

Evaluation des effets hématotoxiques liés à l'exposition professionnelle au benzène chez les pompistes

A, Bouzid, J. Hsinet, A. Benzarti, S. Ismail, N. Ben Maiz, A. Ben Jemâa
Service de Médecine du Travail et de Pathologies Professionnelles, CHU La RABTA

RÉSUMÉ

Introduction : Le benzène est un solvant pétrolier classé dans le groupe 1 par le CIRC pour son pouvoir leucémogène certain. Un risque accru d'hématotoxicité a été rapporté chez les travailleurs exposés aux carburants renfermant du benzène et en particulier chez les pompistes. L'objectif de notre travail était d'évaluer l'effet hématotoxique lié à l'exposition au benzène chez les pompistes d'une société de distribution de carburants et d'évaluer qualitativement les conditions de l'exposition professionnelle au benzène dans les stations-service.

Méthodes : Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive menée auprès de 60 pompistes affectés dans 6 stations-service d'une société de distribution de carburants installée au gouvernorat de Tunis. Une fiche préétablie avait servi au recueil des données cliniques et les résultats de la numération formule sanguine.

Résultats : il s'agissait d'une population exclusivement masculine avec un âge moyen de $40,8 \pm 8,63$ ans. Le tabagisme était noté chez 63,3% des enquêtés. La totalité (100%) était chargée de la distribution de carburants avec le plus souvent le nettoyage des pompes à carburants (90%) et parfois le dépotage des citernes (8,1%). L'ancienneté moyenne était de $6,63 \pm 6,62$ ans. Le nombre d'heures de travail était en moyenne de 8 heures/jour. L'absence de port de moyens de protection cutanés et respiratoires adéquats était rapportée par tous les pompistes. Des troubles digestifs et des manifestations neuropsychiques ont été signalés par 16,6% des enquêtés. Par ailleurs, l'examen somatique était normal chez la majorité (91,6%). La numération formule sanguine était réalisée chez tous les pompistes et les résultats ont révélé une inversion de la formule leucocytaire (31,6%), une hyperleucocytose modérée (8,3%) et une leucopénie (1,7%). Par ailleurs, aucune anomalie significative n'a été révélée pour le reste des lignées sanguines. Ces anomalies hématologiques ont justifié une mutation de poste n'exposant pas au benzène présent dans les carburants pour les patients ayant présenté une inversion de la formule leucocytaire confirmée ou une leucopénie. Pour le reste, une surveillance biologique hématologique semestrielle a été préconisée. Par ailleurs, le port de moyens de protections individuel adéquat était indiqué chez tous les pompistes.

Conclusion : L'étude nous a permis de constater que les perturbations hématologiques observées chez les pompistes ont concerné essentiellement la lignée blanche. Toutefois, ces résultats ne nous permettent pas de conclure à une relation de cause à effet concrète entre ces anomalies et l'exposition au benzène. Il nous serait très utile de procéder à des mesures atmosphériques et biométaboliques afin d'étayer cette relation.

Mots-clés:

Benzène, toxicité, prévention, leucémie, exposition

INTRODUCTION

Le benzène est le solvant pétrolier dont les effets sur la santé sont les mieux connus et qui présente la plus grande toxicité. Il est classé dans le groupe 1 par le CIRC pour son pouvoir leucémogène certain. Actuellement, son emploi est très restreint, mais il reste présent dans certains carburants automobiles comme antidétonant. Un risque accru d'hématotoxicité a été rapporté chez les travailleurs

exposés à ces carburants et en particulier chez les pompistes.

L'objectif de notre travail était d'évaluer l'effet hématotoxique lié à l'exposition au benzène chez les pompistes d'une société de distribution de carburants et d'évaluer qualitativement les conditions de l'exposition professionnelle au benzène dans les stations-service.

