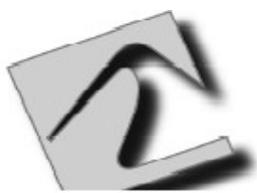


Figure 3 : analyse factorielle des correspondances(AFC) des teneurs en éléments traces métalliques (Pb, Zn, Cu) des sites pollués du centre urbain de Sidi Bel'Abbes (Algérie)

Dans le plan factoriel (F1xF2) trois groupes de nuage de points ont été individualisés:

Le premier groupe compte six sites urbains (SU1, SU5, SU6, SU7, SU8, SU9) contaminés principalement par du plomb (Pb).



Le second groupe (SU3, SU4, SU10, SU11, SU12, SU13, SU14, SU15, SU16), de neuf sites urbains pollués par le zinc (Zn), est identifié dans le plan factoriel. Le Zinc (Zn) est très présent dans les lubrifiants comme un antioxydant.

Le troisième groupe ne compte qu'un site urbain (SU2) présentant particulièrement une forte concentration de cuivre (Cu) allant du simple au double entre les deux espèces végétales ligneuses. Le caroubier a accumulé du cuivre plus que le platane. Le site est un grand rond point à six arrêtes en plein centre ville.

Les fortes concentrations enregistrées en plomb et en zinc (Pb et Zn) touchent quinze sites. Ces sites sont caractérisés par des pentes relativement fortes et par un trafic routier très dense.

3-Corrélations entre le rapport MF/MS et les teneurs en éléments traces métalliques (Pb, Zn, Cu).

Les corrélations possibles entre le rapport MF/MS et les teneurs en éléments traces métalliques (Pb, Zn et Cu) sont représentées dans les figures 4 et 5.

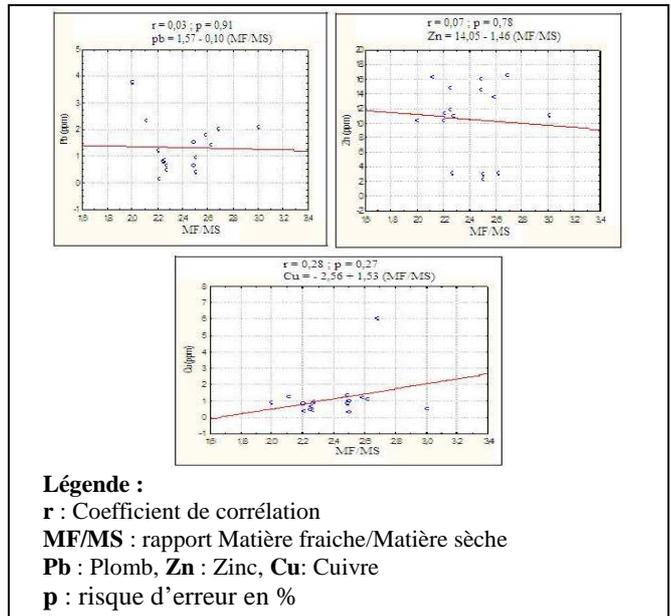


Figure 5 : Figure 5: Corrélations entre le rapport MF/MS et les teneurs en éléments traces métalliques (Pb, Zn, Cu) chez le caroubier au centre urbain de Sidi Bel'Abbes (Algérie).

Les résultats obtenus à partir des feuilles du platane permet d'observer une corrélation positive uniquement pour le Plomb ($r = 0,53$). Le rapport MF/MS étant faible, les teneurs en plomb sont élevées. Pour le caroubier, la corrélation insignifiante pour les trois métaux lourds dosés.

4. carte de pollution du milieu urbain

Le dosage des éléments traces métalliques (Pb, Zn et Cu) dans les feuilles du platane et les folioles du caroubier, exposées aux rejets des automobiles du trafic routier, a permis d'établir une carte de pollution du milieu urbain (fig. 6).

