

Aspects épidémiologiques et cliniques de l'intoxication par les déchets toxiques dans le district d'Abidjan

Issaka Tiembre^{3,5}
Blaise A. Koné^{1,3}
Kouassi Dongo^{1,2}
Marcel Tanner⁴
Jakob Zinsstag⁴
Guéladio Cissé¹

¹ Centre suisse de recherches scientifiques en Côte-d'Ivoire (CSRS)
Côte-d'Ivoire

² Laboratoire des sciences et technique de l'eau et de l'environnement (LSTEE)
Université de Cocody
Côte-d'Ivoire

³ Institut national d'hygiène publique (INHP)
Côte-d'Ivoire

⁴ Institut tropical suisse
Université de Bâle
Suisse

⁵ Département de santé publique
UFR des sciences médicales d'Abidjan
Université de Cocody
BP V 166 Abidjan
Côte-d'Ivoire
<itiembre@yahoo.fr>

Résumé

Le déversement, dans les nuits du 19 au 21 août 2006, à divers endroits de la ville d'Abidjan, de produits hautement toxiques, a entraîné plusieurs cas d'intoxication. En vue de compléter les actions d'urgence imposées par de tels événements, le Centre suisse de recherche scientifique, l'Institut tropical suisse et ses partenaires ont mené cette recherche dans le but d'en décrire les aspects épidémiologiques et cliniques et de dégager des recommandations pour l'atténuation des effets humanitaires et sanitaires, et pour la prévention des conséquences à moyen et long termes. Il s'agit d'une étude transversale menée, du 26 octobre au 8 décembre 2006, à partir de la méthode d'échantillonnage par transect. Les résultats révèlent que sur les 4 573 individus interrogés, 2 369, soit 51,8 % présentaient des signes d'intoxications essentiellement à type de signes généraux, ORL, respiratoires neurologiques et digestifs. Par ailleurs, 532 personnes, soit 21,1 % des victimes des déchets toxiques présentaient encore des signes au moment de l'enquête, soit plus de quatre mois après le déversement de ces déchets toxiques. Ce phénomène s'étant poursuivi bien que les sites aient été partiellement dépollués, les conséquences à long terme sur la santé des populations restent donc préoccupantes. La dépollution totale des sites et la conduite d'études multidisciplinaires approfondies s'imposent pour le contrôle des effets à long terme de ces produits.

Mots clés : aspects épidémiologiques ; déchets toxiques ; Abidjan ; Côte-d'Ivoire.

Abstract

Epidemiologic and clinical aspects of toxic waste poisoning in Abidjan

In the nights of 19 to 21 August, 2006, highly toxic waste products were dumped at various sites in Abidjan, and numerous cases of poisoning were reported to the health authorities, who were unprepared for such a problem. The research group on Environment and Health in Urban Environment from the Swiss Center of Scientific Research and its partners at the Swiss Tropical Institute undertook this study whose objectives were to: describe the epidemiologic profile of the people poisoned; identify the main clinical symptoms and the risk factors for poisoning; and recommend steps to attenuate the effects and to prevent intermediate- and long-term consequences. *Methodology:* This cross-sectional study examined the populations living around the discharge sites (n=6). The sample size was calculated at 619 people per site, to identify a 1% risk and a standard error of 0.4%, because of variability of the human impact factor at the different sites. Households were chosen at each site by the transect technique. Six teams, each including a physician, a public health agent and a local guide collected the data, after specific training. A pilot investigation made it possible to validate the final questionnaire. *Results:* Of 4573 people surveyed, 4344 people, about 95%, were home during the toxic waste discharge. In all, 2369 (51.8%) had signs of poisoning. Sex, district of residence, and presence at home at the time of the discharge were all statistically related to poisoning. The distribution of poison victims according to health centre shows that 1297 people (64.4%) visited a health center 615 of them (about 47.4%) a public or official centre, and 778 (about 60%), an unofficial centre; 379 (29.2%) were managed by an NGO, 159 individuals (12.3%) by mobile units, 63 individuals (4.8%) by the unofficial public health centre, and 35 (2.7%) at an unspecified site. Of those who sought care, 673 people (about 51.8%) received a medical prescription, and 815 (or 62.7%) had been given the drug directly, for free. 94 individuals (about 7.2%) chose their own self-medication, and 74 people (5.7%) a traditional treatment. In all, 34 people, about 2.6% of

Tirés à part : I. Tiembré

those who sought care, were hospitalized. Of the subjects who went to a health centre, 1421 (72.8%) had a positive course and 532 (27.7%) an unfavourable course. The latter complained especially of respiratory signs, in particular a cough and thoracic pains (21.8%), digestive signs (diarrhoea and abdominal distension, about 21.5%), and cutaneous (pruritus) and neurological (headaches) signs (20.7%). Overall, 532 people (21.%) still presented signs during the investigation. *Conclusion:* This study highlighted the persistence of the symptoms among many of those poisoned more than 4 months afterwards. This phenomenon continues, although the sites have been partially cleaned: the long-term effects on population health remain alarming. Thorough multidisciplinary studies are essential to explore the long-term effects.

