

PREVALENCE DE L'ASTHME CHEZ UNE POPULATION RURALE UTILISANT LES EAUX USEES EN AGRICULTURE, SETTAT, MAROC

Saïd El Kettani, Abdelaziz Aichane¹ et El Mostapha Azzouzi²

Unité de médecine interne, Hôpital Hassan II, Settât B.P. 1325, Settât, Maroc

¹ Service des maladies respiratoires, Hôpital 20 Août CHU Ibn Rochd, Casablanca, Maroc

² Laboratoire d'analyses biomédicales Azzouzi, Settât, Maroc
said_elkettani@yahoo.fr

(Received 24 September 2007 - Accepted 31 December 2007)

RESUME

Cette étude a été entreprise pour évaluer le risque de survenue de l'asthme en rapport avec l'utilisation agricole des eaux usées brutes, la présence des parasitoses intestinales et les conditions de vie en milieu rural.

L'étude a concerné 216 sujets âgés en moyenne de $28,6 \pm 19,4$ ans, appartenant à deux douars, utilisant les eaux usées brutes en agriculture et 120 sujets âgés en moyenne de $32,3 \pm 19,5$ ans, appartenant à un douar de référence qui n'utilise pas les eaux usées. Chaque personne consentante a bénéficié d'un examen clinique complet avec recueil de renseignements anamnestiques. La présence de l'asthme s'est basée sur le questionnaire ISAAC. Les sujets d'étude ont également bénéficié d'examen anthropométriques, parasitologiques des selles et d'une numération des éosinophilies.

La prévalence de l'asthme est significativement plus élevée au niveau de la population exposée. Elle est significativement plus élevée chez les sujets présentant une hyperéosinophilie. Elle est également plus élevée chez les maigres, les tabagiques actifs, les jeunes enfants âgés de moins de 10 ans. Elle est plus faible chez les sujets à forte promiscuité et les porteurs d'une parasitose intestinale.

La prévalence significativement plus élevée chez la population exposée aux eaux usées n'est pas en accord avec l'hypothèse hygiéniste dans sa composante infectieuse. D'autres facteurs, notamment l'exposition atmosphérique et d'autres allergènes, sont probablement en cause. Mais au sein de la population exposée, l'hypothèse hygiéniste est confirmée, la prévalence est plus basse chez les familles nombreuses et les porteurs de parasitoses. En tout état de cause, des mesures préventives s'imposent en insistant sur l'éducation sanitaire et le traitement adéquat des eaux usées avant leur rejet dans la nature et a fortiori si leur utilisation est envisagée.

Mots clés : asthme, eaux usées, helminthiase, Maroc, parasitoses intestinales

ABSTRACT

This investigation was undertaken to value the risk of occurrence of asthma in connection with the use of raw wastewater in agriculture and the presence of the intestinal parasitosis.

A survey was conducted on 216 persons, aged 28.6 ± 19.4 years, belonging to two rural clusters, using wastewater in agriculture, and 120 persons aged 32.3 ± 19.5 years,

belonging to a reference rural cluster not using wastewater. Every participant benefited from a complete clinical exam with compilation of anamnestic information. The presence of asthma was based on the ISAAC questionnaire. The participants also profited from anthropometric, parasitological examination of the saddles and a numeration of the eosinophiles.

The prevalence of asthma is significantly higher in the population exposed to wastewater. No studied factor influenced the prevalence significantly. But it is higher in the hypereosinophilic ones, thin persons, active smokers and young children less than 10 years old. In accordance with the hygienic hypothesis, it is weaker among the promiscuous subjects and those carrying intestinal parasitosis.

The use of raw wastewater in agriculture is responsible for an exacerbation of asthma in the population concerned. This study is in agreement with the hygienic hypothesis. Preventive measures are essential while stressing on medical education and adequate wastewater treatment.

Keywords: asthma, intestinal parasitosis, helminthic infection, Morocco, wastewater

INTRODUCTION

Dans plusieurs régions du monde, affectées par la pénurie en eau, les eaux usées brutes sont réutilisées fréquemment à des fins agricoles. Au Maroc, cette pratique est réalisée de manière courante et très ancienne à la périphérie de grandes villes intérieures pourvues d'un réseau d'assainissement. Cette situation est la résultante de plusieurs facteurs : (i) rareté croissante de l'eau d'irrigation, (ii) exacerbation de la sécheresse, (iii) intensification agricole, (iv) coût élevé des engrais industriels et découverte de la valeur nutritive des eaux résiduaires et (v) acceptation socioculturelle de cette pratique. Ainsi, environ 70 millions de m³ d'eaux usées brutes sont utilisées chaque année en agriculture sans précaution sanitaire pour irriguer une superficie de plus de 7000 hectares de cultures diverses (cultures fourragères, cultures maraîchères, grandes cultures, arboriculture...). L'irrigation des cultures maraîchères avec les eaux usées brutes est interdite au Maroc. Mais cette interdiction n'est pas toujours respectée (Amil, 1996; Jemali & Kefati, 2002). Les risques sanitaires inhérents à cette pratique sont fréquents et divers (Mara & Cairncross, 1991).

De nombreuses études ont montré l'augmentation de la prévalence des maladies allergiques sur une large échelle (Bouayad *et al.*, 2006). Les facteurs environnementaux tels que les changements climatiques, la pollution atmosphérique croissante, les changements des modes de vie, les progrès technologiques, le régime alimentaire, la flore microbienne intestinale, la diminution de l'incidence des infections, le tabagisme, l'allaitement et la vaccination peuvent jouer des rôles importants dans le développement et la manifestation des maladies allergiques chez les sujets génétiquement prédisposés (Medina *et al.*, 2001; ISAAC, 1998; Von Mutius, 2004).

