

ESPACES VERTS, PHYTOREMEDIATION ET BIOSURVEILLANCE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE EN ALGERIE

GHERIB Abdelfattah¹, BOUFENDI Moufida², TEMIME Asma² et BEDOUH Yazid¹

⁽¹⁾Division Biotechnologies et Environnement,

⁽²⁾Division Biotechnologies et santé

Centre de Recherche en Biotechnologies C.R.Bt, Constantine, Algérie

E-mail: gheribfettah@gmail.com

Résumé.- L'objectif du présent travail est le recueil des données statistiques et scientifiques sur les espaces verts et les applications de la phytoremédiation ainsi que la biosurveillance de la pollution atmosphérique en Algérie, suite aux données fournies par le Ministère de l'Environnement (MATE), les Directions de l'Environnement des Wilayas (DEW) et le Centre National de Développement des Ressources Biologiques (CNDRB). Les résultats obtenus montrent que le ratio national de la superficie des espaces verts estimé à 0.7m²/hab., est très faible et inférieur à la norme internationale fixée à 10 m²/hab., en plus, 47.52% des espaces verts sont à l'état moyen à dégradé. Concernant la typologie des espaces verts, il est recensé 48% parcs urbains et périurbains, 19% alignements routiers, 2% forêts urbains, etc. Les espèces dominantes sont Acacia 14%, Palmier 11%, Eucalyptus 10%, Laurier 9%, etc.. En général, les plantes qui constituent les espaces verts restent tributaires de l'aspect esthétique; ornemental; loisirs, et qui ne répond pas aux caractéristiques écologiques de chaque région et aux besoins de dépollution de l'environnement.

Mots clés: Espaces verts, phytoremédiation, biosurveillance, pollution atmosphérique, Algérie.

GREEN SPACES, PHYTOREMEDIATION AND BIOMONITORING OF ATMOSPHERIC POLLUTION IN ALGERIA

Abstract.- The aims of this work is the collection of statistic and scientific data about green spaces and the applications of phytoremediation and biomonitoring of atmospheric pollution in Algeria, following the data provided by the Ministry of Environment (MATE), Environmental Directions (DEW) and National Center of Biological Resources Development (CNDRB). The results showed that the national ratio of the area of green spaces estimated at 0.7m²/hab. is very low and below than the international standards set at 10 m²/hab. As well as, 47.52% of green spaces are at average to degraded state. Regarding the typology, were have found 48% urban and suburban parks, road alignments 19%, 2% urban forests, etc. Into dominance of species we have found: Acacia 14%, Palm 11% Eucalyptus 10%, Laurel 9%, etc.. In general, the constitution of green spaces on plants remains dependent on the aesthetic, ornamental, and entertainment aspect, and does not meet the ecological characteristics of each region and environmental remediation needs.

Key words: Green spaces, phytoremediation, biomonitoring, atmospheric pollution, Algeria.

Introduction

Ces dernières années, l'Algérie a connu un développement aussi bien sur le plan urbain qu'industriel. Ce dernier s'est répercuté négativement sur la qualité de l'environnement. L'urbanisation croissante, l'industrialisation et la surpopulation, sont les principales causes de la dégradation de l'environnement et de la pollution [1]. Dans la plupart des villes algériennes, les principales sources de pollution atmosphérique sont directement liées à la densité du trafic automobile, en croissance constante avec des

véhicules utilisant le plus souvent des carburants non conformes aux règles édictées en matière de protection de l'environnement. Cette pollution affecte la plupart des grandes agglomérations (Alger, Oran, Constantine et Annaba). Selon le Ministère de l'Environnement (2010), le secteur des transports occupe le premier rang en termes d'émissions des polluants atmosphériques avec 51%, suivi de l'industrie avec 47,25%. Les polluants libérés dans l'atmosphère ont des effets néfastes et ont été reconnus comme étant à l'origine de maladies respiratoires chroniques et quelquefois sévères [2, 3,4].