Key words: epidemiologic aspects; toxic waste; Abidjan; Côte-d'Ivoire.

Après le déversement dans les nuits du 19 au 21 août 2006, à divers endroits de la ville d'Abidjan, de produits hautement toxiques, plusieurs cas d'intoxication ont été reçus par les formations sanitaires surprises par l'ampleur du problème et non préparées à une telle affluence [1].

Les symptomatologies étaient variables et concernaient essentiellement les voies respiratoires, le système gastro-intestinal, le système cardiovasculaire, la sphère ORL et la peau. La gravité de certains cas a nécessité l'hospitalisation en soins intensifs ou en réanimation et a conduit à une dizaine de décès.

Face à cette situation, plusieurs actions ont été entreprises par les autorités sanitaires nationales, appuyées par la communauté internationale, notamment l'organisation de la prise en charge des cas à titre gracieux par les établissements sanitaires, l'identification et le recensement des points de déversement suivis de la détermination de la nature du polluant, la cartographie des sites pollués et la mise en place de deux comités chargés de gérer les implications sociales et juridiques du déversement des déchets et d'évaluer la situation, et de proposer des solutions de traitement du produit. En vue de compléter les actions d'urgence imposées par de tels événements, le Groupe de recherche en environnement et santé en milieu urbain du Centre suisse de recherche scientifique et ses partenaires de l'Institut tropical Suisse ont mené cette étude dont les objectifs étaient :

- de décrire le profil épidémiologique des personnes intoxiquées ;
- d'identifier les principaux symptômes cliniques ;
- de rechercher des facteurs de risque de l'intoxication.

Méthodologie

Définition de l'exposition

L'exposition aux déchets toxiques était le fait du contact cutané, manuel, oculaire ou le fait de leur inhalation ou de leur ingestion.

Définition des cas d'intoxication

Toute personne vivante ou décédée, avec déclaration d'un contact direct ou indirect avec les déchets toxiques, à partir du 19 août 2006, sans autre témoignage ou documentation et présentant au moins un des symptômes ou signes suivants :

- *généraux et neurologiques* (céphalées, vertiges, asthénie, troubles de la conscience) ;
- *ORL et pulmonaires* (irritation nasopharyngée, maux de gorge, toux, douleurs thoraciques, rhinorrhée, épistaxis, dyspnée, dysphonie) ;
- *oculaires* (irritation oculaire à type de picotements, démangeaisons ou de brûlures, photophobie, larmolement, yeux rouges [conjonctivite]) ;
- *digestifs* (vomissement, douleurs abdominales, nausées, ballonnement abdominal) ;
- *cutanés* (irritation cutanée [sensation de brûlure, démangeaisons], éruption cutanée).

Type d'enquête et taille d'échantillon

Nous avons réalisé une enquête transversale portant sur les populations riveraines des sites de déversement.

Dans cette étude, la taille de l'échantillon était estimée à 619 personnes pour un

risque de 1% et une erreur type de 0,4%. Dans ces sites, le choix des ménages à enquêter était effectué par la technique des transects. Cette technique consistait à déterminer des lignes virtuelles à intervalle régulier couvrant toute la zone géographique supposée de l'influence des effets des déchets toxiques. Sur chacune de ces lignes, nous avons choisi à intervalles réguliers un ou plusieurs ménages à enquêter. Un transect avait une longueur de 1 km avec un pas de 200 m autour de ce point ; ce qui permettait d'effectuer un quadrillage de la zone d'influence supposée.

Déroulement de l'enquête

Six équipes composées chacune d'un médecin, d'un agent de santé et d'un guide ont pris part à la collecte des données, après avoir été formées. Une enquête pilote a été effectuée et a permis de valider le questionnaire définitif.