Au Maroc, comme ailleurs, l'asthme constitue un véritable problème de santé publique, en raison de sa haute prévalence chez les adolescents et les adultes, du coût de sa prise en charge, de sa morbidité élevée voire sa mortalité et de son impact économique (Bouayad *et al.*, 2006; Austin *et al.*, 1999).

Les eaux usées, domestiques et industrielles, de la ville de Settat, en provenance d'usines d'agroalimentaires, de tanneries, de céramiques, de textiles et de composants électroniques, sont évacuées sans traitement dans l'oued Bou-Moussa. A la sortie de la ville,

cet oued traverse les localités Dladla et Boukallou. Le long de son passage les riverains utilisent ces eaux pour irriguer des cultures céréalières et fourragères. Certaines prémices de la contamination de la nappe phréatique ont été détectées. Ainsi, ces eaux présentent des teneurs élevées en aluminium (12,16 mg/l à 21,59 mg/l), en chrome (8,37 mg/l à 21,65 mg/l), en plomb (0,166 mg/l à 0,524 mg/l) et en zinc (31,30 mg/l à 79,54 mg/l) (Kholtei *et al.*, 2003).

Cette enquête se propose d'évaluer l'impact des eaux usées, utilisées en agriculture, sur l'apparition de l'asthme en comparant deux populations, une exposée aux eaux usées et l'autre non exposée et en prenant en considération les parasitoses intestinales et la promiscuité. La recherche de l'asthme est appréciée par le questionnaire de l'étude ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood) (ISAAC, 1998; Ellwood *et al.*, 2005).

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

Settat est située au centre du Maroc, à 160 km au sud de Rabat. Son climat est aride à semi-aride. La pluviométrie moyenne annuelle est autour de 284 mm avec un coefficient de variation intra et inter annuel dépassant les 30 %. L'activité de la province est essentiellement agricole. La population totale de la province est de 847659 habitants, avec 27,8 % en milieu urbain et 72,2 % en milieu rural (Haut Commissariat au Plan – Maroc, 2004). La ville de Settat compte 120 000 habitants, elle produit environ 9000 m³ d'eaux usées par jour. Ces eaux usées non-traitées sont utilisées pour irriguer plus de 400 hectares de terres agricoles.

Population étudiée

Il s'agit d'une enquête transversale comparant une population exposée (PE), aux risques encourus par l'utilisation des eaux usées, à une population non exposée (PNE). La PE est représentée par les habitants de douar Dladla et de douar Boukallou de la commune rurale de Sid-El-Aydi car ils utilisent l'eau d'oued Bou-Moussa pour l'irrigation des cultures et consomment l'eau de la nappe phréatique sous-jacente. Ces deux douars sont situés au nord de la ville de Settat. Ils sont également exposés à une forte pollution par les moyens de transport, du fait du passage d'une route nationale importante reliant le nord et le sud du Maroc. Ils sont à proximité de l'aéroport de Casablanca. La PNE habite au douar Ouled-Afif situé à 20 km au sud-est de la ville de Settat. C'est une localité qui n'a jamais utilisé les eaux usées en irrigation et qui consomme une eau provenant d'une nappe phréatique différente de celle de Sid-El-Aydi. La pollution automobile y est plus faible, elle est située près d'une route secondaire moyennement fréquentée. Ces personnes ont les mêmes caractéristiques ethniques, démographiques, socio-économiques et professionnelles. Elles ont également les mêmes habitudes culinaires et les mêmes pratiques agricoles.

Un échantillon d'un tiers de la population dans chaque douar a été aléatoirement choisi en respectant la répartition selon le sexe et les tranches d'âge. Les taux de non répondants sont respectivement pour la PE et la PNE de 6,1 et 6,3 %. Les raisons de non participation sont diverses, absences prolongées du foyer familial, refus de participation, constipation, angoisse lors de la prise de sang. Ainsi l'étude a intéressé 336 personnes, 216 appartenant à la PE et 120 appartenant à la PNE.

Le recrutement des sujets d'étude a été progressif selon une approche participative intégrée de concertation. Ainsi la première étape a été une explication collective des objectifs de l'étude, de sa méthodologie, de l'accord du Ministère de la Santé et de ses aspects éthiques. La deuxième étape a consisté en l'invitation personnelle de chaque sujet consentant qui a été informé du caractère confidentiel des renseignements qu'il fournira, de même que de son droit de refuser de participer ou de se retirer librement à tout moment. La troisième étape a consisté en l'enquête proprement dite avec le recueil des éléments anamnestiques (données socio-économiques, professionnelles, consommation tabagique, exposition aux eaux usées et antécédents pathologiques), l'examen clinique détaillé avec des mesures anthropométriques et les examens biologiques (prélèvements coprologiques et sanguins). La méthode de recrutement est strictement la même pour les 2 populations.

L'importance de la promiscuité, au sein des logements, dans la contamination par les infections, est soulignée par plusieurs auteurs. On l'a représenté par « l'indice de promiscuité ». Il est égal au nombre d'individus vivants dans le logement divisé par le nombre de chambres qui y existent. Les valeurs de cet indice ont été arbitrairement réparties en 3 classes : entre 1 et 1,9 ; entre 2 et 2,9 et supérieur ou égal à 3 (El Kettani *et al.*, sous presse).