Avec l'apparition de la notion de développement durable, le domaine de l'environnement est devenu un thème émergent de l'actualité politique [5]. En revanche, le besoin de nouvelles techniques, économiquement compétitives et pouvant préserver les caractéristiques des écosystèmes s'est fait sentir [6, 7]. Les biotechnologies comprennent toute utilisation de plantes vivantes pour résoudre des problèmes environnementaux, que ce soit pour épurer l'eau et l'air, contrôler l'érosion, restaurer des sites dégradés, capter les gaz à effet de serre ou réduire la chaleur et la vitesse du vent [8]. Ces biotechnologies; regroupées sous les termes phytoremédiation et biosurveillance; font appel à des espèces végétales pour aboutir à la restauration des milieux pollués [6, 7]. Le besoin de l'espace vert n'est plus à démontrer en milieu urbain; il ne relève pas seulement d'enjeux environnementaux et esthétiques, mais aussi le lieu d'expériences fondatrices et d'ouverture sociale [9]. Ils contribuent significativement à l'amélioration du cadre de vie, la diminution de la pollution atmosphérique et la protection de la santé humaine [10]. Malheureusement, la plupart des villes Algériennes se caractérise par un paysage dégradé dont la verdure est presque nulle [9].

L'objectif de ce travail est le recueil des données statistiques et scientifiques sur les espaces verts et les applications de la phytoremédiation et de la biosurveillance de la pollution atmosphérique en Algérie, ainsi qu'un screening des espèces végétales constituant les espaces verts, et utilisées dans la phytoremédiation et la biosurveillance de l'environnement à fin de valoriser les ressources biologiques nationales.

1.- Méthodologie de travail

La méthodologie de travail consiste à effectuer plusieurs sorties sur le terrain, visant les responsables des organismes concernés par la gestion des espaces verts, et la mise en œuvre des stratégies de phytoremédiation dans le domaine de l'environnement en Algérie, en l'occurrence, le Ministère de l'environnement (MATE), les Directions de l'Environnement des Wilayas (DEW) et le Centre National de Développement des Ressources Biologiques (CNDRB), chargé de la protection de l'environnement, la sauvegarde de la biodiversité et la valorisation des ressources biologiques dans le cadre du développement durable, durant la période 2014-2015.

Un questionnaire particulier a été mis en place, remplis par les organismes concernés, renfermant: présentation de l'organisme; données scientifiques et statistiques sur la mise en œuvre des stratégies de phytoremédiation et de biosurveillance; les contraintes qui empêchent l'application de ces stratégies; et en fin, propositions pour promouvoir et vulgariser l'application de ces stratégies. Outre, des investigations sont effectuées sur le terrain, des entretiens avec les responsables et les acteurs du domaine de l'environnement, des recherches bibliographiques et webgraphiques ont été effectuées. Il a été collecté et sélectionné des données à partir des articles de presse, des documents écrits, des fiches techniques, des rapport officiels et des documents iconographiques ou

statistiques réalisées par des organismes concernés et/ou au niveau du ministère (textes et directives).

2.- Résultats et discussion

2.1.- Statistiques sur espaces verts

En Algérie, les espaces verts sont définis comme étant des espaces de détente et de loisirs dans des zones urbaines et qui comportent des massifs fleuris ou des arbres, dont l'intérêt est le délasserment, l'esthétique et l'ornementation [11]. L'intérêt des espaces verts dans la biosurveillance et la dépollution de l'environnement urbain est très connu, néanmoins il n'est pas pris au sérieux par rapport à d'autres pays ou d'autres villes dans le monde qui ont adopté des stratégies de protection de l'environnement grâce aux espaces verts. Néanmoins, les termes phytoremédiation et biosurveillance n'ont jamais figuré ni dans les textes législatifs, ni les programmes de recherche, ni les programmes d'action du MATE ou DEW.

Après la collecte des données scientifiques et statistiques concernant les espaces verts en Algérie, les résultats obtenus ont été classés selon plusieurs critères: superficie, état de préservation, typologie, constitution en plantes, etc., d'autres paramètres comme le ratio ($m^2/hab.$) et le pourcentage ont été calculés et représentés dans le (tab. I) et les (fig. 1, 2, 3, 4 et 5).