Chaque point de déversement était couvert par une équipe qui administrait le questionnaire à chacun des membres des ménages, au chef de ménage ou tout autre membre majeur du ménage susceptible de répondre valablement aux questions pour les jeunes enfants. L'enquête de terrain s'est déroulée sur une période de 15 jours.

Les enquêteurs commençaient à un point de transect situé à 200 m du point de déversement et interrogeaient les membres de trois ménages choisis au hasard à ce point. Ensuite, ils interrogeaient ceux de trois autres ménages, choisis au hasard, situés sur le second point de transect à 400 m du point de déversement, et ainsi de suite. Si trois ménages consécutifs ne rapportaient pas de cas à un point de transect

donné, les enquêteurs se déplaçaient de 200 m à gauche et à droite pour descendre le long des transects immédiats, et ainsi de suite. Par ailleurs, lorsque les ménages d'un point de transect ne présentaient pas de cas, les enquêteurs devaient le confirmer au prochain point suivant du transect. Si le nombre de points de transect défini était atteint et que des cas étaient toujours retrouvés, les transects étaient poursuivis.

Une saisie en double des questionnaires et l'analyse ont été réalisées sur Épi-Info™.

Aspects éthiques

Les enquêteurs étaient tous des volontaires informés des risques potentiels à se rendre dans les sites de déversement. Cependant, nous avons pris soin de mener l'enquête aux périodes où les odeurs étaient non perceptibles. Les cas diagnostiqués par les médecins des équipes étaient soit orientés vers les établissements sanitaires officiels, soit pris en charge sur place dans la mesure du possible. Aucun prélèvement biologique n'a été effectué au cours de cette enquête épidémiologique.

Résultats

Sur l'ensemble des 4 573 individus enquêtés, 4 344 individus, soit 95 % étaient présents à la maison au moment du déversement des déchets toxiques.

Deux mille trois cent soixante-neuf individus ont présenté des signes d'intoxication, ce qui représente 51,8 %.

Les principaux symptômes retrouvés sont répertoriés dans le *tableau 1*.

Le sexe, le quartier de résidence et la présence ou non au domicile au moment du déversement des déchets toxiques étaient statistiquement liés à l'intoxication (*tableaux 2-4*).

La distribution de personnes intoxiquées selon le recours à un centre de santé montre que 1 297 personnes (64,4 %) avaient consulté dans un centre de santé. Parmi ceux-ci, 615, soit 47,4 %, avaient eu recours à un centre de prise en charge officiel, 778 individus, soit 60 % des personnes avaient consulté dans un centre de santé non officiel : 379 individus (29,2 %) ont été pris en charge par des ONG ; 159 individus (12,7 %) ont été pris en charge par les unités mobiles ; 63 individus

(4,8 %) ont été pris en charge par des centres de santé publique non officiels ; et pour 35 individus (2,7 %), le lieu n'était pas précisé.

Six cent soixante-treize personnes (soit 51,8 %) ayant consulté avaient reçu une

ordonnance médicale, tandis que 815 (soit 62,7 %) avaient bénéficié de don de médicament. Quatre-vingt-quatorze individus (soit 7,2 %) avaient eu recours à l'automédication ; 74 personnes (5,7 %) ont eu recours à un traitement

Tableau 1. Fréquence des symptômes spontanés et ciblés chez les victimes des effets des déchets toxiques, Abidjan 2006.

Table 1. Frequency of spontaneous and targeted symptoms among those affected by toxic waste, Abidjan 2006.

Réponses	Réponses spontanées		Réponses ciblées	
	Fréquence	Pourcentage	Fréquence	Pourcentage
Céphalées	1 217	51,3	1 424	60,1
Vertige	320	13,5	666	28,1
Somnolence	16	0,7	169	7,1
Asthénie	197	8,3	824	34,8
Irritabilité	352	14,9	725	30,6
Toux	678	28,6	1 129	47,7
Picotement	94	4,0	318	13,4
Démangeaisons	347	14,6	644	27,2
Brûlures	72	3,0	217	9,2
Photophobie	15	0,6	119	5,0
Douleurs abdominales	493	20,8	846	35,7
Nausées	209	8,8	481	20,3
Vomissements	243	10,3	424	17,9
Douleurs oculaires	187	7,9	298	20,7
Douleurs pharyngées	86	3,6	298	12,6
Perte de connaissance	10	0,4	491	1,0
Saignement de nez	58	2,4	106	4,5
Écoulement	595	25,1	746	42,5
Difficultés respiratoires	337	14,2	448	31,5
Larmolement	141	6,0	448	18,9
Conjonctivite	40	1,7	263	11,1
Douleurs thoraciques	357	15,1	263	28,7

Tableau 2. Répartition des sujets selon le sexe et la présence ou non de signes d'intoxication.