Pour évaluer l'état trophique, l'indice de masse corporelle (IMC) a été retenu. Facile à calculer, il est obtenu en divisant le poids (en kg) par le carré de la taille (en m²). La classification proposée pour l'adulte par l'International Obesity Task Force de l'Organisation Mondiale de la Santé distingue, la maigreur (IMC < 18,5 kg/m²), le poids normal (IMC entre 18,5 et 24,9 kg/m²), la surcharge pondérale ou excès pondéral (IMC de 25,0 à 29,9 kg/m²) et l'obésité proprement dite (IMC > 30 kg/m²) (Zigler & Debry, 1998). Chez l'enfant (âge < 18 ans) on a interprété le chiffre calculé selon la courbe de référence (Vidailhet, 1991).

Questionnaire ISAAC

La méthodologie s'est inspirée de l'enquête ISAAC. Elle estime la prévalence des maladies allergiques : asthme, rhinite, urticaire et eczéma, en se basant sur un questionnaire simple et standardisé. Ainsi l'asthme est retenu lorsque la personne interrogée répond oui à la question « avez vous eu un sifflement thoracique au cours des 12 derniers mois et/ou un antécédent d'asthme ? » (ISAAC, 1998; Ellwood *et al.*, 2005).

Prélèvements et technique de l'examen des selles

Pour chaque participant un échantillon de selles de 3 jours successifs a été examiné. L'examen parasitologique a été réalisé dans l'heure qui suit la remise des prélèvements coprologiques. Il a consisté en un examen macroscopique et microscopique direct et après concentration selon la méthode standard diphasique de Bailenger (Bailenger, 1973).

Prélèvement et dosages sanguins

Le sang a été prélevé par ponction veineuse et recueilli dans un tube vacutainer avec de l'acide éthylène-diamine-tétracétique tripotassique. L'analyse de l'hémogramme a été faite par comptage cellulaire pour la numération formule sanguine (NFS) avec un appareil Coulter type JT. La NFS complète avec courbe de distribution des rouges, blancs et plaquettes et une approche formule a été effectuée sur un frottis avec coloration de May-Grimwald-Giemsa. On a retenu comme hyper éosinophilie des valeurs supérieures à 500/mm³ (Blanchard & Cohen, 1984).

Analyse statistique

Une analyse descriptive simple ou bivariée (analyse de fréquences) a été réalisée. Elle a consisté en l'analyse des caractéristiques des 2 populations et de la prévalence de l'asthme, en fonction des variables en utilisant l'intervalle de confiance à 95 % (IC à 95 %) et le test du Khi^2 de Pearson. Puis un modèle de régression logistique non conditionnelle a été élaboré pour la population exposée dans lequel la variable dépendante était la probabilité d'occurrence de l'asthme. Les variables indépendantes qui y ont été incluses furent : l'âge, le sexe, la tranche d'âge, l'indice de promiscuité, l'alphabétisme, le tabagisme, la présence d'une hyperéosinophilie, la présence d'une parasitose intestinale et la présence plus spécifiquement d'une helminthiase. Un test statistique est considéré statistiquement significatif lorsque la valeur de p est inférieure à 0,05 (Falissard, 2001). Les résultats ont été analysés sur SPSS.

RESULTATS

Caractéristiques des sujets d'étude

Les 216 sujets de la PE sont âgés en moyenne de $28,6 \pm 19,4$ ans, 52,3 % d'entre eux sont de sexe féminin et 47,7 % de sexe masculin. Les 120 sujets de la PNE sont âgés de $32,3 \pm 19,5$ ans, 50,0 % d'entre eux sont de sexe féminin et 50,0 % de sexe masculin.

Le Tableau 1 montre que la répartition des personnes enquêtées selon le sexe, les tranches d'âge, l'alphabétisme, l'exposition tabagique, l'indice de promiscuité et l'état trophique est assez similaire entre les deux populations d'étude. Par contre la présence d'une hyper éosinophilie est significativement plus fréquente au niveau de la PE. De même, comme on l'a montré dans des articles précédents, la différence est statistiquement significative pour ce qui est des parasitoses intestinales et plus spécifiquement des helminthiases. Ainsi 2 personnes sur 3 de la PE contre uniquement 1 personne sur 3 de la PNE sont parasitées ($p < 0,00001$).

Prévalence de l'asthme

La prévalence de l'asthme est de 10,6 % (IC à 95 % : 6,5 à 14,8 %) au niveau de la PE et uniquement de 2,5 % (IC à 95 % : -0,3 à 5,3 %) au niveau de la PNE, la différence est significative ($p=0,007$).

Au niveau de la PE, la prévalence est significativement ($p = 0,04$) plus élevée chez les sujets présentant une hyper éosinophilie (Tableau 2). Elle est également plus élevée chez les maigres, les tabagiques actifs, les jeunes enfants âgés de moins de 10 ans, les personnes à faible promiscuité et les personnes présentant une helminthiase. Elle est plus faible chez les personnes à forte promiscuité et les enfants âgés de 10 à 14 ans.

Analyse multivariée

La prévalence de l'asthme est au niveau de la PE significativement influencée par l'hyperéosinophilie, elle est par ailleurs associée à la promiscuité (Tableau 3).