Tableau I: Statistiques sur les espaces verts en Algérie

Etat de préservation	Superficie totale (m^2) espace verts	Population totale (habitant)	Ratio ($m^2/hab.$)	Pourcentage (%)
Bon	260 102,28	1158543	0.22	4.61 %
Moyen	2417425,56	1550816	1.55	42.89 %
Moyen à dégradé	2 678 226,98	2 810 117,00	0.95	47.52 %
Mauvais	279771,09	3358537	0.08	4.94 %
Total	5 635 525,91	8 878 013,00	0.7	100 %

L'observation du (tab. I) a permis de constater que la mise en œuvre des stratégies de phytoremédiation et de biosurveillance en Algérie, dont le but est l'amélioration du cadre de vie, la création d'un microclimat et la dépollution de l'air dans le milieu urbain à travers le rôle assuré par espaces verts reste très limitée. La superficie consacrée actuellement aux espaces verts est relativement très faible ($5\,635\,525,91\,m^2$), dont 47.52% de la superficie totale est d'état moyen a dégradé, alors que, seulement 4.61% soit en bon état de préservation. Le ratio national de la superficie des espaces verts par rapport à la population est très faible et ne représente que $0.7\,m^2$ par habitant. En revanche, la norme internationale est fixée à $10\,m^2/hab.$ [11]. La wilaya d'Ain Defla occupe la première place avec un ratio de $1.70\,m^2/hab.$, suivi par la wilaya de Ghardaïa avec un ratio de $1.19\,m^2/hab.$ Cependant, la dernière place est occupée par la wilaya de Tipaza avec un ratio de $0.006\,m^2/hab.$ (fig. 1).

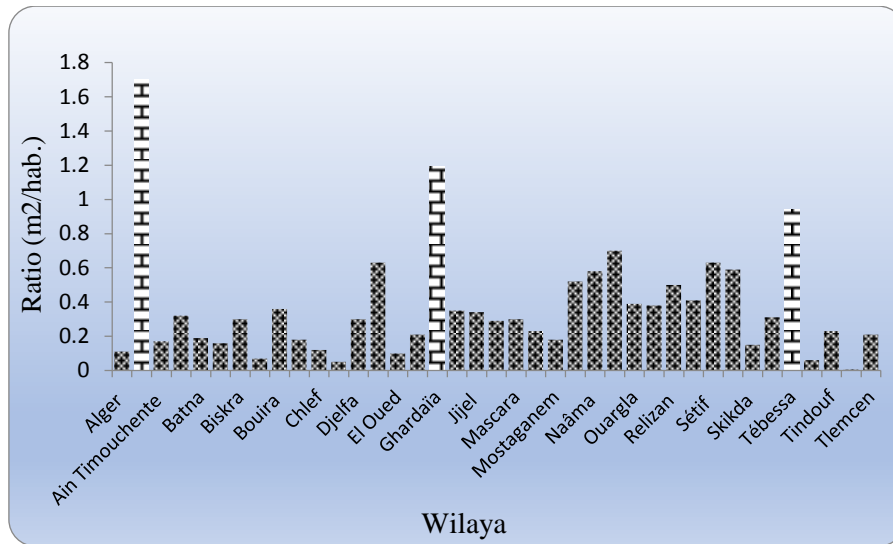


Figure 1.- Ratio de la superficie des espaces verts par rapport à la population de quelques wilayas d’Algérie

Cependant, des villes dans le monde montrent des ratios élevés et supérieurs à la norme internationale fixée à 10 m²/hab. [12]. Les grandes wilayas d’Algérie à vocation industrielle et qui connaissent des problèmes de pollution atmosphérique présentent des ratios très faibles: Alger (0.11 m²/hab.), Oran (0.32 m²/hab.), Annaba (0.32 m²/hab.), Constantine (0.05 m²/hab.) (fig. 3).

