



REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES -A

Sciences de la Nature et de la Vie

Sciences techniques

ISSN : 2661-7064
<http://univ-eltarf.dz/fr/>



Contribution à l'étude de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé publique (Cas de la Commune d'Ouenza, Wilaya de Tébessa)

Nasri Hichem^{1,2*}, Maache Malika¹, Zaidi Hadjer¹ et Sedrati Fateh¹

¹ Laboratoire de Recherche Biodiversité et Pollution des Ecosystèmes, Université Chadli Bendjedid d'El-Tarf, 36000. Algérie.

² Agence Thématique de la Recherche en Santé, Cité du chercheur (ex. I.A.P) Route de l'aéroport El M'Naouar, Es Senia 31000, Oran 31000. Algérie.

Informations	Abstract
Mots clés : Pollution de l'air, Minerai de fer, Ouenza, Maladies respiratoires. *Correspondance : h.nasri@atrss.dz	Les expositions environnementales sont complexes ; la recherche liant l'environnement à la santé humaine commence à mûrir, mettant en évidence la subtilité des expositions multiples, des mélanges de substances et des effets hérités cumulatifs de la vie dans des environnements perturbés et stressés. Le complexe métallurgique de Ouenza (Wilaya de Tébessa) a fait l'objet d'une série d'investigation en mesurant le taux de poussières libérés par les minerais de fer de ville, suivi par un inventaire épidémiologique des maladies en relation directe avec la pollution atmosphérique au niveau de l'hôpital Bougherara Foued-Ouenza. Les résultats obtenus ont montré que le taux de poussières libérés par le minerai est supérieur aux normes internationales et l'enquête épidémiologique a révélé la présence de dix maladies possiblement liées à la dégradation de l'air. La distribution selon les classes d'âges indique que les patients les plus affectés sont les nouveau-nés, les enfants et les personnes âgées de plus de 60 ans, tandis que le sexe féminin est le plus sensible aux pathologies provoquées par les silices et les poussières dégagés par la mine.

1. Introduction

La pollution atmosphérique est un problème environnemental majeur et mondial qui ne cesse de croître avec le temps. La croissance progressive de l'urbanisation et des activités industrielles a participé activement à l'aggravement de la situation, d'où la nécessité absolue de réduire les rejets pour protéger la santé publique et environnementale [1]. Suite aux événements tragiques du *Smog* londonien de 1952, plus de quatre mille morts déplorés à cause d'une augmentation excessive des rejets atmosphériques, des alertes ont été déclenchées [2]. Une multitudes des travaux épidémiologiques ont prouvés l'apparition des maladies pulmonaires (l'asthme, les allergies respiratoires, les pneumopathies et le cancer des poumons), suite à l'augmentation des niveaux atmosphériques de plusieurs types de molécules nocives : les poussières, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, le monoxyde de carbone (CO), les particules fine PM_{2.5}, le dioxyde de soufre SO₂, le dioxyde d'azote (NO₂) et enfin l'ozone (O₃) [3]; [4]; [5].

L'Algérie est un pays en voie de développement avec une évolution massive des statistiques tant au niveau démographique qu'au niveau industriel. Ceci a augmenté le taux de pollution atmosphérique dans la plupart des villes qui sont complètement assiégées par des rejets atmosphériques massifs et non contrôlés. Ainsi, l'Algérie présente, selon des enquêtes épidémiologiques, à la fois des maladies d'un pays développé (maladies cardio-vasculaires, cancers et diabètes) mais aussi celles de pays en voie de développement (maladies infectieuses, endémiques et récurrentes) qui sont dans ce cas là en relation directe avec les facteurs environnementaux [6].

L'Algérie possède plusieurs gisements des minerais de fer qui sont localisés à l'Est du pays à proximité de la frontière algéro-tunisienne. L'oxydation partielle de la sidérite (carbonate de fer) a donné naissance dans ces gisements à l'hématite qui affleure à la surface des mines. On y décèle également une minéralisation complexe contenant le Plomb, le Zinc, le Cuivre, le Baryte et le Fluor. En conséquence de ces affleurements, les gisements de Fer de Ouenza, de Boukhadra et de Djerissa possèdent des

concentrations importantes de galène, de sphalérite, de baryte et de fluorite. Des couches de Plomb-Zinc renfermant des concentrations mineures de sidérite se trouvant également en Tunisie à: Slata, Bou Jabeur et Mesloula [7].