TABLEAU 1

Caractéristiques des Participants en Fonction du Sexe, des Tranches d'Age, de l'Alphabétisme, de l'Indice de Promiscuité, du Tabagisme, de l'Etat Trophique, de l'Hyper Eosinophilie et de la Présence d'une Parasitose Intestinale et plus Spécifiquement d'une Helminthiase au Niveau des Deux Populations d'Etude, Settât, (Maroc)

	Population exposée		Population non exposée		Valeur de p
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	
Total	216	100	120	100	--
Sexe					
Féminin	113	52,3	60	50,0	0,68
Masculin	103	47,7	60	50,0	
Tranches d'âge					
3 à 9 ans	30	13,9	15	12,5	0,35
10 à 14 ans	31	14,4	11	9,2	
15 à 29 ans	69	31,9	33	27,5	
30 à 59 ans	67	31,0	47	39,2	
60 ans et plus	19	8,8	14	11,7	
Alphabétisme					
Instruits	110	50,9	69	57,5	0,24
Illettrés	106	49,1	51	42,5	
Indice de promiscuité					
Entre 1 et 1,9	60	27,8	21	17,5	0,10
Entre 2 et 2,9	92	42,6	59	49,2	
Supérieur à 3	64	29,6	40	33,3	
Tabagisme					
Nul	97	44,9	62	51,7	0,12
Passif	89	41,2	35	29,2	
Ancien	9	4,2	9	7,5	
Actif	21	9,7	14	11,7	
Etat trophique					
Maigre	28	13,0	9	7,5	0,10
Normal	142	65,7	92	76,7	
Excès	46	21,3	19	15,8	
Eosinophilie					
< 500/mm ³	195	90,3	117	97,5	0,02
≥ 500/ mm ³	21	9,7	3	2,5	
Parasitoses intestinales					
Absente	74	34,3	82	68,3	0,00000
Présente	142	65,7	38	31,7	
Helminthiase					
Absente	206	95,4	120	100	0,017
Présente	10	4,6	0	0	

TABLEAU 2

Prévalence (%) de l'Asthme selon le Sexe, les Tranches d'Age, l'Alphabétisme, l'Indice de Promiscuité, le Tabagisme, l'Etat Trophique, l'Hyper Eosinophilie et la Présence d'une Parasitose Intestinale et plus Spécifiquement d'une Helminthiase au Niveau de la Population Exposée, Settat (Maroc)

	Prévalence	Intervalle de confiance à 95 %	Valeur de p
Total	10,6	6,5 à 14,8	
Sexe			
Féminin	10,6	4,9 à 16,3	0,98
Masculin	10,7	4,7 à 16,6	
Tranches d'âge			
3 à 9 ans	16,7	3,3 à 30,0	0,71
10 à 14 ans	6,5	-2,2 à 15,1	
15 à 29 ans	8,7	2,0 à 15,3	
30 à 59 ans	11,9	4,2 à 19,7	
60 ans et	10,5	-3,3 à 24,3	
Alphabétisme			
Instruits	9,1	3,7 à 14,5	0,45
Illettrés	12,3	6,0 à 18,5	
Indice de promiscuité			
Entre 1 et 1,9	15,0	6,0 à 24,0	0,15
Entre 2 et 2,9	12,0	5,3 à 18,6	
Supérieur à 3	4,7	-0,5 à 9,9	
Tabagisme			
Nul	10,3	4,3 à 16,4	0,60
Passif	9,0	3,0 à 14,9	
Ancien	11,1	-9,4 à 31,6	
Actif	19,0	2,3 à 35,8	
Etat trophique			
Maigreux	21,4	6,2 à 36,6	0,08
Normal	7,7	3,3 à 12,1	
Excès	13,0	3,3 à 22,8	
Eosinophilie			
< 500/mm ³	9,2	5,2 à 13,3	0,04
≥500/mm ³	23,8	5,6 à 42,0	
Parasitoses intestinales			
Absente	14,9	6,8 à 23,0	0,14
Présente	8,5	3,9 à 13,0	
Helminthiases			
Absente	10,2	6,1 à 14,3	0,32
Présente	20,0	-4,8 à 44,8	

TABLEAU 3

**Régression Logistique avec SPSS 10 : Regression Binary Logistic Méthode
(Backward Stepwise:LR)**

Variables indépendantes	Coefficient β	Ecart type de β	Wald	p
Modèle initial :				
Constantes	-1,1036	1,5512	0,5061	0,4768
Tranches d'âge (<30 versus ≥30 ans)	0,3987	0,6302	0,4002	0,5270
Sexe (F versus M)	-0,1058	0,5405	0,0383	0,8448
Indice de promiscuité (entre 1 et 2,9 versus > à 3)	1,1144	0,6648	2,8102	0,0937
Etat trophique (excès pondéral versus maigre et normal)	-0,2419	0,5792	0,1745	0,6762
Alphabétisme	0,5398	0,5667	0,9072	0,3409
Tabagisme (actif versus nul, passif et actif)	-1,1591	0,7754	2,2348	0,1349
Eosinophilie	-1,1754	0,6342	3,4348	0,0638
Parasitoses	0,6904	0,4863	2,0157	0,1557
Helminthiases	-0,4726	0,9457	0,2498	0,6172
Modèle final :				
Constante	-1,1632	0,5123	5,1540	0,0232
Eosinophilie	-1,1226	0,5690	3,8932	0,0485

DISCUSSION

Prévalence de l'asthme au Maroc

La prévalence de l'asthme est de 10,6 % au niveau de la PE. Elle est significativement plus élevée que de celle de la PNE (2,5 %). La prévalence observée au niveau de la PE (Figure 1) est plus basse que celle des différentes études marocaines (Bouayad *et al.*, 2006; Boumediane, 2002).

La fréquence particulièrement basse de l'asthme dans la population non exposée intrigue un peu. Elle peut être expliquée par le fait que cette population est, en plus de sa non exposition aux eaux usées, faiblement exposée à la pollution par les moyens de transport.