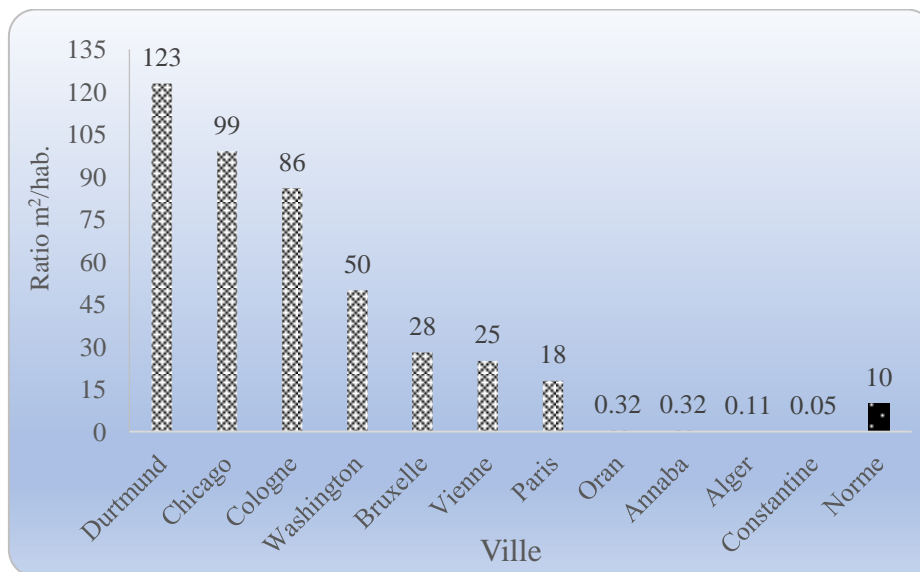


Figure 2.- Ratio des espaces verts dans quelques villes du monde

Comme la pollution est un phénomène diffus à l’échelle locale, régionale et même continentale, le MATE a installé à travers son observatoire national de l’environnement et de développement durable (ONEDD) des réseaux de surveillance et de contrôle de la qualité de l’air, constitués par des stations regroupant des analyseurs d’indication de la qualité de l’air à travers le réseau SAMA SAFIA. Les mesures effectuées au niveau de ces stations sises notamment à quatre grandes wilayas (Alger, Skikda, Annaba et Oran) concernent les oxydes d’azote, les hydrocarbures totaux, le monoxyde de carbone, les

poussières en suspension, ainsi que les paramètres météorologiques (direction et force du vent, température et humidité). Néanmoins, ce dispositif n'est actuellement fonctionnel que dans certaines villes d'Algérie, vu le coût d'installation assez onéreux et la nécessité de faire des relevés en continu très contraignants et la nécessité des moyens lourds (appareillages de détection, personnels qualifiés) pour la mise en place.

La biosurveillance paraît alors comme une méthode alternative aux méthodes physicochimiques. Elle est à la fois un outil simple, rapide et économique, qui facilite la multiplication des points de surveillance. Elle permet aussi de définir la nature et la répartition spatio-temporelle des polluants présents dans l'air et le sol ainsi que leur danger pour les êtres vivants [4]. L'étude de MAIZI *et al.* (2012), portée sur l'utilisation des lichens *Xanthoria parietina* et *Funaria hygrometrica* comme bioindicateurs de la pollution par le SO₂, dans la région de Annaba, a montré que la sensibilité et le pouvoir accumulateur de ces deux bioindicateurs permet une meilleure caractérisation de la pollution de l'air dans cette région [13]. Le jumelage des deux méthodes: capteurs physicochimiques et bioindicateurs a donné des corrélations significatives entre les paramètres mesurés et le dosage de SO₂, ce qui prouve la fiabilité et l'utilité des espèces utilisées. Néanmoins, Selon notre enquête, en dépit de multiples recherches scientifiques menées sur l'utilité des différentes espèces végétales, le recours aux stratégies de phytoremédiation et de biosurveillance basées sur l'utilisation des plantes comme bioindicateurs et biomarqueurs de la pollution atmosphérique et leur utilisations pour l'amélioration de du cadre de vie, et la réduction des nuisances sonores et olfactives restent très limités, vu la superficie réduite des espaces verts, ainsi que l'état de préservation de ces espaces et sa composante en plantes.