Notre étude a pour but d'évaluer et de déterminer les différentes maladies pouvant être liées à la pollution atmosphérique provoquée par un complexe de minerais de Fer situé à Ouenza, avec une enquête au sein du complexe pour connaître le taux de rejets des poussières, cause principale des maladies signalées au niveau de l'hôpital Bougherara Foued-Ouenza.

2. Matériels et méthodes

2.1. Sites d'étude

La région d'étude se situe au Nord-est de l'Algérie comme le présente la Figure 1 ci-dessous.

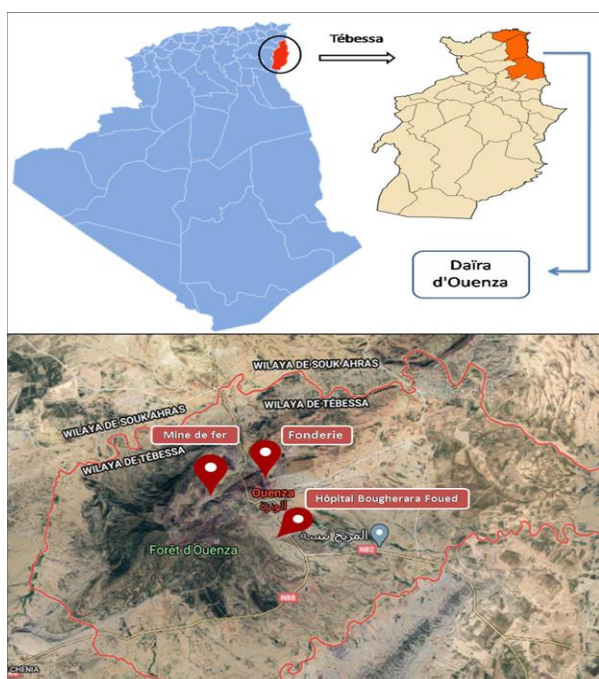


Fig. 1 : localisation des sites d'études (Google Earth, 2020).

L'hôpital Bougherara Foued- Ouenza

La ville de Ouenza abrite le Centre Hospitalier Fouad Boughrara, doté d'équipements modernes pour offrir aux patients des services de qualité. Cependant, les données n'ont pas été livrées par le responsable de cet établissement. De ce fait, les données de cette structure ne seront pas incluses dans notre présente étude. Toutes les statistiques qui seront présentées auront été générées par nos enquêtes sur terrain.

Le gisement de fer

Le complexe minier d'Arcelor Mittal est localisé à l'Est algérien sur le territoire de la commune de Ouenza à environ 1 Km de centre-ville, à 90 Km du

chef-lieu de la wilaya de Tébessa, à 15 Km à l'Ouest des frontières algéro-tunisiennes et à environ 140 Km au Sud-est du complexe sidérurgique d'El Hadjar auquel il est relié par une ligne directe de chemin de fer.

Le gisement de Fer de Ouenza constitue la principale source d'approvisionnement en minerais de Fer de la sidérurgie nationale. Les trois-quarts de la consommation du complexe sidérurgique d'El Hadjar viennent de la Mine de Ouenza. La production de la Mine de Boukhadra vient en second lieu.