MÉTHODES

Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive menée auprès de 60 pompistes affectés dans 6 stations-service d'une société de distribution du carburant installée au gouvernorat de Tunis et ayant consulté dans le cadre de la visite périodique. L'étude s'est déroulée entre Mars et Avril 2017. Chaque sujet inclus dans l'étude a bénéficié d'un examen clinique standard et d'un prélèvement sanguin veineux pour une numération formule sanguine (NFS). Ils ont été exclus de l'étude les sujets suivis pour une maladie hématologique ou ayant une infection microbienne en cours. Le recueil des données s'est basé sur une fiche synoptique préétablie comportant les paramètres suivant :

- Les caractéristiques socio-démographiques : âge, antécédents personnels et familiaux, prise médicamenteuse, habitudes tabagique.
- Les caractéristiques professionnelles : poste de travail, tâches, ancienneté dans le poste, port de moyen de protection individuelle.
- Les données de l'examen clinique : plaintes fonctionnelles, résultats de l'examen clinique.
- Les données des examens para-cliniques : résultats de la numération formule sanguine.

Les données ont été saisies et analysées au moyen du logiciel SPSS version 17. Les variables quantitatives ont été exprimées en moyenne $\pm$ écart type. Les variables qualitatives ont été exprimées en pourcentage. Pour les variables qualitatives, l'analyse des données a été réalisée à l'aide du test de Chi 2 de Pearson. La différence entre deux variables a été considérée comme significative si $p < 0,05$.

RÉSULTATS

Caractéristiques socio-démographiques:

il s'agissait d'une population exclusivement masculine. L'âge moyen était de $40,8 \pm 8,63$ ans, avec des extrêmes allant de 23 à 57 ans. La majorité (83,3%) n'avait pas des antécédents pathologiques en dehors du diabète qui était noté chez 6,7 % des cas. Par ailleurs, 63,3% de la population était tabagiques avec une moyenne de 17 ± 9 paquets années.

Caractéristiques professionnelles :

La totalité occupait le poste de pompiste dans des stations- service localisées en ville et sur des réseaux routiers urbains (36,6%). Les tâches effectuées étaient essentiellement le ravitaillement des véhicules en carburants (100%), le nettoyage des pistes et des pompes à carburants (90%) et rarement le dépotage des citernes (8,3%). (Figure N°1)

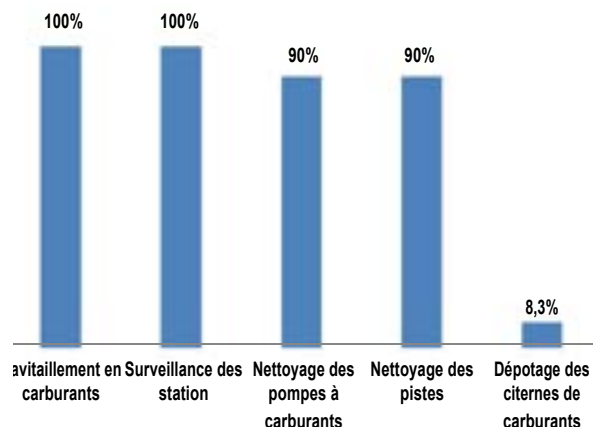


Figure 1 : Répartition de la population selon les tâches effectuées

L'ancienneté moyenne dans le poste était de $6,63 \pm 6,62$ ans. Le nombre d'heures de travail était en moyenne de 8 heures/jours pour tous les salariés. Par ailleurs, l'absence de port de moyens de protection respiratoire était notée chez tous les pompistes, pareillement pour le port des gants. Toutefois, tous les salariés portaient une combinaison de travail étanche (100%).

L'absence des locaux aménagés pour manger, fumer et boire était rapportée par les deux tiers des pompistes (68,3%). En outre, l'absence de bloc sanitaire avec douche était signalée par la moitié de la population (50%).

Caractéristiques cliniques : L'interrogatoire a révélé des signes fonctionnels qui pourraient être en rapport avec une exposition chronique aux solvants organiques présents dans les carburants et en particulier le benzène. Ils s'agissaient essentiellement de troubles digestifs (8,3%), de manifestations neuro-psychiques (8,3%) et de palpitations (3%).