Table 2. Distribution of subjects according to sex and presence of signs of poisoning.

Sexe	Présence de signes d'intoxication	Absence de signes d'intoxication	Total
Masculin	1 093	1 135	2 228
Pourcentage	49,1	50,9	100
Féminin	1 268	1 061	2 329
Pourcentage	54,4	45,6	100
Total	2 361	2 197	4 557
Pourcentage	51,8	48,2	100

Chi² = 13,23 ; p = 0,00027.

Tableau 3. Répartition des sujets selon le quartier et la présence de signes d'intoxication.

Table 3. Distribution of subjects according to neighbourhood and the presence of signs of poisoning.

Quartier	Présence de signes d'intoxication	Absence de signes d'intoxication	Total
Akouedo	834	181	1 015
Pourcentage	82,2	17,8	100
Adjibi	649	52	701
Pourcentage	92,6	7,4	100
Dokui	529	888	1 417
Pourcentage	37,3	62,7	100
Plaque	280	470	750
Pourcentage	37,3	62,7	100
Zone industrielle	77	613	690
Pourcentage	11,2	88,8	100
Total	2 369	2 204	4 573
Pourcentage	51,8	48,2	100

Chi² = 713,284 ; p < 0,00001.

Tableau 4. Répartition des sujets enquêtés selon la présence au domicile et la présence ou non de signes d'intoxication.

Table 4. Distribution of subjects according to neighbourhood and the presence of signs of poisoning.

Présence au domicile	Présence de signes d'intoxication	Absence de signes d'intoxication	Total
Oui	2 350	1 992	4 342
Pourcentage	54,1	45,9	100
Non	18	209	227
Pourcentage	7,9	92,1	100
Total	2 368	2 201	4 569
Pourcentage	51,8	48,2	100

Chi² = 4,71 ; p = 0,030.

traditionnel, et 34 personnes, soit 2,6 % des personnes ayant consulté, avaient bénéficié d'une hospitalisation. Parmi les sujets ayant consulté dans un centre de santé, 1 421, soit 72,8 %, avaient présenté une évolution favorable, et 532 (soit 27,7 %) avaient connu une évolution défavorable. Les patients qui avaient une évolution défavorable se plaignaient surtout de signes respiratoires, en particulier de toux et de douleurs thoraciques (21,8 %), de signes digestifs (diarrhée et ballonnement abdominal) qui représentent 21,5 % et de signes cutanés (prurit) et neurologiques (céphalées) qui représentent 20,7 %.

Les personnes ayant des symptômes cliniques avaient été interrogées et examinées par les médecins, et la répartition des signes cliniques retrouvés est représentée dans le *tableau 5*.

Discussion

Sur l'ensemble des personnes enquêtées, 2 369 individus ont présenté des signes d'intoxication, ce qui donne une prévalence d'intoxication à 51,8 %. Les symptômes retrouvés étaient en rapport avec une intoxication aux produits

incriminés. En effet, l'analyse d'un échantillon prélevé à bord du navire a démontré que le produit incriminé s'apparentait à un produit pétrolier très proche de l'essence, avec une forte teneur en hydrogène sulfuré. De même, il a été relevé une très forte concentration d'organochlorés et un taux excessif de sulfure [2, 3].

Les effets de l'hydrogène sulfuré (H₂S) et du mercaptan méthyle (CH₃ SH) sont révélés par de nombreuses études [4-12]. Jouni *et al.* [6] ont montré que des adultes et enfants exposés à ces produits présentaient excessivement plus de symptômes oculaires, respiratoires (toux) et nerveux (céphalées, migraines) que les personnes non exposées.

Selon l'étude réalisée par Vanhoorne *et al.* [8], en 1994, les sujets exposés à l'hydrogène sulfuré (H₂S) et/ou au carbone disulfure (CS₂) présentaient plus de douleurs oculaires et de photophobie que les sujets non exposés à ces produits. Selon le ministère de la Santé et de l'Hygiène publique [1], les signes généraux et neurologiques étaient les plus retrouvés (75 %), suivis des signes ORL et pulmonaires (69,8 %) et des signes digestifs (52,8 %) chez les intoxiqués reçus dans les formations sanitaires officielles.