Prévalence de l'asthme dans le monde

De part le monde la tendance est à l'augmentation de sa fréquence [5, 6]. Elle toucherait 5 % de la population adulte et 10 à 15 % des enfants (Medina *et al.*, 2001 ; ISAAC, 1998). Aux Etats-Unis la prévalence de l'asthme a été estimée entre 4 et 5 % (McFadden, 2000). Les études ISAAC ont relevé des prévalences plus élevées, 16 % à Malte (Montefort *et al.*, 1998) et 40 % en Angleterre (Austin *et al.*, 1999). Donc, le Maroc se situe dans une zone de moyenne prévalence.

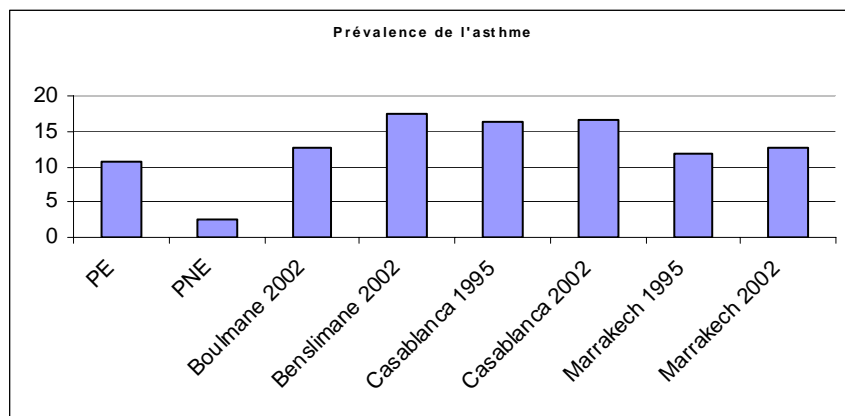


Figure 1 : Représentation de la prévalence de l'asthme au niveau des deux populations d'étude et de certaines études marocaines entre 1995 et 2002 (Bouayad, 2006; Boumediane, 2002).

Facteurs déclenchant l'asthme

L'importance de l'écosystème est soulignée par plusieurs auteurs qui ont observé que la prévalence de l'asthme est plus élevée dans les zones urbaines comparativement aux zones rurales (Von Mutius, 2004; Braun-Fahrlander *et al.*, 1999; Clavert & Burney, 2005; Von Ehrenstein *et al.*, 2000). Cela serait expliqué par une augmentation de l'allergénicité des pollens sous l'effet de certains polluants urbains (Von Mutius, 2004).

Pneumallergènes

Pour les pneumallergènes courants la relation entre exposition et sensibilisation a été clairement démontrée. Ainsi, les enfants vivant en contact d'un chien ou d'un chat sont le plus souvent sensibilisés à cet animal et les enfants vivant en zone humide sont le plus souvent sensibilisés aux acariens que ceux qui vivent en zone sèche (Von Mutius, 2004). La pollution urbaine est en relation étroite avec les moyens de transport et les principaux polluants atmosphériques sont alors le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et l'ozone. Alors que la pollution des intérieurs est constituée par les allergènes domestiques représentés essentiellement par les acariens, les animaux et la fumée de tabac (Bousquet *et al.*, 2001). L'effet de cette dernière serait différent selon qu'il s'agisse d'enfants ou d'adultes. A Malte, la notion de sifflement thoracique n'est pas influencée par le tabagisme, par contre l'asthme induit par l'exercice et la toux nocturne était significativement lié au tabagisme passif, (respectivement $p = 0,03$ et $p = 0,0001$ (Montefort *et al.*, 1998)). C'est également le cas en France, où le tabagisme était lié aux IgE, même chez les asthmatiques et apparaissait clairement comme un facteur de gravité clinique de l'asthme (Kauffmann *et al.*, 2002). D'autres études n'ont pas montré un effet particulier du tabagisme (Clavert & Burney, 2005 ; Grüber *et al.*, 2003). Dans ce travail l'effet du tabagisme n'est pas significatif, mais tout de même une prévalence plus élevée est notée chez les fumeurs actifs mais de manière non significative.

Hypothèse hygiéniste

Formulée en 1989 par Strachan, l'hypothèse hygiéniste propose que l'actuelle augmentation des maladies allergiques soit en rapport avec une diminution des stimulations microbiennes pendant la petite enfance. Il ne s'agit, soulignons-le, que d'une hypothèse, mais elle est actuellement considérée comme plausible. Les données épidémiologiques sont impressionnantes : la prévalence des maladies allergiques et des maladies auto-immunes a considérablement augmenté depuis environ 30 ans dans les pays développés. Simultanément, certaines maladies infectieuses ont spectaculairement diminué, du fait des vaccinations, des traitements antibiotiques et des progrès de l'hygiène. De nombreuses études concordantes ont montré que le risque d'allergie était diminué chez les enfants vivant dans des conditions favorisant les infections : environnement rural, familles de grande taille, fréquentation précoce des collectivités d'enfants. Pour autant, il est difficile d'affirmer que le lien entre la diminution des infections et l'augmentation des maladies immunologiques soit de nature causale (Grüber *et al.*, 2003; Bach, 2002; Vacquier *et al.*, 2004; Weiss, 2000).