Par ailleurs, en dehors de chiffres tensionnels élevés objectivés chez 5% des salariés, l'examen somatique était normal chez la majorité (91,7%),

Caractéristiques para-cliniques : Tous les pompistes ont bénéficié d'un prélèvement sanguin veineux pour une NFS.

Les valeurs de l'héogramme étaient dans les normes de référence pour les hématies ($4,911 \pm 0,3325$), l'hémoglobine ($14,94 \pm 1,08$), l'hématocrite ($45,77 \pm 3,123$), VGM ($93,20 \pm 3,853$), TCMH ($30,58 \pm 1,584$), CCMH ($32,64 \pm 0,585$), les leucocytes ($7870 \pm 1756,08$) et les plaquettes ($269483,33 \pm 51345,12$). (Tableau N°2). En analysant, les valeurs individuelles de la NFS pour chaque pompiste, des perturbations

hématologiques ont été objectivées dans la lignée blanche. Ils s'agissaient d'une inversion de la formule leucocytaire avec un taux de lymphocytes dépassant celui des polynucléaires neutrophiles (PNN) chez 19 pompistes (31,5%), une légère hyperleucocytose chez 5 pompistes (8,3 %) allant de 10500/mm³ à 11600/mm³ et une leucopénie isolée à 3100/mm³ chez un seul pompiste (1,4%). (Figure N° 2)

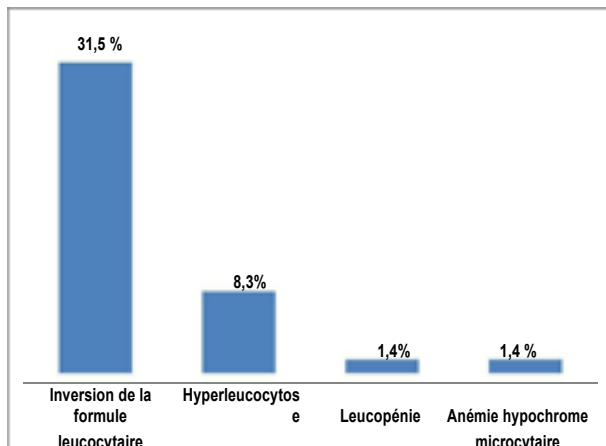


Figure 2 : Les perturbations hématologiques révélées à la NFS

Tableau 1: Résultats des paramètres hématologiques évalués à la NFS

Paramètres de la numération formule sanguine	Moyenne $\pm$ Ecart type
Hématies (M/mm ³)	4,911 $\pm$ 0,3325
Hémoglobine (g /dl)	14,94 $\pm$ 1,08
Hématocrite (%)	45,77 $\pm$ 3,123
Volume globulaire moyen (μ 3)	93,20 $\pm$ 3,853
Teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TCMH) (pg)	30,58 $\pm$ 1,584
Concentration moyenne en hémoglobine par hématie (CCMH) (g/dl)	32,64 $\pm$ 0,585
Leucocyte (élément/ mm ³)	7870 $\pm$ 1756,08
Polynucléaires neutrophiles (PNN)	3852,16 $\pm$ 1095,62
Polynucléaires éosinophiles (PNE)	162,45 $\pm$ 94,70
Monocytes	266,21 $\pm$ 1116,43
Lymphocytes	3592,43 $\pm$ 1110,44
Plaquettes (élément/ mm ³)	269483,33 $\pm$ 51345,12

Pour la lignée rouge, un seul patient avait une anémie hypochrome microcytaire (1,4%) pour laquelle il a été mis sous traitement martial. Pour les patients ayant présentés à la NFS une inversion de la formule leucocytaire, un test de démargination leucocytaire a été demandé afin de confirmer cette atteinte, il a été réalisé jusqu'à présent chez 2 patients et les résultats ont confirmé l'inversion de la formule. Par ailleurs, pour le reste des patients, les résultats sont en cours.

