

Analyse préliminaire de la pollution de quelques sols par les HAPs (hydrocarbures aromatiques polycycliques) pour une agriculture durable

M. Djellouli¹, V. Esposito², S. Taleb^{1*}, A. Benghalem¹, & P. Tundo²

^{1*} Laboratory of Materials & Catalysis, Faculty of Sciences, D. Liabès's University, Site 1, BP 89, 22000 Sidi Bel Abbès, Algeria, safiatal@yahoo.fr

² Interuniversity Consortium Chemistry for Environment, INCA, Italy.

Résumé

Parmi les substances chimiques polluantes, d'impacts sanitaires très graves, retrouvées dans l'environnement, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) constituent une classe d'un mélange de composés bien complexe. Bien que la majorité des HAPs soit émise dans l'atmosphère, le sol et les sédiments constituent les principaux points de site environnemental de ces polluants dus à leur affinité hydrophobe. En effet, Wild et Jones estiment que 90 % des HAP émis dans l'environnement sont stockés dans les sols, ce chiffre ne prenant pas en compte les sites contaminés suite à des activités industrielles comme les raffineries de pétrole. La toxicité des HAPs est considérable même à de très faibles concentrations. Pour cela, il est indispensable de les détecter à des seuils très bas (au moins jusqu'à $\mu\text{g/g}$) et de les quantifier avec précision et fiabilité par la par couplage chromatographie et spectrométrie de masse CG/SM. En effet, depuis le Sommet de la Terre à Rio en 1992, il est reconnu que le programme de l'agriculture au service du développement est inséparable du programme environnemental. A ce titre, l'objectif de notre étude est de déterminer la quantité des HAPs contenus dans différents échantillons de sol à proximité d'une zone industrielle, de sol agricole, de sol urbain, de sol éloigné des zones industrielles prélevés dans le Nord Ouest Algérien et de mesurer éventuellement l'ampleur de cette pollution et sa répartition dans le sol afin d'y remédier pour une meilleure pérennité des ressources naturelles.

Nos résultats préliminaires montrent que l'ensemble des sols analysés est fortement contaminé. Ils présentent des concentrations élevées en benzo[a]pyrène: molécule de référence des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques; En effet, l'Hazardous Substances Data Bank (HSDB) publie une valeur de concentration ubiquitaire d'environ 2.103ng/Kg. Les concentrations expérimentales obtenues varient entre 506,4848. 103 et 2, 189. 103 ng/kg.

Mots clefs: HAP, CG/ SM, sol contaminé, environnement, impacts sanitaires

Introduction

L'agriculture est un instrument puissant pour entraîner la croissance, surmonter la pauvreté et renforcer la sécurité alimentaire. Depuis le Sommet de la Terre à Rio en 1992, il est reconnu que le programme de l'agriculture au service du développement est inséparable du programme environnemental. Pour cela, une agriculture pérenne doit être principalement liée à une meilleure gestion des ressources naturelles et plus particulièrement celle des sols agricoles. Ainsi, les différentes contaminations du sol peuvent représenter pour les êtres vivants non

seulement un danger direct par ingestion, mais également des dangers indirects. En effet, certains produits chimiques dans le sol sont lixiviés dans les eaux souterraines et dans les cours d'eau par les eaux de ruissellement. De plus, certaines cultures et certains légumes absorbent les contaminants du sol, qui s'introduisent ainsi dans la chaîne alimentaire.. Parmi les substances toxiques retrouvées dans le sol, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs), par leur grande distribution et leurs effets biologiques en représente une classe importante.

1. Structure chimique des HAPs

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) sont des composés organiques constitués de plusieurs cycles aromatiques (2 à 10) condensés. Parmi ces hydrocarbures aromatiques polycycliques, une liste limitée de 16 molécules est retenue comme polluants «prioritaires » par l'Agence Environnementale Américaine (US-EPA). Parmi les HAPs les plus étudiés et posant des problèmes environnementaux majeurs du fait de leur toxicité sont: phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(a)pyrène, benzo(ghi) pérylène, indéno(1,2,3 cd)pyrène.