2.1.- Typologie des espaces verts

L'observation de la figure 4 représentant la typologie des espaces verts en Algérie, a permis de constater une dominance des jardins publics (48%); suivi par les alignements situés en zone urbaine (19%) et les forêts urbaines (2%). En revanche, les jardins particuliers et les alignements situés en zone non urbaine (ZNU) présentent un pourcentage équivalent à 0%.

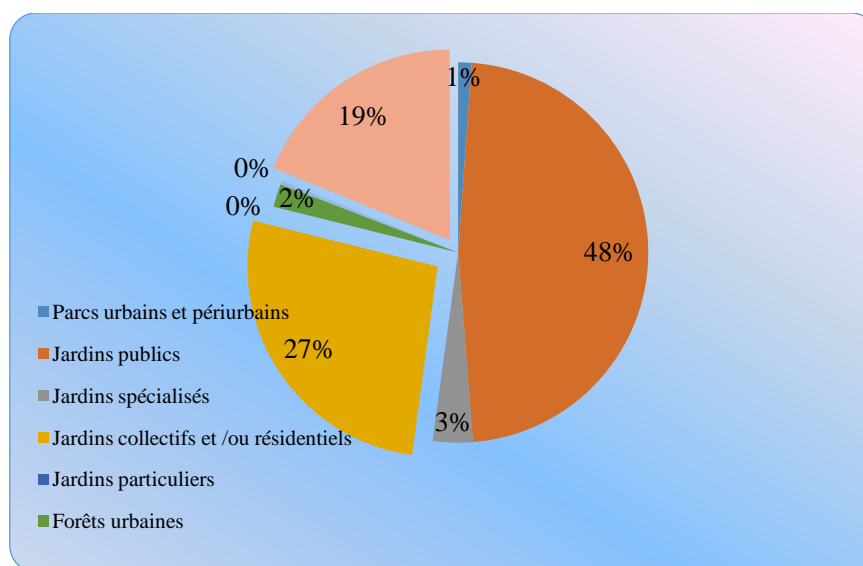


Figure 3.- Typologie des espaces verts en Algérie

La forêt urbaine de Chicago (actuellement magasins d'environ 716 000 tonnes de carbone d'une valeur de 14,8 millions de Dollars) retire environ 25 200 tonnes de carbone par an (équivalent de 521 000 Dollars par an) et environ 888 tonnes de pollution de l'air par an (6,4 millions de Dollars par an). En Chine, la moyenne annuelle de la pollution atmosphérique éliminée est de l'ordre de 10.4 g/m² du couvert forestier. Hors de Pékin, où la pollution atmosphérique est relativement élevée, la moyenne est de 9,3 g/m² [10]. Selon NOWAK (2006), dans les zones urbaines, avec un couvert arboré de 100% (à savoir, forêt contiguë) les améliorations à court terme de la qualité de l'air attribuée à l'élimination de la pollution par 1 hectare d'arbres sont très élevées : (14,9%) SO₂, (14,8%) O₃, (13,6%) PM₁₀, (8,3%) NO₂ et (0,05%) de CO. Aux États-Unis, les forêts urbaines sont estimées pour éliminer environ 711000 tonnes de la pollution de l'air par an [14].

Selon TROTTIER (2008) et NERENBERG (2005), les barrières sonores vivantes, les murs végétaux, les haies brise-vent et les toitures vertes végétalisées peuvent former des structures à la fois esthétiques et écologiques pouvant atténuer le bruit occasionné par la circulation routière, réduire les odeurs et favoriser la pollinisation, via les différentes espèces de plantes qui ombragent les murs, réduisent le réchauffement et atténuent la vitesse du vent, effet de refroidissant, etc [15, 16]. Néanmoins, selon la présente enquête, il ressort que lesdites structures ne figurent pas dans la liste des différentes structures des espaces verts en Algérie.