Par ailleurs, nous n'avons pas trouvé une association statistiquement significative entre les anomalies hématologiques constatées et l'ancienneté ≥ 5 ans ($p=0,073$) et pareillement avec le tabagisme ($p=0,89$).

Décision d'aptitude : Une mutation à un autre poste de travail n'exposant pas aux carburants a été justifié pour ceux ayant présenté une leucopénie ou une inversion de la formule leucocytaire confirmée. Par ailleurs, la surveillance hématologique semestrielle et le port de moyens de protections individuel adéquat étaient recommandés chez tous les pompistes.

Déclaration de maladie professionnelle : aucune des perturbations hématologiques n'a répondu aux critères de réparation fixés par le tableau N°31 (Benzène et produits en renfermant) et n'a été déclarée comme maladie professionnelle indemnisable.

DISCUSSION

Le benzène est un solvant aromatique fréquemment utilisé en milieu professionnel, il rentre dans la composition des produits pétroliers et des carburants automobiles comme antidétonant avec une teneur maximum autorisée à 1% [1]. La toxicité hématologique du benzène a été rapportée chez certaines catégories professionnelles exposées aux carburants et en particulier chez les pompistes des stations-service. Ceci nous a amené à mener la présente étude qui vise à évaluer l'effet hématotoxique lié à l'exposition au benzène chez les pompistes d'une société de distribution de carburants et d'évaluer qualitativement les conditions de l'exposition professionnelle au benzène dans les stations services.

Dans ce travail, le profil des enquêtés est celui d'un homme de la quarantaine (âge moyen 40,8 ans $\pm$ 8,63 ans) pompiste depuis 10 ans en moyenne, tabagique (63,3% des patients) et sans antécédents pathologiques notables (83,3%). Ces résultats rejoignent ceux retrouvés dans l'étude menée par Djafer R et col auprès de 70 employés de 16 stations-service à la ville Annaba où l'âge moyen des pompistes était de 39,8 $\pm$ 11,3 ans avec une ancienneté moyenne de 16,4 $\pm$ 9,5 ans et dont 51,2% étaient des fumeurs réguliers [2]. En effet, le tabagisme était significativement lié aux perturbations hématologiques de la lignée blanche ($p = 0,05$) dans l'étude de Ali et col, réalisée chez les pompistes des stations-service à Bagdad en 2011. Ceci est lié à l'action agoniste du tabac avec l'exposition au benzène, d'autant plus que, le tabac représente en lui même une source d'exposition au benzène, en fait, les émissions de 20 cigarettes/jour en benzène sont équivalentes à 7900 μ g /jour [3].

Les pompistes sont exposés au benzène principalement par inhalation de la fraction volatile des carburants. Ces vapeurs émanent des pompes, des réservoirs souterrains, des tuyaux de dépotage ainsi que des échappements des véhicules à moteur. Selon la plupart des séries, les plus grandes expositions au benzène résultent de l'inhalation des vapeurs d'essence pendant le remplissage des véhicules en essence ou en diesel [4]. Les tâches effectuées dans notre série étaient essentiellement le ravitaillement des carburants (100%), le nettoyage des pistes et des pompes à carburants (90%). Ceci suppose des niveaux importants d'exposition au benzène en absence de tous moyens de protection collective et individuelle.

L'ancienneté moyenne dans le poste était de $6,63 \pm 6,62$ ans. Cette ancienneté est faible par rapport à celle décrite dans la série de Djafar et col où l'ancienneté moyenne était de $16,6 \pm 9,4$ ans [2]. Selon Oroko et col, les perturbations hématologiques liées au benzène, observées chez 200 pompistes au Nigeria sont corrélées à une ancienneté supérieure à 2 ans [5]. Ces constatations n'ont pas été confirmées dans notre étude.