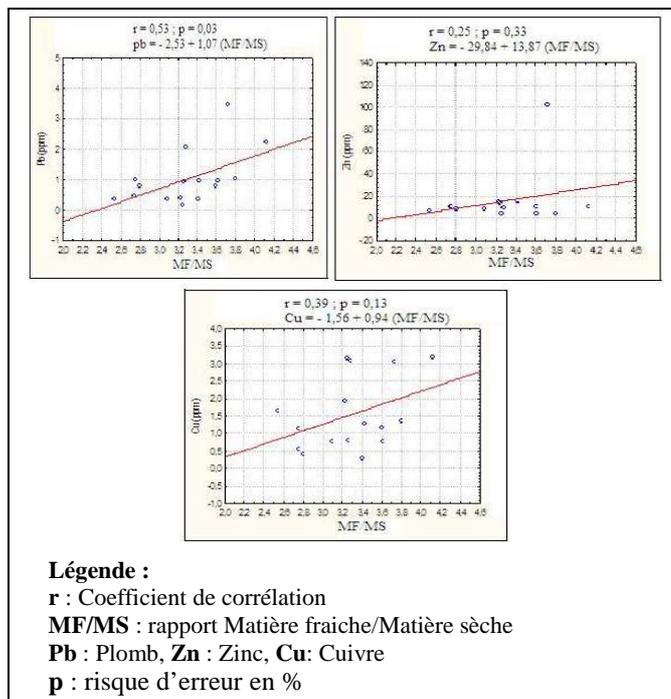


Figure 4: Corrélations entre le rapport MF/MS et les teneurs en éléments traces métalliques (Pb, Zn, Cu) chez le platane au centre urbain de Sidi Bel'Abbes (Algérie)

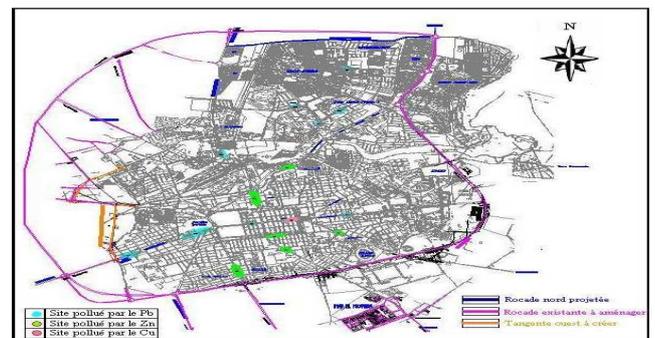


Figure 6 : carte de pollution par les éléments traces métalliques (Pb, Zn et Cu) du centre urbain de sidi bel'abbes (Algérie).



Discussion

La pollution atmosphérique par les métaux lourds est accrue surtout en milieu urbain, non seulement à cause de la concentration des industries et des foyers domestiques, mais aussi par suite de la densité du trafic routier. La surveillance des teneurs en éléments traces métalliques obéit à des contraintes spécifiques qui demandent le déploiement de techniques sophistiquées et coûteuses. Ces contraintes ont conduit de nombreux pays à privilégier l'utilisation d'organismes vivants dans lesquels les contaminants surveillés sont dosés [8].

Les principaux polluants métalliques émis, en milieu routier, sont issues des carburants, des pneus, des garnitures et des freins [1,2]

Les végétaux sont utilisés, non seulement pour l'observation des symptômes d'attaque qu'ils manifestent, mais encore comme collecteurs de poussière [9]. Le rapport de la matière fraîche à la matière sèche est corrélé négativement avec les teneurs en éléments traces métalliques dans les végétaux. Ce rapport est extrêmement faible dans les sites contaminés par rapport aux sites témoins. Il constitue un des indicateurs de la santé d'un végétal dans une région donnée [10]. En effet, lorsque l'air est contaminé, le développement du végétal est perturbé, entraînant des chloroses, des nécroses, etc., au détriment de la matière fraîche [11]. Le rapport MF/MS d'une zone polluée est toujours inférieur à celui enregistré dans une zone non polluée [12,13, 14]. La présence de pentes dans le réseau

routier urbain a accentué considérablement les émissions des éléments traces métalliques [15].

La quantification de l'émission des éléments traces métalliques dû au trafic routier dans le sol et dans l'atmosphère par l'intermédiaire de végétaux ligneux est entreprise par le laboratoire de biodiversité végétale pour évaluer l'effet direct et indirect sur l'environnement et à la prévention des risques principalement sanitaires [16].

Conclusion

Le rapport matière fraîche/matière sèche (MF/MS) constitue un bon indicateur de la qualité de l'air dans la zone d'investigation. Ce rapport est corrélé négativement avec les teneurs en éléments traces dans les végétaux. Ce rapport est extrêmement faible dans les sites contaminés. Les feuilles de platane et du caroubier accumulent davantage le zinc que le plomb. Tandis que le cuivre est très peu présent chez les deux essences. La recherche de relations entre MF/MS et (Pb, Zn, Cu) permet de constater qu'il existe une corrélation négative entre le rapport (MF/MS) et la quantité des éléments traces métalliques ; plus le rapport augmente plus la concentration des éléments sera faible. Le rapport matière fraîche /matière sèche (MF/MS) dans une zone polluée est toujours inférieur à celui enregistré dans une zone non polluée. L'utilisation des feuilles des végétaux ligneux contribue ainsi à la quantification de la pollution de l'air par les rejets des automobiles dans les centres urbains.