La fonderie-Ouenza

L'idée d'implanter une installation complète de fonderie de fonte grise pour la fabrication des sabots de frein de wagons de chemin de fer, fut exprimée le 18 Janvier 1972, par la direction de la mine de Ouenza. Le risque d'exposition le plus fréquent est celui causé par le sable de fonderie qui, sous forme de poussières fines et riches en silice cristalline, peut entraîner la silicose suite à des expositions répétées. L'exposition professionnelle aux poussières de silice cristalline (quartz, cristobalite) est classée comme cancérogène avérée par le CIRC. Le risque d'exposition à la silice cristalline se rencontre surtout à la sablerie, lors du décochage et d'une façon moindre lors du parachèvement des pièces. Les affections consécutives à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice cristalline peuvent être reconnues comme maladies professionnelles par le régime général de la sécurité sociale. En plus de la silice, les employés seront exposés aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), au monoxyde de carbone et aux fumées d'une manière générale [8]. Ainsi, les procédés de fabrication des moules en sable et surtout des noyaux utilisent des résines qui contiennent de nombreuses substances chimiques dangereuses, tels que le formaldéhyde et le phénol [8].

2.2. Enquêtes et collecte des données

La première étape était le recensement des maladies existantes au niveau des services de l'hôpital: médecine homme, médecine femme, pédiatrie et service de néonatal, à partir des registres des admissions hospitaliers. Ensuite, les données collectées sont traitées statistiquement.

2.3. Stratégie d'échantillonnage des poussières au niveau de la mine-Ouenza

L'échantillonnage a été effectué à l'aide d'un échantillonneur de poussières, sous forme d'un collecteur à grand volume de marque Andersen. L'entrée de l'air dans le collecteur est uniforme sur tous ses côtés, la vitesse de l'air nécessaire à un captage efficace des poussières totales en suspension (PTS) est comprise entre 20 et 35cm/s. La forme du toit du collecteur permet à l'air aspiré d'être bien distribué sur la surface d'un filtre en fibre de verre G810 où les PTS sont piégés. L'efficacité de captage

des poussières est de plus de 99%. Les filtres en fibre de verre permettent de piéger les particules de moins de 100 μm . Les durées de prélèvement de l'ordre de 24h sont préconisées pour la mesure de la concentration des poussières totales en suspension à laquelle sont exposés les riverains des mines. L'échantillonnage a été effectué au niveau de deux postes :

- Sainte Barbe : 25h 15min ;
- L'administration sécurité industrielle : 22h 43min.

Après l'échantillonnage des poussières, les filtres sont emmenés au laboratoire, les pesées ne sont effectuées qu'après une période de 24h permettant aux filtres d'atteindre un équilibre relatif aux conditions et à la température dans un dessiccateur. Les pesées sont réalisées grâce à une balance de marque Sartorius possédant une précision de 0,1mg.

3. Résultats et Discussion

3.1. Résultats obtenus de l'échantillonnage de poussières

Il ressort des résultats des mesures que la concentration observée au niveau du post Sainte Barbe est de l'ordre de 81,24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pendant 25h15, alors que la concentration enregistrée au niveau de l'administration en charge de la sécurité industrielle de la mine d'Ouenza est 351,91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant 22h 43m. La concentration observée au niveau de l'administration en charge de la sécurité industrielle de la mine d'Ouenza est supérieure à la norme quotidienne moyenne recommandée par la Banque Mondiale pour les pays en voie de développement (1998) : 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il n'existe pour le moment pas de norme Algérienne pour une exposition de 24h. Notons que les principaux postes de travail qui sont sources d'émanation de poussières ponctuelles sont :

- Le concassage du minerai de fer ;
- Le convoyage par bande transporteuse ;
- L'acheminement au niveau des trémies de réception et au niveau de la gare de chargement ;
- Le trafic intense des engins ;
- Le tir par explosif ;
- La dispersion par les vents locaux et saisonniers des particules ferrifères des stocks en minerai [9].

3.2. Résultats récoltés au niveau de l'hôpital Bougherara Foued- Ouenza

Le Nombre total des malades (2010 et 2011)

La totalité des malades hospitalisés durant les deux années d'étude sont de l'ordre de 1031 patients, avec une augmentation du nombre d'une année à l'autre faisant passer le chiffre de 475 malades en 2010 à 556 malades en 2011.

Détermination des taux des malades selon le sexe

Le recensement des malades durant les deux années d'études, reflète que les femmes sont les plus influencées par les différentes maladies par rapport aux hommes, avec un pourcentage de 65,68% et 47,48% respectivement.