2.3.- Composition des espaces verts

L'observation de la figure 5 montre une certaine homogénéité dans la composition des espaces verts en Algérie. Une répartition anarchique des espèces a été observée, ni les caractéristiques écologiques de la région, ni l'état des lieux (pollution urbaine) sont respectées. La composition des espaces verts en Algérie est dominée par les plantations d'arbres (Acacia, Palmier, Eucalyptus, Pin, etc.), tributaire de l'aspect ornemental et esthétique. Cependant, leurs applications dans la phytoremédiation dans le milieu urbain restent ponctuelles et encore limitées pour répondre à l'ensemble des besoins.

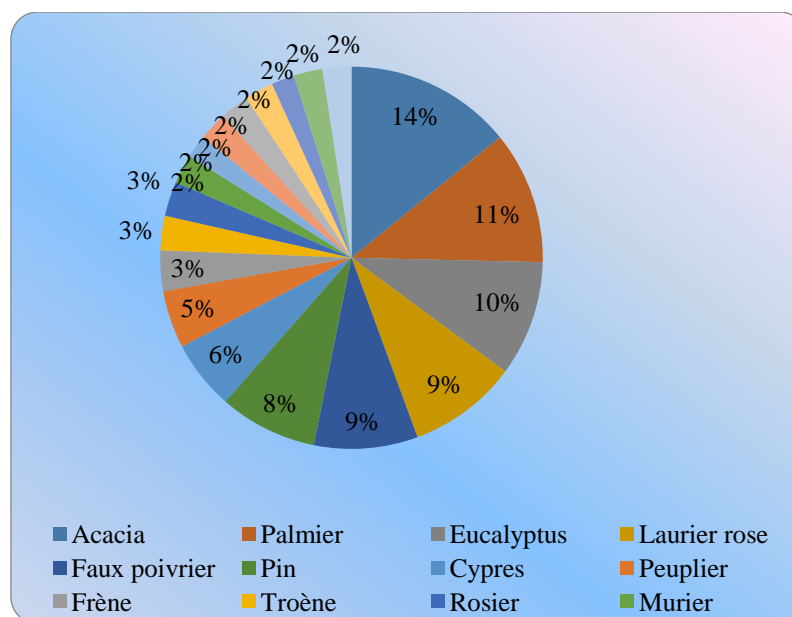


Figure 5.- Composition des espaces verts en Algérie

N.B: Les espèces qui présentent un pourcentage inférieur à 2%, en l'occurrence: Robinier, Troène, Erable, Lantana, Cognassier, Grande Margarita, Ricin, Cactus, Tilleul, Canna, Lilas, Vigne, Blota, Géranium, Jasmin, Genévrier, Mertha, Araucaria, Mille, Poromelanta, Amandier, Saule, Romarin, Lantana, Olivier, Orme, Hibiscus, Saule, Propsis, Arbousier, Bougainvillier, etc., ne sont pas représentées.

Selon l'enquête, l'application des stratégies de phytoremédiation en Algérie est confrontée à plusieurs contraintes:

- Non maîtrise des techniques de phytoremédiation par le personnel impliqué dans le domaine de l'environnement;
- Non valorisation des études scientifiques sur les intérêts des ressources biologiques nationales et leur implication dans le domaine;
- Manque de données scientifiques et statistiques sur la pollution atmosphérique: sources de pollution, nature de pollution, concentrations des polluants, etc. vu le coût d'installation assez onéreux des capteurs physico-chimique et la négligence des biotechnologies de biosurveillance et de phytoremédiation;
- Dégradation des espaces verts et diminution de la superficie par rapport à l'espace bâtis.