Les données d'exposition aux vapeurs de benzène dans les stations-service disponibles dans la littérature concernent principalement des pompistes avec des niveaux d'expositions similaires. Durant l'année 1992, à partir d'une cohorte italienne de 111 travailleurs de stations-service, principalement des pompistes, la concentration moyenne du benzène atmosphérique était à $0,11 \text{ mg/m}^3$ [6]. Pareillement, aux États-Unis, bien que certaines stations fussent équipées de systèmes de recouvrement des vapeurs, des études ont trouvé des concentrations atmosphériques du même ordre de grandeur [7]. Toutefois, des mesures plus récentes ont révélé une diminution des expositions atmosphériques consécutive à la réduction de la concentration en benzène dans les essences, ainsi qu'à la mise en place d'un système de captage de vapeur sur les pompes [8]. Dans notre étude, les dosages atmosphériques de benzène sont manquants par défaut d'outils de mesures et des moyens logistiques.

La principale voie de pénétration du benzène dans l'organisme est la voie respiratoire [3]. Des études expérimentales indiquent qu'environ 50% du benzène inhalé est absorbé dans le corps [9].

Le benzène peut être absorbé aussi par la peau [9]. Dans notre étude, l'absence de port de moyens de protections cutanés et respiratoires adéquats était rapportée par tous les pompistes. De même, dans l'étude de Djafar et col, l'absence de tenues vestimentaires de protection et le manque d'hygiène a été constatée dans la majorité des stations-

service ce qui a rendu l'exposition au benzène très dangereuse ceci a été prouvé par des taux élevés des phénols urinaires [2].

Des troubles digestifs et des manifestations neuropsychiques ont été signalés par 16,6% des enquêtés. L'étude menée par Kouassi et col portant sur l'évaluation de l'exposition au Benzène chez les mécaniciens en réparation automobile à Abidjan a conclu que les salariés avaient présenté surtout des manifestations neuropsychiques à type de céphalées (56,8%) et de vertiges (21,6%) [10]. Selon Tunsaringkarn et col, les premiers signes d'alarme promontoires d'une intoxication au benzène sont d'ordre psycho-somatique à savoir les céphalées, les vertiges et la fatigue [11].

Le Benzène agit principalement sur la moelle osseuse. Toutes les lignées sanguines peuvent être touchées. Les perturbations hématologiques sont divers allant de l'anémie au syndrome myéloprolifératif. Le benzène est classé comme cancérigène certain pour l'homme du fait de son pouvoir leucémogène avéré, un lien formel était prouvé pour les leucémies aiguës myéloïdes. Par ailleurs, la relation est moins évidente pour les lymphomes et myélomes multiples [12].

Historiquement, la numération formule sanguine complète a été reconnue comme un outil de dépistage pour évaluer l'hématotoxicité liée au Benzène. C'est un examen disponible, rapide et facilement réalisable [13]. Elle a été réalisée chez tous les pompistes de notre série. Les résultats ont révélé une inversion de la formule leucocytaire (31,6%), une légère hyperleucocytose (8,3%) et une leucopénie (1,7%). Par ailleurs, aucune anomalie significative n'a été révélée pour le reste des lignées sanguines notamment les plaquettes et les globules rouges. Nos résultats concordent, en partie, avec d'autres études. En effet, l'étude réalisée par QU Q et col, a noté une baisse significative du taux des leucocytes et des neutrophiles associée à des niveaux élevés de l'acide S-phénylmercapturique et acide t-t-muconique urinaires chez des pompistes chinois exposés au carburants renfermant du benzène [14].