Détermination des maladies pendant les deux années 2010 et 2011

La consultation des registres au niveau des différents services de l'hôpital montre la présence de dix maladies en relation directe avec la pollution atmosphérique de la ville et qui sont : la pneumopathie, le cancer des poumons, l'angine, les Accidents Vasculaires Cérébraux (AVC), les cardiopathies, l'hypertension artérielle (H.T.A), le diabète, la bronchite, l'asthme et l'anémie. La figure N°02 montre le pourcentage des maladies recensées durant les deux années d'études.

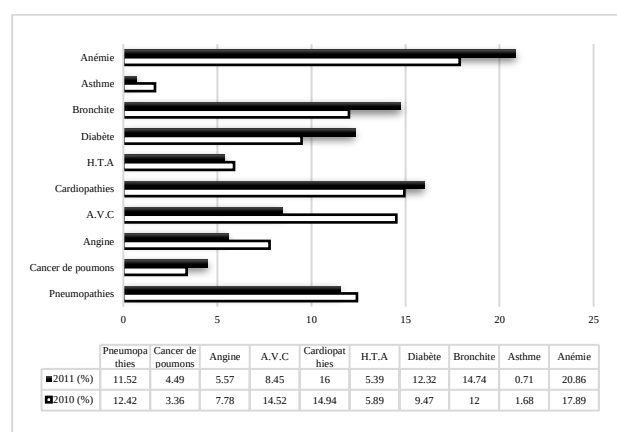


Fig.2 : Pourcentage des maladies recensées durant les deux années d'études.

Les figures N°3 et 4 illustrent la répartition des maladies précitées selon les sexes. Nous remarquons que les femmes sont les plus affectées par la plupart des maladies à l'exception de la cardiopathie et le cancer du poulmon où les hommes sont les plus affectés.

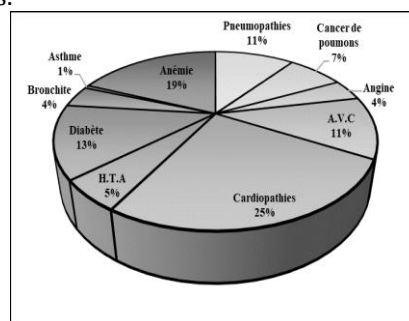


Fig. 3 : pourcentage des maladies chez les hommes.

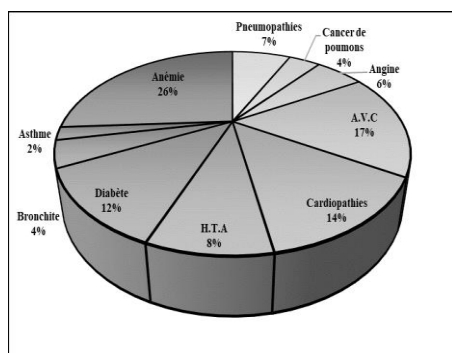


Fig. 4 : pourcentage des maladies chez les femmes

La répartition des maladies selon les classes d'âge

La figure N°5 montre la répartition des dix maladies recensées selon des classes d'âges, allant des nouveaux nés jusqu'aux aînés.

Une pneumopathie désigne une infection affectant les poumons et plus largement le système respiratoire. La tranche d'âge la plus touchée par cette maladie au niveau de la ville Ouenza est celle des nouveaux nés avec 53 cas, accompagnée des aînés âgés entre 70 et 90 ans (40 cas).

Les expressions cancer du poumon et cancer bronchique désignent au sens strict une tumeur maligne du poumon, et par extension les carcinomes pulmonaires, qui regroupent les tumeurs malignes épithéliales du poumon. L'enquête épidémiologique montre la présence de 41 cas répartis entre des malades âgés entre 30 et 90 ans, dont la classe la plus affectée est celle de [50-60[avec 12 cas.

L'angine est une inflammation de la gorge. On parle d'angine rouge ou blanche en fonction de l'aspect des amygdales. Elle peut être d'origine virale ou bactérienne, une détermination qui oriente ensuite le diagnostic et le traitement. Les données récoltées montrent que la classe des nouveau-nés appartenant à la classe [1j-10A [présente le nombre des cas le plus élevé (25 cas).