A Detroit (Michigan – USA) les enfants qui ont présenté une fièvre avant l'âge d'un an ont présenté à l'âge de 6 à 7 ans moins de sensibilité allergique attestée par les tests cutanés positifs et des niveaux élevés d'IgE (Keoki *et al.*, 2004). En Allemagne, les études en 1994 ont démontré qu'en ex-Allemagne de l'Ouest les enfants nés avant la chute du mur de Berlin avaient plus d'allergies et moins d'infections que les enfants nés en ex-Allemagne de l'Est. Par la suite les études prospectives ont montré que la prévalence de l'asthme est plus basse chez les enfants vaccinés contre la rougeole et les oreillons (Grüber *et al.*, 2003). Une méta analyse de cette hypothèse, basée sur un échantillon de travaux publiés, montre, dans sa phase préliminaire, que la protection serait de 40 % pour l'asthme, 30 % pour la rhinite et 20 % pour la dermatite allergique (Randi *et al.*, 2004).

Infections parasitaires

On a montré que l'utilisation des eaux usées brutes en agriculture est responsable d'un risque accru de parasitoses intestinales pathogènes et saprophytes (El Kettani *et al.*, sous presse). Et partant de la constatation de plusieurs auteurs (Bach, 2002; Okamoto *et al.*, 2004), on a cherché une corrélation entre l'asthme et les parasitoses. Cette corrélation est présente mais toutefois non significative. La prévalence est plus faible chez les personnes qui ont une parasitose intestinale. C'est le cas également en Afrique du sud où la survenue du bronchospasme induit par l'exercice n'a pas été significativement influencée par l'infestation intestinale aux ascaris (Clavert & Burney, 2005). Bien que les données écologiques soient en faveur d'un effet protecteur de l'infection parasitaire sur la survenue de l'asthme, cela peut être due à d'autres expositions. Il est probable que les facteurs liés à l'infection parasitaire (par exemple : exposition aux animaux de ferme, régime alimentaire différent, hygiène déficiente, exposition aux infections bactériennes, utilisation diminuée des antibiotiques, etc...) puissent expliquer ce rapport inverse plutôt que les parasites eux-mêmes (Weiss, 2000).

Taille de la fratrie

La baisse de la taille de famille, dans les pays développés est un facteur qui a été proposé pour expliquer l'augmentation de la prévalence de l'asthme et de la rhinite, mais son importance relative est différemment estimée. Et surtout il y a eu beaucoup de spéculations sur son mécanisme d'action. Selon l'hypothèse hygiéniste, cela serait en rapport avec une réduction des occasions d'infections croisées dans les petites familles (Bernsen *et al.*, 2003;

Strachan, 2000). L'analyse de 31 études, sur l'asthme, a montré que 21 d'entre elles ont observé une relation inverse avec le nombre des enfants de mêmes parents (Karmaus & Botezan, 2002; Ball *et al.*, 2000; Wickens *et al.*, 1999).

Etat trophique

Les habitudes alimentaires et particulièrement la consommation des lipides ont été évoquées pour expliquer l'augmentation de la prévalence de l'asthme dans les pays industrialisés. Des études épidémiologiques transversales ont montré qu'il existe une association positive entre l'obésité et l'asthme de l'adulte. Ainsi, les sujets adultes obèses ont 3 fois plus de risque de développer un asthme. De plus, les sujets obèses à l'adolescence ont un risque accru d'asthme à l'âge adulte comparativement à ceux ayant un IMC normal (Raherison, 2004). Une étude sud-africaine a montré que le bronchospasme induit par l'exercice, les tests cutanés et les IgE spécifiques étaient significativement plus élevés ($p < 0,0001$) chez les enfants qui ont un IMC élevé (Clavert & Burney, 2005). Dans cette étude, c'est l'inverse qui est observé, les sujets maigres présentent la prévalence la plus élevée.

Facteurs génétiques

A côté de l'aspect environnemental et du mode de vie, les facteurs génétiques sont difficiles à cerner du fait qu'il s'agit de pathologies multifactorielles très hétérogènes du point de vue hérédité car elles sont polygéniques (Von Mutius, 2004). Lors d'une enquête épidémiologique française, les analyses de ségrégation des IgE ont montré, après correction du mode de recensement, l'existence d'un gène majeur dominant et d'une corrélation familiale résiduelle. Un criblage systématique du génome réalisé dans les familles avec 2 germains asthmatiques a montré la liaison de certaines régions du génome (1p, 11p, 11q, 12q, 13q, 17q, 19q) avec l'asthme ou ses phénotypes associés (Kauffmann *et al.*, 2002).

Eosinophilie et asthme

Dans l'asthme et ses équivalents, il est habituel de décrire une éosinophilie plus nette chez le jeune enfant que chez l'adulte. Les variations du taux des éosinophiles ne sont pas toujours parallèles aux poussées de la maladie (Blanchard & Cohen, 1984). Dans cette étude les sujets qui ont une hyper éosinophilie ont une prévalence significativement élevée.

Asthme et eaux usées

Les risques sanitaires inhérents à l'utilisation des eaux usées en agriculture sont fréquents et divers (Mara & Cairncross, 1991). En effet les eaux usées apportent des éléments infectieux (bactériens, parasitaires et viraux) responsables notamment des maladies à transmission hydrique, qui, selon la théorie hygiéniste, provoqueraient une diminution des maladies allergiques. Elles apportent également des cyanobactéries (WHO, 1999). Ces microorganismes, avantageés par la pollution azotée, sont capables de produire, de façon imprévisible, des toxines reconnues comme les poisons les plus violents. A côté des hépatotoxines et des neurotoxiques, les endotoxines de nature lipopolysaccharidique sont des composés irritants et allergènes. Ainsi, les cyanobactéries sont allergisantes tant par ingestion (diarrhée et vomissements) que par inhalation (asthme) ou par contact (eczéma, urticaire) (WHO, 1999; Bouaicha, 2001). Elles ne sont pas détruites par l'ébullition. Par ailleurs, les eaux usées apportent également des contaminants minéraux ou organiques potentiellement