REFERENCES

- [1] DELETRAZ G. (2000). *Géographie des risques environnementaux liés aux transports routiers en montagne. Incidences des émissions d'oxydes d'azote en vallées d'Aspe et de Bariatou (Pyrénées)*. Thèse de Doctorat en Géographie – Aménagement. Université de Pau et des Pays de l'Adour. Institut de recherche sur les sociétés et l'aménagement. 564 p.
- [2] DELMAS-GADRAS C. (2000). *Influence des conditions physico-chimiques sur la mobilité du plomb et du zinc dans un sol et un sédiment en domaine routier*

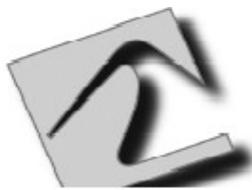
Thèse de doctorat de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, spécialité chimie et microbiologie de l'eau. 191 p.

[3] KUPPER H., LOMBI E., ZAHO F.J., DUNHAM S.J., MCGARTH S.P., (2001). *Phytoremediation of heavy metal-contaminated soils: natural hyperaccumulation versus chemically enhanced phytoextraction*. Ed journal of environmental quality, 30p.

[4] BABACAR M., (1998). *La diffusion des métaux lourds autour du*

site des Chênevières (Genève. Visualisation des mesures sur la feuille de chêne. Ed Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage (OFEPF), 54 p.

[5] HEBRARD-LABIT C. et MEFFRAY L. (2004). *Comparaison de méthodes d'analyse des éléments traces métalliques (ETM) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sur les sols et les végétaux*. Guide technique. CETE Nord Picardie (France),



- [6] TECHNIQUE SPECTROMETRIQUE (1997) : *méthodes spectrométriques d'analyse et de caractérisation. Guide publié par l'École nationale supérieure des Mines de Saint-Étienne. Axe : métaux lourds.* 49 p.
- [7] GARREC JP et VAN HALUWYN .C. (2002). *Biosurveillance végétale de la qualité de l'air. Concepts, méthodes et applications.* Éditions Tec & Doc, Lavoisier, Paris 118 p.
- [8] LEBLOND. S. (2004). *Etude pluridisciplinaire du transfert des métaux de l'atmosphère vers les mousses (Scleropodium purum (Hedw.) Limpr.) : Suivi sur un site rural (Vouzon, France). Thèse de doctorat en Chimie de la Pollution Atmosphérique et Physique de l'Environnement, Université Paris 7 - Denis Diderot.* 212p.
- [9] OZENDA P. (1982). *Les végétaux dans la biosphère.* Éditions Doin, Paris. 431 p.
- [10] DOMERGUE-ABAK M.F., (1981). *Etude de synthèse sur les causes de dépérissement de la végétation en milieu urbain, et notamment les arbres d'alignement.* Rapport du Ministère de l'Urbanisme et du Logement (France), N° 81/47142/00, 52p.
- [11] BELOUAHEM D. (1993). *Détection de la pollution atmosphérique fluorée d'origine industrielle à l'aide de certaines espèces végétales bioaccumulatrices dans les régions d'Annaba et Taraf.* Thèse de Magister. INA. 165 p.
- [12] MAATOUG. M., HELLAL B., DELLAL A., AYAD N. et BOURBATTACHE M. (2007). *Détection de la pollution de l'air d'origine routière par certaines espèces végétales bioaccumulatrices de quelques métaux lourds (Pb, Zn, Cu).* *Revue pollution atmosphérique* ; 196 : 385-394.
- [13] AMIRAT M, MAATOUG. M., BELKHODJA M, HELLAL B.TAIBI KH. (2008). *Study of the Effect of Physical and Chemical Parameters of Agricultural Soil on Lead Concentrations.* *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, vol 26.
- [14] SHARMA GK. (1987). *Plant cuticular complex in response to highway pollution.* *The Science of the Total Environment* ; 59 : 303-7
- [15] JOUMARD R., LAMURE C. et LAMBERT J., (1995). *Politiques de transport et qualité de l'air dans les agglomérations.* Ed LEN n° 9515. Ed Bron : INRETS (France), 125 p.
- [16] BOURAS S., MAATOUG M., HELLAL B. et AYAD N. (2010). *Quantification de la pollution des sols par le plomb et le zinc émis par le trafic routier (Cas de la ville de Sidi Bel Abbes, Algérie occidentale).* *Revue les Technologies de Laboratoire*, volume 5, N°20, Pages 11-17