Un accident vasculaire cérébral (AVC) résulte de l'interruption de la circulation sanguine dans le cerveau, en général quand un vaisseau sanguin éclate ou est bloqué par un caillot. L'apport en oxygène et en nutriments est stoppé, ce qui endommage les tissus cérébraux. Généralement, ce type d'accident touche le plus souvent les personnes âgées ce qui est signalé au sein de l'hôpital avec 30 cas chez les patients de [80-90 ans [.

Les cardiopathies ischémiques correspondent à une ischémie, une insuffisance d'oxygénation du muscle cardiaque par rétrécissement des artères coronaires irrigant le cœur. Les deux formes les plus caractéristiques de cardiopathies ischémiques sont l'angor (ou angine de poitrine) et l'infarctus du myocarde

L'hypertension artérielle (HTA) correspond à une hyperpression du sang sur la paroi des artères. Elle est la plus fréquente des affections cardiovasculaires, touchant environ 20% de la population. Son incidence augmente avec l'âge et touche 90% des personnes âgées de 85 ans, ce qui est confirmé au

sein de l'hôpital avec environ 42 cas des personnes âgées entre 60 ans et 90 ans.

Le diabète sucré est une affection chronique due soit à une insuffisance génétique ou acquise de la production d'insuline par le pancréas, soit au fait que cette insuline n'est pas assez active. Cette insuffisance provoque une augmentation de la glycémie (concentration de glucose dans le sang) qui conduit à son tour à des lésions affectant plusieurs appareils ou systèmes, en particulier les vaisseaux et les nerfs. Cette maladie est signalée chez toutes les classes d'âges recensées avec un pic de 22 cas chez les malades appartenant aux groupes [50-60ans [et [70-80ans [.

L'asthme est une affection chronique des voies respiratoires caractérisée par une difficulté respiratoire (dyspnée) sifflante, liée à une réactivité anormale des voies aériennes dont le diamètre diminue exagérément en réponse à différents stimuli. Il évolue le plus souvent par des crises de gravité variable, souvent nocturnes, régressives spontanément ou sous l'effet d'un traitement. 12 cas sont comptés au niveau de l'hôpital en question, dont le nombre le plus élevé (4 cas) est observé au niveau des deux catégories [30-40[et [40-50[.

La bronchite est une inflammation des bronches portant surtout sur la tunique muqueuse avec de légère altération des couches sous-jacentes. Elle peut succéder à une irritation des bronches par des poussières ou des gaz toxiques. Environ 105 cas est noté chez les nouveaux nés et les enfants de moins de 10 ans.

L'anémie est définie lorsque la concentration d'hémoglobine est inférieure au seuil limite établi, défini par l'Organisation Mondiale de la Santé. Ce seuil se situe dans une fourchette allant de 110 g/L pour les femmes enceintes et pour les enfants de 6 mois à 5ans, à 120 g/L pour les femmes non enceintes et à 130 g/L pour les hommes. 44 cas c'est la plus grande valeur signalée pour cette maladie chez les adolescents ([10-20 ans])

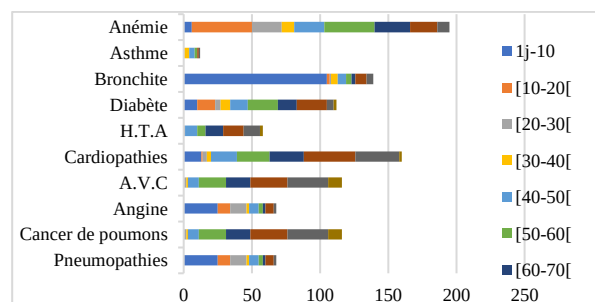


Fig. 5 : Répartition des dix maladies recensées selon des classes d'âges.