dangereux par voie orale ou par les composés volatiles. Parmi ces nombreux polluants figurent, notamment le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote, l'ozone, l'anhydride sulfureux, des composés divers tels que les solvants aromatiques, les solvants chlorés, les phénols, l'ammoniaque et les composés organiques volatils (COV). Les COV sont composés essentiellement de l'acétone, du méthanol, de l'éthanol, du toluène, ainsi que les composés aromatiques. Ces polluants, en se répandant dans l'atmosphère, engendrent, surtout quand ils sont regroupés, tout un éventail de problèmes de santé, dont la diminution des fonctions pulmonaires, l'essoufflement et les crises d'asthme (Putus, 2004 ; Eyles & Consitt 2004).

CONCLUSION

La prévalence de l'asthme au niveau de la PE est de 10,6 %, elle est significativement plus élevée que de celle de la PNE (2,5 %). Ceci n'est pas en accord avec l'hypothèse hygiéniste dans sa composante infectieuse. D'autres facteurs, notamment l'exposition atmosphérique et d'autres allergènes, sont probablement en cause. Au niveau de la PE la prévalence de l'asthme est significativement plus élevée chez les sujets présentant une hyper éosinophilie. Elle est également plus élevée chez les enfants âgés de 3 à 9 ans, les fumeurs actifs et les sujets maigres. Conformément à l'hypothèse hygiéniste, la prévalence est plus basse chez les sujets à forte promiscuité et les sujets porteurs de parasitoses intestinales. L'utilisation des eaux usées brutes en agriculture est certainement responsable d'une dégradation de l'état de santé de la population concernée, en l'occurrence d'une exacerbation de l'asthme. Des mesures préventives s'imposent avec notamment, sensibilisation des populations concernées et traitement adéquat des eaux usées avant leur rejet dans la nature à fortiori si leur utilisation agricole est envisagée.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet « Ecosystème et santé humaine : CRDI/INRA N° 100771 – 0004 ». Il est subventionné par le Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Canada et la Fondation Ford, USA. Nous tenons à remercier la délégation du Ministère de la Santé de Settat pour son aide logistique.

REFERENCES

- Amil, M. 1996. Gestion des eaux usées au Maroc. *Terre et vie*, 26 : 1-7.
- Austin, J.B., Kaur, B., Anderson, H.R., Burr, M., Harkins, L.S., Strachan, D.P. 1999. Hay fever, eczema and wheeze: a nationwide UK study (ISAAC). *Arch. Dis. Child*, 81: 225-230.
- Bach, J.F. 2002. The effect of infections on susceptibility to autoimmune and allergic diseases. *NEJM*, 347 : 911-920.
- Bailenger, J. 1973. *Coprologie parasitaire et fonctionnelle*. Imprimerie E. Drouillar, Bordeaux, France.
- Ball, T., Castro-Rodriguez, J.A., Griffith, K.A., Holberg, C.J., Martinez, F.D., Wright, A.L. 2000. Siblings, day-care attendance, and the risk of asthma and wheezing during childhood. *NEJM*, 343 : 538-543.
- Bernsen, R.M.D., De Jongste, J.C., Van Der Wouden, J.C. 2003. Birth order and sibship size as independent risk factors for asthma, allergy and eczema. *Pediatr. Allergy Immunol.*, 14 : 464-469.

- Blanchard, F., Cohen, J.H. 1984. Hypereosinophilie. In : Dreyfus, B., Breton-Gorius, J., Reyes, F., Rochant, H., Vernant, J.P. *Hématologie*, Flammarion Médecine-Sciences Paris, pp. 414-423.
- Bouaicha, N. 2001. Impact sanitaire des toxines de cyanobactéries en milieu d'eau douce. *Revue Française des Laboratoires*, octobre, 336: 39-46.
- Bouayad, Z., Aichane, A., Afif, A., Benouhoud, N., Trombati, N., Chan-Yeung, M. 2006. Prevalence and trend of self-reported asthma and other allergic disease symptoms in Morocco: ISAAC Phase I and III. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.*, 10(4): 371-377.
- Boumediene, M. 2002. *Prévalence des maladies allergiques à Boulmane (ISAAC phase trois 2002)*. Mémoire pour l'obtention du certificat d'allergologie et d'immunologie clinique, Université Hassan II, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Casablanca.
- Bousquet, J., Van Cauwenberge, P., Khaltaev, N. 2001. Management of allergic rhinitis and its asthma. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 108 : S1-S315.
- Braun-Fahrlander, C., Gassner, M., Grize, L., Neu, U., Sennhauser, F.H. 1999. Prevalence of hay fever and allergic sensitization in farmers' children and their peers living in the same rural community. *Clin. Exp. Allergy*, 29: 28-34.
- Clavert, J., Burney, P. 2005. Effect of body mass on exercise-induced bronchospasm and atopy in African children. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 116 : 773-779.
- El Kettani, S., Azzouzi, E.M., Boukachabine, K., El Yamani, M., Maata, A. *Prevalence of the intestinal parasitosis at a rural population using the wastewater for agricultural purposes in Settat, Morocco*. WHO/EMRO Publications, sous presse.
- Ellwood, P., Asher, M.I., Beasley, R., Clayton, T.O., Stewart, A.W. 2005. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): Phase Three rationale and methods. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.*, 9(1): 10-16.
- Eyles, J., Consitt, N. 2004. What's at Risk? *Environment*, 46 (8): 24-39.
- Falissard, B. 2001. Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie. 2^{ème} édition, Masson, Paris.
- Grüber, C., Illi, S., Lau, S., Nickel, R., Forster, J., Kamin, W. 2003. Transient suppression of atopy in early childhood is associated with high vaccination coverage. *Pediatrics*, 111 : 282-288.
- Haut Commissariat au Plan – Maroc. *Résultats démographiques et socio-économiques du recensement général de la population et de l'habitat 2004*. <http://www.hcp.ma/>
- ISAAC 1998. Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivis, and atopic eczema. *Lancet*, 351 : 1225-1232.
- Jemali, A., Kefati, A. 2002. Réutilisation des eaux usées au Maroc. In : Forum sur la gestion de la demande en eau Ministère de l'agriculture, du développement rural et des eaux et forêts, Administration du génie rural. Direction du développement et de la gestion d'irrigation, Maroc.
- Karmaus, W., Botezan, C. 2002. Does a higher number of siblings protect against the development of allergy and asthma? a review. *J. Epidemiol. Community Health*, 56 : 209-217.
- Kauffmann, F., Dizier, M.H., Oryszczyn, M.P., Le Moual, N., Siroux, V., Kennedy, S. 2002. Étude épidémiologique sur les facteurs génétiques et environnementaux de l'asthme, l'hyperréactivité bronchique et l'atopie (EGEA), premiers résultats d'une étude multidisciplinaire. *Rev. Mal. Respir.*, 19: 63-72.
- Keoki, W.L., Peterson, E.L., Ownby, D.R., Johnson, C. 2004. The relationship between early fever and allergic sensitization at age 6 to 7 years. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 113 (2) : 291-296.