L'étude de Hinson et col, réalisée au Bénin en 2012, ayant pour objectif d'évaluer l'intérêt de la NFS dans la surveillance des anomalies hématologiques liées à l'exposition aux polluants de l'air notamment le benzène a démontré une baisse significative de leucocytes comparée à la population de référence [15]. Ces résultats rejoignent également les résultats de l'étude de Lan Q et col, portant sur 250 pompistes exposés au benzène, et qui a démontré des taux bas de leucocytes même avec des expositions ambiantes de l'ordre de 1ppm [16]. Dans notre série, une légère hyperleucocytose a

été constatée chez 8,3% des salariés, une cause infectieuse ou inflammatoire a été éliminée par l'interrogatoire et l'examen clinique. En effet, une étude réalisée en Inde par Alemeddine et col en 2015, auprès de 50 pompistes de stations service a objectivé une hyperleucocytose modérée par rapport au groupe témoins, avec une élévation de pourcentage de CD 16+ et CD56+ et les NK qui était significativement corrélée à des niveaux élevés d'acide trans-trans-muconique urinaire ($p < 0,001$) [4]. En outre, une hyperleucocytose associée à la présence de neutrophiles immatures dans le sang périphérique a été rapportée chez des employés de stations-service exposés aux gaz d'échappement diesel, selon l'étude de Salvi et col [17].

L'inversion de la formule leucocytaire, est définie comme une élévation du taux de lymphocytes dépassant celui des PNN avec ou sans hyperleucocytose [18]. Dans la littérature, en l'absence d'une origine immunologique ou infectieuse virale évidente, une origine néoplasique peut être suspectée, après avoir éliminé une fausse inversion leucocytaire par un test de démargination. Ces perturbations peuvent inaugurer des hémopathies malignes en particulier, la leucémie lymphoïde chronique et le lymphome non hodgkinien [19,20]. Dans l'étude de Nuraka et col en Bosnie, une hyperlymphocytose avec des anomalies morphologiques de PNN ont été objectivées chez les pompistes exposés aux carburants par rapport au groupe témoins. Selon l'auteur ces perturbations sont liées l'exposition au plomb et au benzène présents dans le carburants [21]. Pareillement, dans l'étude récente de Elderderly et col, ayant pour objectif de déterminer les altérations des paramètres hématologiques chez 100 employés dans les stations-service dans l'État du Nil blanc, des perturbations hématologiques ont été constatées notamment une inversion de la formule leucocytaire avec des taux de lymphocytes élevés (72%) et des taux de PNN bas (40%) [22].

Dans notre série, le taux des éosinophiles était normal pour tous les pompistes. Ce qui concorde avec la plupart des études. Toutefois, un taux bas d'éosinophiles a été retrouvé dans l'étude de Tunsaringkarn et col portant sur 102 pompistes de 11 stations services, à Bangkok [23]. Cette baisse était corrélée à des concentrations urinaires élevées de l'acide trans, trans-muconiques ($p < 0,05$) [23]. Un taux élevé en éosinophiles a été décrit dans l'étude MR Ray et col en Inde, des perturbations immunologiques dues à l'exposition au benzène ont été incriminées [24].

Dans notre étude, les valeurs de l'hémogramme étaient en général dans les normes pour les

hématies, l'hémoglobine et l'hématocrite. Ces résultats s'opposent aux résultats d'une étude réalisée à Texas City en 2014, qui a rapporté que les taux d'hémoglobine et d'hématocrite étaient élevés chez les sujets exposés au benzène par rapport aux sujets non exposés [25]. Une autre étude réalisée dans la ville de Sulaimaniya en Irak a montré une augmentation de la concentration de l'hémoglobine chez les pompistes par rapport aux sujets témoins [26]. Certaines autres études récentes ne sont pas non plus d'accord avec nos constatations et elles ont démontré une baisse de l'hémoglobine chez les pompistes ayant une ancienneté supérieure à 10 ans [27-28]. Par ailleurs, l'étude effectuée en Soudan auprès de 40 travailleurs de stations-service, Abdallah et col, ont conclu à l'absence de modification significative des chiffres des globules rouges et de l'hémoglobine. Cependant, une nette diminution des paramètres des hématies notamment l'hématocrite le VGM et la TCMH a été constatée [29]. Les mêmes résultats ont été décrits par Okoro et col [5].

Par ailleurs, au Nigeria, selon Niazi et col, des thrombopénies sévères ont été constatées chez les vendeurs d'essence frelatée et d'huile lourde. Selon l'auteur, elles sont liées aux mauvaises manipulations des carburants contenant du benzène [30]. Dans notre étude aucune anomalie de la numération plaquettaire n'a été constatée.