Les poussières générées dans les fonderies se composent de poussières ferreuses et métalliques, les travailleurs sont exposés aux poussières d'oxyde de fer et de silice qui peuvent être contaminées par des métaux lourds (le chrome (Cr), le nickel (Ni), le plomb (Pb) et le manganèse (Mn)) [10]. Afin de mieux éclairer l'association possible entre la

poussière de silice et le cancer du poumon, une analyse a été effectuée sur les données de mortalité et d'incidence du cancer disponibles dans les études de couplage d'enregistrements basées sur le recensement dans les pays nordiques pour les hommes appartenant à des groupes professionnels potentiellement exposés à la poussière de silice. L'étude a montré un risque excessif de cancer du poumon pour les ouvriers de fonderie dans tous les pays nordiques et pour les mineurs en Suède. Les tailleurs de pierre, qui ne sont probablement pas exposés à des cancérigènes pulmonaires connus sur le lieu de travail, mais dans certains endroits à de fortes concentrations de poussière de silice, ont montré un risque excessif de cancer du poumon en Finlande et au Danemark [11].

Ainsi, les mineurs travaillant dans les mines de fer sont à risque de développer une pneumopathie interstitielle si les taux de poussière dépassent la valeur du seuil limite. Certaines maladies, comme la bronchite chronique, l'asthme bronchique et les collagénoses vasculaires qui affectent les poumons, peuvent être aggravées par l'inhalation de poussière [12].

En fait, le travail de Corhay et al. [13] prouve que le taux de fer intra macrophagique peut être augmenté chez les métallurgistes et les sujets présentant une hémorragie pulmonaire, mais aussi chez les fumeurs asymptomatiques, chez les patients atteints de cancer du poumon après une exposition professionnelle à la poussière de fer. Une autre étude sur des mineurs d'une mine souterraine de minerai de fer ont démontré une inflammation persistante des voies respiratoires qui était aussi prononcée après 4 semaines de vacances qu'après une période de 3 mois de travaux souterrains dans la mine [14]. Ce qui est confirmé par l'étude de Hedlund et al. [15], dont des anciens mineurs présentaient un risque accru de toux productive chronique et une bronchite chronique plusieurs années après avoir cessé de travailler comme mineur.

L'enquête épidémiologique réalisée en Suède, a prouvé qu'il y avait une association entre l'augmentation de la mortalité par infarctus du myocarde et l'exposition professionnelle aux vibrations du corps entier, et le risque subsistait après ajustement pour l'exposition aux poussières. Les résultats pour le groupe en âge de travailler (> 60 ans) ont montré une augmentation significative de la mortalité par infarctus du myocarde pour les vibrations main/bras, les vibrations du corps entier et l'exposition à la poussière [16].

Cependant, l'étude de Pradhan et Patra [17], qui est basée sur des données primaires collectées auprès d'un ouvrier des mines du bloc *Banspal* du district de *Keonjhar d'Odisha*, en Inde, signale que riverains de la mine sont associées à une incidence plus élevée de

maladies d'origine hydrique, de typhoïde et de fièvre très probablement associées à des changements dans la qualité et la distribution de l'eau, tandis que l'emploi dans les mines est clairement associé à des infections respiratoires aiguës, comme on pourrait s'y attendre en travaillant dans des conditions poussiéreuses avec pas de protection.

Le type d'emploi et l'exposition à la poussière étaient des prédicteurs importants de la fonction pulmonaire. La mise en œuvre de l'hygiène industrielle et l'utilisation appropriée et efficace des équipements de protection individuelle au travail pourraient contribuer à protéger la santé respiratoire des travailleurs industriels [18].

A partir de notre travail, on trouve que l'environnement présente une source de danger pour la santé publique dont les modifications de l'environnement (pollution atmosphérique) pourraient être partiellement responsables de l'augmentation constatée de l'incidence de certaines maladies : l'Anémie, Cardiopathies et Pneumopathies. Cette hypothèse doit faire l'objet d'un effort de recherche constant, portant à la fois sur la mesure de l'exposition des populations à des polluants atmosphériques, et sur l'existence du lien causal.