Les signes d'intoxication variaient en fonction des quartiers (p < 0,00001) : 649 individus (92,6 %) présentaient des signes d'intoxication dans le village d'Adjibi où deux points de déversements des déchets toxiques avaient été identifiés. Ensuite, venait le quartier Akouedo où 834 individus, soit 82,2 % de la population de ce quartier présentaient des signes d'intoxication le jour de l'enquête. Ce quartier avait enregistré trois points de déversements des déchets toxiques.

Il existe une différence statistiquement significative entre les hommes et les femmes concernant la présence de signes d'intoxication (p < 0,00027) ; les femmes (54,4 %) présentaient plus de signes d'intoxication que les hommes (49,1 %). Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que les femmes, généralement ménagères, servantes ou filles de ménages, étaient constamment à la maison, ce qui accroissait leur contact avec les déchets. Le ministère de la Santé et de l'Hygiène publique [1] retrouve 52,1 % de sujets de sexe féminin et 47,9 % de sexe masculin chez les personnes qui se sont présentées dans les structures sanitaires, suite au déversement des déchets toxiques.

Tableau 5. Signes cliniques chez les personnes souffrant des effets des déchets toxiques le jour de l'enquête.

Table 5. Clinical signs among subjects who reported effects from the toxic waste on the day of the study.

Signes cliniques	Fréquence	Pourcentage
Asthénie (n = 496)	164	33,1
Déshydratation (n = 495)	8	1,6
Rhinorrhée (n = 499)	140	28,1
Épistaxis (n = 494)	3	0,6
Toux (n = 499)	185	37,1
Dyspnée (n = 495)	58	11,7
Pneumopathie (n = 495)	31	6,3
Larmolement (n = 498)	46	9,2
Conjonctivite (n = 493)	46	9,3
Douleur pharyngée (n = 495)	46	9,3
Douleur abdominale (n = 497)	144	29,0
Nausées (n = 494)	144	29,0
Vomissement (n = 495)	23	4,6
Prurit (n = 498)	149	29,9

Il existe une différence significative entre la présence au moment du déversement des déchets toxiques et la présence des signes d'intoxication ($p = 0,030$). Cela pourrait s'expliquer par l'effet dose-dépendant des produits déversés. En effet, 54 % des personnes, présentes au moment du déversement des déchets toxiques où les concentrations étaient à leur maximum, se plaignaient de signes d'intoxication, contre 7,9 % des personnes absentes au moment du déversement et qui ont rejoint les sites plus ou moins longtemps après ce déversement. On ne peut rejeter l'implication du rôle des médias dans l'intérêt porté par les patients et leur plus grande propension à se reconnaître intoxiqués.

Le recours aux soins a été organisé par le ministère de la Santé et de l'Hygiène publique [1] qui a publié, le 5 septembre 2006, une liste de « structures sanitaires retenues pour la prise en charge des victimes des déchets toxiques ». En dépit de l'existence de ces lieux de consultations officiels, d'autres structures avaient été fortement sollicitées par les personnes exposées. Les problèmes d'accessibilité, d'encombrement des structures d'accueil et d'insuffisance des traitements proposés pourraient expliquer cette situation.

L'analyse des symptômes retrouvés par les médecins le jour de l'enquête montre que 532 personnes, soit 21,11 % des victimes des déchets toxiques, présentaient encore des signes au moment de l'en-

quête, soit plus de quatre mois après le déversement de ces déchets toxiques.

Dans une étude portant sur 716 adultes en Finlande, en 1992, Kirsi *et al.* [7] ont montré que les symptômes oculaires et nasaux, la toux, les céphalées et les migraines étaient plus fréquents chez les personnes exposées aux produits toxiques que les personnes non exposées, aussi bien après quatre semaines qu'après 12 mois.

Legator *et al.* [13] ont montré que neuf des 12 symptômes étaient présents plus de trois fois dans la communauté exposée de façon chronique à l'hydrogène sulfuré (H_2S) que dans la communauté de référence. Parmi les symptômes, ceux relatifs au système nerveux central étaient 12,7 fois plus présents chez les exposés, les signes respiratoires 11,9 fois, les signes sanguins 8,1 fois. Par ailleurs, les symptômes individuels étaient plus fréquents.