2. Quelques propriétés physico- chimiques et toxiques des HAPS

A l'exception du naphtalène, les HAPs sont peu volatils et se présentent à l'état pur sous forme de solide ou de liquide plus ou moins visqueux [6]. Les caractéristiques communes de ces composés sont points de fusion et d'ébullition élevés, une solubilité faible dans l'eau. Cette dernière diminue lorsque le poids moléculaire augmente. Ces composés sont lipophiles et solubles dans de nombreux solvants organiques. Ainsi, ils sont potentiellement bioaccumulés et concentrés dans les sédiments et les sols. La persistance des HAPs augmente avec le nombre de cycles de la molécule.

Le principal risque que présentent les hydrocarbures aromatiques polycycliques sur la santé, est leur capacité à induire le développement de cancer dans les organismes vivants exposés ainsi que chez l'homme par [7]. En effet, le benzopyrène est potentiellement le plus cancérigène [7]. D'autres HAPs sont également reconnus comme étant fortement cancérigènes, comme le fluoranthène, le benzo[b]fluoranthène, le benzo[k]fluoranthène, le chrysène, le benzo[g,h,i] pérylène et l'indéno[123cd]pyrène [4].

3. Objectif de cette étude

L'objectif de notre étude préliminaire est de déterminer la quantité des HAPs contenus dans différents échantillons de sol à proximité d'une zone industrielle, de sol agricole, de sol urbain, de sol éloigné des zones industrielles prélevés dans le Nord Ouest Algérien et de mesurer éventuellement l'ampleur de cette pollution et sa répartition dans le sol.

4. Méthodologie

La méthode d'analyse Physico-chimiques utilisées sont décrites par l'Agence pour la Protection de l'Environnement américaine (EPA) [5]. Elle est basée sur une analyse par couplage chromatographie et spectrométrie de masse, en dilution isotopique après purification par différents adsorbants. Cette technique est de sensibilité très élevée, de l'ordre de 0,2 ng/kg (ou pg/g).

a. Echantillonnage

La procédure d'échantillonnage, y compris la méthode d'enlèvement des échantillons, leur stockage et leur transport, doit être conforme, dans toutes ses étapes, à des instructions écrites données à cet effet, ou à une procédure opératoire normalisée, faisant partie intégrante du programme d'assurance/contrôle de qualité.

Toutes les bouteilles contenant des échantillons, ainsi que les bouteilles de remplacement, doivent être manipulées avec soin, de manière à éviter toute contamination pendant la manipulation et le transport. Les échantillons sont conservés à l'obscurité et dans un endroit frais (au dessous de 5° C).

b. Préparation des échantillons - extraction et nettoyage

Le toluène est le solvant d'extraction qu'il est préférable de choisir, ceci en raison de sa grande efficacité d'extraction, notamment lorsqu'il s'agit de HAP à longue chaîne à 4 ou 6 anneaux. La méthode d'extraction que nous avons utilisé dans cette étude est l'extraction au soxhlet. Celle-ci est la technique de référence, c'est elle qui est utilisée pour valider la technique d'extraction retenue. Cette extraction se fait sous chauffage et à pression atmosphérique.

La méthode de purification utilisée est la purification sur colonne en verre.

4. Résultats et discussion

Nous avons présenté les concentrations des HAPs des différents échantillons dans la figure (1).

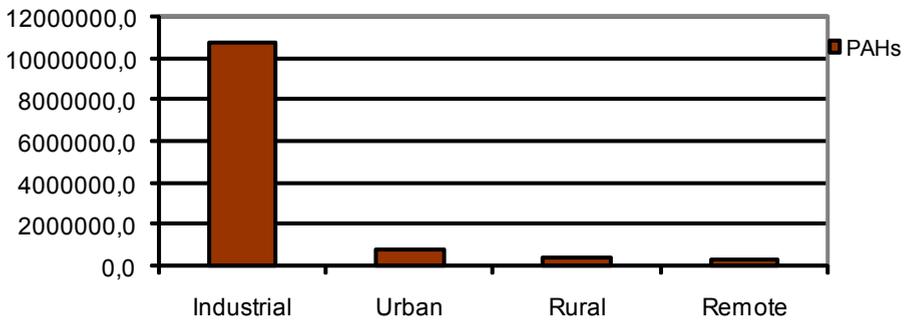


Figure (1): concentrations des HAPs des différents échantillons du sol

A travers nos résultats, nous avons remarqué que les concentrations des HAPs varient entre 246270.4 et 10724506.4 ng/kg. Ceci montre que l'ensemble des sols analysés est fortement contaminé par ces polluants. Ceux-ci présentent un risque toxicologique important même à de faibles concentrations, notamment par leurs propriétés cancérigènes et/ou mutagènes.