A l'opposé des conclusions de ces précédentes études, Tsai SP et col n'ont trouvé aucune perturbations des paramètres hématologiques parmi les pompistes. Ceci soulève la question de la sensibilité de la NFS dans la surveillance et le dépistage des employés exposés au benzène notamment aux faibles niveaux d'exposition [31].

L'une des limites de cette étude est la faible taille de l'échantillon qui aurait réduit la puissance de l'étude. En outre, le manque de mesures atmosphériques et biométopologiques du benzène, nous ne permettrions pas d'étayer une relation certaine entre ces différentes anomalies révélées à la NFS et l'exposition au benzène, sachant que les carburants ferment d'autres produits hématotoxiques outre que le benzène tel que le plomb.

CONCLUSION

L'étude nous a permis de constater que les perturbations hématologiques observées chez les pompistes concernent essentiellement la lignée blanche. Toutefois, ces résultats ne nous permettent pas de conclure à une relation de cause à effet concrète entre ces anomalies et l'exposition au benzène. Il nous serait très utile de procéder à des mesures atmosphériques et biométopologiques afin d'étayer cette relation. Par ailleurs, la

méconnaissance des niveaux réels d'exposition au benzène et l'insuffisance des mesures préventives dans les stations-service ainsi que la nature du risque encouru imposent une surveillance clinique et hématologique stricte et régulière chez cette catégorie professionnelle