4. Conclusion

Notre travail a eu comme objectif l'inventaire des différentes maladies liées à la pollution atmosphérique au niveau de la ville d'Ouenza (w. Tébesa). En perspective, ce travail doit être complété par des études analytiques plus détaillées avec l'évaluation précise pour les différents polluants, faisant problème dans la région concernée et du mécanisme d'apparition, la définition d'un ordre de priorité des mesures à prendre comme la limitation des gaz d'échappement et la surveillance.

Référence :

- [1] Detrie. JP. L'évolution de la pollution atmosphérique. Le Courrier de la normalisation n°184 VII/VIII. (1961).
- [2] Baeza. A ; Marano. F. Pollution atmosphérique et maladies respiratoires. Médecine / sciences, 23(5) (2007), 497-501. doi :10.1051/medsci/2007235497.
- [3] Annesi-Maesano. I ; Dab. W. Pollution atmosphérique et poumon : approche épidémiologique. Médecine/sciences, 22(6-7), (2006), 589-594.
- [4] Pascal. L. Effets à court terme de la pollution atmosphérique sur la mortalité. Revue Française d'Allergologie, 49(6)(2009), 466-476. doi: 10.1016/j.reval.2009.08.005.
- [5] Abelsohn. A; Stieb. DM. Effets de la pollution de l'air sur la santé : Une approche pour conseiller les patients à l'aide de la cote air santé. Canadian Family Physician, 57(8), (2011), e280-e287

- [6] Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE). Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement. (2000).
- [7] Bouzenoune. A; Lécalle. P. Petrographic and geochemical arguments for hydrothermal formation of the Ouenza siderite deposit (NE Algeria). *Mineralium Deposita*, 32(2), (1997), 189-196.
- [8] CTNA. Prévention des risques chimiques en fonderie. Adoptée par le Comité technique national des industries de la métallurgie (2011), 12 pp.
- [9] Epert Cheriet Med Faouzi. Audit environnemental, Tébessa. (2011).Pp12.
- [10] Garcilaso. I. Prévention et réduction intégrée de la pollution, Document de référence concernant les meilleures techniques disponibles dans les industries de la forge et de la fonderie (2004) P.107-152.Edificio Expo, E-41092 Séville – Espagne.
- [11] Lynge. E; Kurppa. K; Kristofersen. L; Malker. H; Sauli H. Silica Dust and Lung Cancer: Results from the Nordic Occupational Mortality and Cancer Incidence Registers. *JNCI*, VOL. 77.(4), (1986).
- [12] Harry. W; Edstrom. MD. Respiratory Diseases in Iron Ore Miners and Millers. *Can Fam Physician*; 35(1989), 1517-1520.
- [13] Corhay. JL; Weber. G; Bury Th; Mariz. S; Roelandts. I; Radermecker MF. Iron content in human alveolar macrophages. *Eur Respir J.*, 5, (1992), 804-809.
- [14] Adelroth. E; Hedlund. U; Blomberg. A; Helleday. R; Ledin.MC; Levin.JO; Pourazar. J; Sandstrom. T; Jarvholm. B. Airway inflammation in iron ore miners exposed to dust and diesel exhaust. *Eur Respir J*; 27(2006), 714–719. DOI: 10.1183/09031936.06.00034705.
- [15] Hedlund. Ulf; Jarvholm. B; Lundback. B. Persistence of respiratory symptoms in ex-underground iron ore miners. *Occupational Medicine*, 56(2006), 380–385.
- [16] Bjor. B; Burstrom. L; Eriksson. K; Jonsson. H; Nathanaelsson. L; Nilsson. T. Mortality from myocardial infarction in relation to exposure to vibration and dust among a cohort of iron-ore miners in Sweden. *Occup Environ Med*;67(2010) :154 - 158. doi:10.1136/oem.2009.046599.
- [17] Pradhan. P ; Patra. S. Impact of Iron Ore Mining on Human Health in Keonjhar District of Odisha. *IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)*.4(4), (2014), pp 23-26.
- [18] Gomes. J; Lloyd. OL; Norman. NJ; Pahwa. P. Dust exposure and impairment of lung function at a small iron foundry in a rapidly developing country. *Occup Environ Med*;58(2001), 656–662.