Les effets sanitaires du N-propyl mercaptan ont été étudiés par Ames et Gregson [14], en 1991 en Californie, où ils ont montré que les effets sanitaires du mercaptan étaient les céphalées, la diarrhée, la fièvre et les crises d'asthme. Par ailleurs, la sévérité des effets sanitaires du N-propyl mercaptan est liée à la perception de l'odeur du produit. Cette situation est préoccupante et pose le problème des effets néfastes des déchets toxiques à moyen et long termes et témoigne de l'urgence de la dépollution totale des sites pour éviter les effets d'une exposition chronique.

Conclusion

Cette étude permet de mettre en évidence la persistance des symptômes chez de nombreux intoxiqués. En effet, 532 personnes, soit 21,1 % des victimes des déchets toxiques présentaient encore des signes au moment de l'enquête, soit plus de quatre mois après le déversement de ces déchets toxiques. Ce phénomène s'étant poursuivi bien que les sites aient été partiellement dépollués, les conséquences à long terme sur la santé des populations restent donc préoccupantes. Des études pluridisciplinaires plus approfondies étaient d'une impérieuse nécessité pour explorer les effets à long terme de cette intoxication. ■

Remerciements

Ce travail a été possible grâce :

- au soutien financier de l'ambassade de Suisse en Côte d'Ivoire et de l'Institut tropical suisse à Bâle ;
- à la précieuse collaboration du Comité interministériel de la Primature, des directions générales de la santé, de l'environnement, de la protection civile, du bureau OMS Côte d'Ivoire, de OCHA, d'organismes gouvernementaux et non gouvernementaux ;
- aux efforts importants des membres des équipes d'enquête.

Références

1. Ministère de la Santé et de l'Hygiène publique. *Bilan partiel de la prise en charge médicale des personnes exposées aux déchets toxiques*. Octobre 2006.
2. Cellule opérationnelle de coordination du Plan national de lutte contre les déchets toxiques. Déchets du Probo Koala. Toxicité aiguë et chronique des substances émises dans l'environnement, valeur toxicologiques de référence, 28 mars 2007.
3. INRS. Sulfure d'hydrogène, fiche toxicologique, 1997.
4. Mandin C, Delemy L, Boudet C, Cicoellella A. *Évaluation des risques sanitaires liés aux mélanges de nature chimique perspective dans le cadre des études d'impact sanitaire des dossiers de demande d'autorisation d'exploiter des installations données*. NERIS/2006-DRC/ERSA/CMC-LDE-45960/27-ERS-mélanges-version-fiscale.doc.
5. Jörgen T, Lena B. Work-related symptoms and inflammation among sewage plant operatives. *Int J Occup Environ Health* 2004 ; 10 : 84-9.

6. Jouni JKJ, Vesa V, Olli M, Paavo J, Tari HT. The effects of malodorous sulphur compounds from pulp mills on respiratory and other symptoms. *Am Rev Respir Dis* 1990 ; 142 : 1344-50.
7. Kirsi PP, Olli M, Vesa V, Jouni JKJ, Paavo J, Tari H. The South Karelia air pollution study: effects of low-level exposure to malodorous sulphur. Compounds on symptoms. *Arch Environ Health* 1996 ; 51 : 315-9.
8. Vanhoorne M, De Rouck A, De Bacquer D. Epidemiological study of eye irritation by hydrogen sulphide and/or carbon disulphide exposure in viscose workers. *Ann Occup Hyg* 1995 ; 39 : 307-15.
9. Olli M, Jouni JKJ, Kirsi PP, Vesa V, Tari H. South Karelia air pollution study: daily symptom intensity in relation to exposure levels of malodorous sulfur compounds from pulp mills. *Environ Res* 1995 ; 71 : 122-7.
10. Ames RG, Stratton JW. Acute health effects from community exposure to N-propyl mercaptan from an ethoprop (mocap)-treated potato field in Siskiyou County, California. *Arch Environ Health* 1991 ; 46 : 213-7.
11. Tari H, Olli M, Vilka V, Paavo J, Jouni JKJ. The South Karelia air pollution study: acute health effects of malodorous sulfur air pollutants released by a pulp mill. *Am J Public Health* 1992 ; 82 : 603-5.
12. World Health Organization. Air quality guidelines for Europe Denmark: World Health Organization; 1987. WHO regional publications European series n°23 Copenhagen.
13. Legator MS, Singleton CR, Morris DL, Phillips DL. Health effects from chronic low-level exposure to hydrogen sulphide. *Arch Environ Health* 2001 ; 56 : 123-31.
14. Ames RG, Gregson J. Mortality following cotton defoliation: San Joaquin Valley, California, 1970-1990. *JOEM* 1995 ; 37 : 812-9.