RÉFÉRENCES

1. Vermeulen R, Li G, Lan Q. Detailed exposure assessment for a molecular epidemiology study of benzene in two shoe factories in China. *Ann Occup Hyg.* 2004;48:105-16.
2. Djafer R, Krioudj A, Bouras R, Aouacheri W, Djendi N. Monitoring biologique d'exposition du benzène chez le personnel des stations services à Annaba. *JMT.* 2007;12:62-5.
3. Ali A, Sahb A. Hematological assessment of gasoline exposure among petrol filling workers in Baghdad. *J Fac Med Baghdad.* 2011;53(4):396-400.
4. Aleemuddin M, Girish Babu M, M.L.Manjunath M.L and Swaliha Quadri S. Effect of chronic inhalation of petroleum products on hematological Parameters. *Int J Curr Res Aca Rev.* 2015;3(4):196-201.
5. Okoro AM, Ani EJ, Ibu JO, Akpogomeh BA. Effect of petroleum products inhalation on some haematological indices of fuel attendants in Calabar metropolis, Nigeria. *Niger J Physiol Sci.* 2006;21:1-2.
6. Lagorio S, Forastiere F, Iavarone I. Exposure assessment in historical cohort filling station attendants. *Int J Epidemiol Assoc.* 1993;22:51-6.
7. Hartle R. Exposure to methyl tert-butyl ether and benzene among service station attendants and operators. *Environ Health Perspect.* 1993;101(suppl6):23-6.
8. Periago JF, Prado C. Evolution of occupational exposure to environmental levels of aromatic hydrocarbons in service stations. *Ann Occup Hyg.* 2005;3:233-40.
9. Verma DK, Tombe K. Benzene in gasoline and crude oil: occupational and environmental implications. *AIHAJ.* 2002;63:225-30.
10. Kouassi Y, Bonny JS, Yeboue-kouame BY. Évaluation de l'exposition au benzène chez les mécaniciens automobiles à Abidjan. *Afrique Biomédicale.* 1998;1-16.
11. Tunsaringkarn T, Siriwong W., Rungsiyothin A., Nopparatbundit S. Occupational Exposure of Gasoline Station Workers to BTEX Compounds in Bangkok, Thailand. *Int J Occup Environ Med.* 2012;3.
12. Descatha A, Jenabien A, Conso F, Ameille J. Affections hématologiques malignes et activités professionnelles. *Encycl Méd Chir.* 2003;16-530-A-10.
13. Bensefa-Colas L, Pineau F, Hadengue P, Gennart JP, Choudat D, Conso F. Exposition professionnelle au benzène dans le circuit de distribution des carburants et conséquences pour la surveillance médicale des employés. *Arch Mal Prof Env.* 2009;70:141-51.
14. Qu Q, Shore R, Li G. Hematological changes among Chinese workers with a broad range of benzene exposures. *Am J Ind Med.* 2002;42(4):275-85.
15. Hinson A.V, Ayi-Fanou L, Avogbe PH, Sanni A, Fayomi B. Profil hématologique des personnes exposées ou non à la pollution atmosphérique due au trafic routier à Cotonou. *J Int Santé Trav.* 2012;1:6-12.
16. Lan Q, Zhang L, Li G, Vermeulen R, Weinberg RS, and all. Hematotoxicity in workers exposed to low levels of benzene. *Science.* 2004;306(5702):1774-6.
17. Salvi S, Blomberg A, Rudell B, Kelly F. Acute inflammatory responses in the airways and peripheral blood after short-term exposure to diesel exposure in healthy human volunteers. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:702-9.
18. Lefrère F., Hermine O. Inversion de la formule sanguine. *EMC, Traité de Médecine Akos.* 2008;1-1365.
19. Moignet A, Donadieu J, Fontbrune FS, Lamy T. Les neutropénies chroniques et sévères de l'adulte. *Hématologie.* 2012;18(6):339-53.
20. Girard R, Mallein Fourel R, Tolot F. Lymphocytosis and Chronic Occupational Benzene Poisoning. 1966;27:781-6.
21. Nurka P, Hamza M, Mahmud N, Jasenko K, Slobodan P. Assessment of health effects in workers at gasoline station. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences.* 2002;2:35-45.
22. Elderderly AY, Elnour AM, Ali NY, Elsaken AA. Alterations in haematological parameters among workers of fuel stations in White Nile State, Sudan. *Int J Biomed Adv Res.* 2015;6(11):780-4.
23. Tunsaringkarn T, Soogarun S, Palasuwan A. Occupational exposure to benzene and changes in hematological parameters and urinary trans, transmuconic acid. *Int J Occup Environ Med.* 2013;4:45-9.
24. Ray MR, Roychoudhury S, Mukherjee S, Lahiri T. Occupational benzene exposure from vehicular sources in India and its effect on hematology, lymphocyte subsets and platelet P-selectin expression. *Toxicol Ind Health.* 2007;23:167-75.
25. Andrea MA and Reddy GK. Hematological and hepatic alterations in nonsmoking residents exposed to benzene following a flaring incident at the British petroleum plant in Texas City. *Environmental Health.* 2014;13:115.
26. Sirwan M. Hematological, Biochemical and Blood Lead Level Profile among Gasoline Exposed Station Workers in Sulaimaniya City. *The Scientific Journal of Koya University.* 2014;36(10):6-12.
27. Khuder SA, Youngdale MC, Bisesi MS and Schaub EA. Assessment of complete blood count variations among workers exposed to low levelsof benzene. *J Occup Environ Med.* 1999;41(9):821-6.
28. Rothman N, Smith MT, Hayes RB and al. An epidemiologic study of early biologic effects of benzene in Chinese workers. *Environ Health Perspect.* 1996;104(6):1365-70.
29. Agab Eldour AA, Khalafallah TO, Asaad MAA. Hematological changes among Sudanese petroleum workers with a broad range of benzene exposure. *Sch J App Med Sci.* 2015;3(8):3054-6.
30. Niazi GA, Fleming AF, Siziya S. Blood dyscrasia in unofficial vendors of petrol and heavy oil and motor mechanics in Nigeria. *Trop Doct.* 1989;19:55-8.
31. Tsai SP, Fox EE, Ransdell JD, Wendt JK, Waddell LC, Donnelly RP. A hematology surveillance study of petrochemical workers exposed to benzene. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2004;40(1):67-73.