Conclusion

La présente étude a permis d'acquérir des informations importantes sur les espaces verts, les applications de la phytoremédiation et de la biosurveillance de la pollution atmosphérique en Algérie, ainsi que les espèces utilisées, les contraintes d'application, et les propositions pour améliorer la situation. En effet, d'après les résultats obtenus, on peut conclure que l'application de la phytoremédiation et la biosurveillance de la pollution atmosphérique à travers l'utilisation des espaces verts connaît un grand retard, restant méconnues chez la majorité des acteurs du domaine et ignorées par la politique du MATE et DEW, où il est remarqué que le terme phytoremédiation et/ou biosurveillance n'ont jamais figuré dans les textes législatifs ou les programmes de recherche. En outre, le ratio national de la superficie des espaces verts estimé à 0.7 m²/hab., est très faible par rapport à normes internationales fixées à 10 m²/hab. . En plus, 47.52% des espaces verts est d'état moyen à dégradé. Concernant la typologie, on a recensé 48% parcs urbains et périurbains, 19% alignements routiers, 2% forêts urbains, etc. Les espèces dominantes sont Acacia 14%, Palmier 11%, Eucalyptus 10%, Laurier 9%, etc.. En général, les plantes qui constituent les espaces verts restent tributaires de l'aspect esthétique; ornemental; loisirs, et qui ne répond pas aux caractéristiques écologiques de chaque région et aux besoins de dépollution de l'environnement.

Références bibliographiques

- [1].- Singh D., Gupta R., Tiwari A., 2011.- Phytoremédiation of lead from wastewater using aquatic plants. *International Journal of Biomedical Research*, 124 2(1), 1–11.
- [2].- I.N.S.P., 2007.- Bilan des données de pollution par les poussières (PM₁₀) au niveau d'Alger de 2001 à 2006. Institut National de Santé Publique, Unité Santé-Environnement, Alger, 27 p.
- [3].- Rahal F., Benharat N., Rahal D D., Baba Hamed F Z., 2009.- Influence du trafic routier sur la pollution atmosphérique dans la ville d'Oran. Colloque international

- Environnement et transports dans des contextes différents, Ghardaïa, Algérie: 153-156.
- [4].- Maatoug M. H., Hammou M. A. I. T., Sarmoum M., 2011.- Intérêt de la biosurveillance végétale de la pollution atmosphérique pour les pays en émergence. *Pollution atmosphérique*, numéro spécial: 71–76.
- [5].- Benhassine T. N., 2010.- La pratique de la récréation dans les espaces verts interurbains à Constantine, pour une stratégie verte dans un urbanisme de santé et de bien-être. Thèse de doctorat Es-science en urbanisme, Université Mentouri de Constantine, 150 P.
- [6].- Cunningham S D., Berti W R., Huang J W., 1995.- Phytoremédiation of contaminated soils. *Trends Biotechnology*, 13: 393-397.
- [7].- Pilon-Smits E., 2005. Phytoremédiation. *Annual review of plant biology*, 56: 15-39.
- [8].- Philippe A., Debiais N., Gerber F., Lachat B., 2008.- Le génie végétal. La documentation française, Paris, 43 p.
- [9].- Lahouel H., 2011.- L'espace vert urbain entre l'imaginaire et la réalité : Cas de Batna (Algérie). Mémoire de magister en architecture, Université de Batna, Algérie, 211p.
- [10].- Usda Forest Service, 2010.- Assessing urban forest effects and values, Philadelphia's urban forest. Resource bulletin NRS-37, Forest service, Northern research station, 1-23.
- [11].- J.O.R.A., 2007.- Loi n° 2007-06 du 25 Rabie Ethani 1428 correspondant au 13 mai 2007, relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts, Journal Officiel de la République Algérienne.
- [12].- Benhassine T. N., 1999.- La pratique des squares à Constantine. Mémoire de magister en urbanisme, Université Mentouri, Constantine, 124 p.
- [13].- Maizi N., Alioua A., Tahar A., 2012.- Jumelage des bio-indicateurs et d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air pour la détection de la pollution par le SO₂ dans la région de Annaba (Algérie). *Biotechnology agronomy society and environnement*, 16: 149-58.
- [14].- Nowak D J., 2006.- Institutionalizing urban forestry as a biotechnology to improve environmental quality. *Urban forestry and urban greening*, 5: 93-100.
- [15].- Trottier A., 2008.- Toitures végétales: implantation de toits verts en milieu institutionnel. Etude de cas: UQAM. Montréal: Grip-UQAM/Verdis-toit, Centre d'écologie urbaine de Montréal, 80 p.
- [16].- Nerenberg J., 2005.- Projet pilote de toit vert. Centre d'écologie urbaine, Montréal, 60 p.