En fait, les HAPs sont peu biodégradables, ce qui les rend persistants dans l'environnement. De plus, leur caractère hydrophobe entraînant leur bioconcentration dans la chaîne alimentaire. Cependant, la molécule la plus étudiée des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques c'est le benzopyrène du fait qu'il est potentiellement le plus cancérigène [1]. En fait, des études récentes publient une valeur de concentration ubiquitaire d'environ 2.103ng/Kg [8]. Toutefois, les concentrations expérimentales obtenues varient entre 506,4848. 103 et 2, 189. 103 ng/kg, ceci montre que les différents échantillons du sol analysés sont également contaminés par le benzopyrène. Les concentrations du benzopyrène sont résumées dans la figure (2).

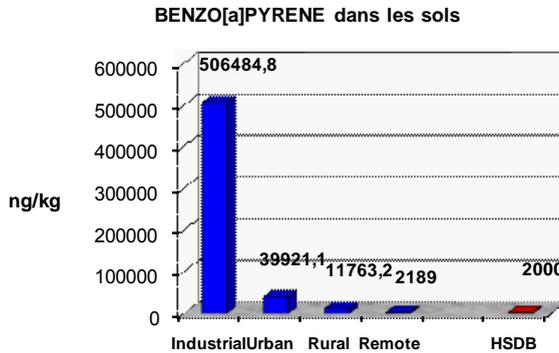


Figure (2): concentrations du Benzo [a] Pyrene des différents échantillons du sol

D'autre part, nous avons observé que le sol à proximité d'une zone industrielle est très contaminé par ces polluants. Ceci confirme que l'industrie est l'un des principales sources des HAPs. Récemment, des études ont montré que les sols constituaient le principal point de fuite environnementale des HAPs [2]. Or du fait de leur caractère toxique, il est nécessaire de surveiller et de limiter cette pollution. L'U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency) a classé seize HAP à éliminer des sols lorsqu'ils y sont détectés.

Conclusion

Notre étude préliminaire montre que les différents échantillons du sol analysés sont contaminés par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques. Devant l'importance des risques rencontrés, il est nécessaire de fixer des objectifs de réduction des émissions de ces polluants dans l'intérêt d'un environnement durable.

Références bibliographiques

- [1]: Boffeta P., Jourenkova N., Gustavsson P., (1997) Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Cancer Cause. Control.* 8(3), 444-472.
- [2]: Bour. O., (2005) Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Acquisition des données d'entrée des modèles analytiques ou numériques de transferts dans les sols et les eaux souterraines INERIS – DRC – 66244 – DESP – R01
- [3]: Feix I., Wiart J., (1995) Les micropolluants organiques dans les boues résiduares des stations d'épuration urbaines. ADEME.
- [4]: Kanaly R.A., Harayama S., (2000) Biodegradation of High-Molecular-Weight Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Bacteria. *J. Bacteriol.* 182 (8): 2059.
- [5]: Méthode EPA. (1994): <http://www.epa.gov/waterscience/methods/>.pdf
- [6]: Miège C., Dugay J., Hennion M.C., (1999) Méthodes de caractérisation des HPA et des PCB dans les boues résiduares de stations d'épuration. 3359. Editions. ADEME, Angers.
- [7]: Sutherland J.B., Raffi F., Khan A., Cerniglia C.E., (1995) Mechanisms of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Degradation. In *Microbial Transformation and degradation of toxic organic chemicals*. Edited by Young, L.L and C.E. Cerniglia. Wiley-Liss. New York.
- [8]: PICHARD.A., (2006) BENZO[a] PYRÈNE. INERIS –DRC-01-25590-00DF252.doc