- Kholtei, S., Bouzidi, A., Bonini, M., Fekhaoui, M., Sbai, K., Anane, R. 2003. Contamination des eaux souterraines de la plaine de Berrechid dans la région de la Chaouia, au Maroc, par des métaux lourds présents dans les eaux usées : effet de la pluviométrie. *Vecteur Environnement*, 36 : 68-81.
- Mara, D., Cairncross, S. 1991. *Guide pour l'utilisation sans risques des eaux résiduaires et des excréta en agriculture et en aquaculture*. Genève, OMS/PNUE.
- McFadden, E.R.Jr. 2000. Asthme. In : Braunwald E, Fauci A.S, Kasper D.L, Hauser S.L, Longo D.L, Jameson J.L. Harrison, *Principes de Médecine Interne*, 15^{ème} Edition, Médecine – Sciences – Flammarion, Paris, pp. 1456-1467.
- Medina, S., Plasencia, A., Artazcoz, L., Quénel, P., Katsouyanni, K., Mücke, H.G. 2001. *APHEIS monitoring the effects of air pollution on public health in Europe*. Scientific report, 1999-2000, Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, 136 pages, www.apheis.org.
- Montefort, S., Lenicker, H.M., Caruna, S., Muscat, H.A. 1998. Asthma, rhinitis and eczema in Maltese 13–15 year-old schoolchildren-prevalence, severity and associated factors (ISAAC). *Clin. Exp. Allergy*, 28 : 1089-1099.
- Okamoto, Y., Sakurai, D., Horiguchi, S. 2004. Allergic rhinitis in children: environmental factors. *Clin. Exp. All. Rev.*, 4: 9–14.
- Putus, T. 2004. Chemical and microbial exposures in a school building: adverse health effects in children. *Archives of Environmental Health*, 59 (4) : 194-201.
- Raherison, C. 2004. Relations asthme-obésité : qu'en déduire pour la pratique ? *Rev. Mal. Respir.*, 21: 195-196.
- Randi, G., Altieri, A., Chatenoud, L., Chiaffarino, F., La Vecchia, C. 2004. Infections and atopy : an exploratory study for a meta-analysis of the "hygiene hypothesis". *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, 52(6) : 565-574.
- Strachan, D.P. 2000. Family size, infection and atopy: the first decade of the "hygiene hypothesis". *Thorax*, 55(Suppl 1) : S2–S10.
- Vacquier, B., Dassonville, C., Momas, I. 2004. *Assessment of endotoxin levels and their determinants in indoor environments*. *Environnement Risques & Santé*, 3(5): 295-303.
- Vidailhet, M. 1991. *Particularité de l'obésité chez l'enfant*. Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris), endocrinologie – nutrition, 10506J¹⁰, 4 pp.
- Von Ehrenstein, O.S., Von Mutius, E., Illi, S., Baumann, L., Bohm, O., Von Kries, R. 2000. Reduced risk of hay fever and asthma among children of farmers. *Clin. Exp. Allergy*, 30: 187-93.
- Von Mutius, E. 2004. Influences in allergy: Epidemiology and the environment. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 113: 373-379.
- Weiss, S.T. 2000. Parasites and asthma/allergy: What is the relationship? *J. Allergy Clin. Immunol.*, 105: 205-210.
- WHO 1999. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. Edited by J. Bartram & I. Chorus, Geneva.
- Wickens, K., Crane, J., Pearce, N., Beasley, R. 1999. *The magnitude of the effect of smaller family sizes on the increase in the prevalence of asthma and hay fever in the United Kingdom and New Zealand*. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 104 : 554-558.
- Zigler, O., Debry, O. 1998. *Epidémiologie des obésités de l'adulte*. Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris), endocrinologie – nutrition, 10-506-B-20, 7 pp.