

RÉSIDUS DE PESTICIDES ORGANOCHLORÉS DANS LE LAIT HUMAIN D'UNE ZONE AGRICOLE DE CÔTE D'IVOIRE

Sory Karim TRAORE*, Koné MAMADOU*, Ardjourna DEMBELE**,
Pierre LAFRANCE***, O. BANTON*** et Pascal HOUENOU*.

*UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé
02 B.P 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire)

**Laboratoire d'Ecologie de Korhogo, Bp 42 korhogo (Côte d'Ivoire).

***INRS-EAU du Québec, Université LAVAL (Canada).

(Reçu le 10-01-2002 - Révisé le 10-04-2002)

Summary : A troop of 40 women who lived in Buyo have been studied to determine the levels of organochlorine pesticides residues in the mother's milk. Measurements were taken by gas chromatography with ECD detector. The average values for p, p' -DDT; 2,2(bis)p-chlorophenyl-1,1-dichloroethylene (DDE) ; β -HCH and Lindan are 0.625 mg/kg ; 1.635 mg/kg; 0.692 mg/kg and 0.109 mg/kg respectively. The results show that the rates of DDT in 16% of women's milk, are higher than the 0.05mg/kg, maximum rate recommended by WHO (World Health Organisation) and FAO (Food and Agriculture United Nations). So It is necessary to undertake the monitoring of the children nursed in order to determine the long-term consequences

Key-words : organochlorine-pesticides, maternal milk, fish, bioaccumulation, contamination

I - INTRODUCTION

Dans une étude précédente, l'analyse des sédiments et des poissons issus du barrage de Buyo a mis en évidence des niveaux de résidus de pesticides organochlorés parfois relativement élevés^[1]. Une telle situation peut conduire à une accumulation de ces polluants chez les prédateurs des poissons notamment ceux qui sont au sommet de la chaîne trophique dont l'homme. Plusieurs études ont en effet montré que les

pesticides organochlorés présents dans la graisse des organismes vivants atteignent parfois des niveaux élevés chez les mammifères notamment dans les tissus humains [2-3-4]; l'introduction dans l'organisme se fait principalement par voie alimentaire, cutanée ou respiratoire [5-6].

Du fait de son importance dans l'alimentation de l'enfant, le lait humain a, depuis, été un sujet de préoccupation pour de nombreux chercheurs [4-7-8]. L'utilisation des pesticides organochlorés en Côte d'Ivoire, en agriculture et dans les programmes de lutte contre les vecteurs de maladie (paludisme, l'onchocercose) peut donc avoir une incidence négative sur la détérioration de la qualité de l'environnement et celle de la santé humaine. Les conditions climatiques (taux d'humidité et température élevés) et le niveau socio-économique des populations rurales constituent des facteurs aggravants.

La présente étude vise à déterminer les niveaux de résidus de 12 pesticides organochlorés (*PP'*-DDE, *PP'*-DDT, *OP'*-DDT, β -HCH, HCH, dieldrine, aldrine, endrine, heptachlore, α endosulfane et β endosulfane) dans les échantillons de lait humain provenant d'une zone agricole de Côte d'Ivoire et de les comparer aux limites recommandées par l'OMS et la FAO.

II - MATÉRIELS ET MÉTHODES

Un total de 40 mères âgées de 18 à 47 ans, avec une moyenne de 28,7 ans, ont accepté de participer à cette étude. Ces mères jugées cliniquement en bonne santé, vivent dans la région depuis 5 à 6 années sans interruption. 40 échantillons de lait ont ainsi été prélevés par les sages femmes au quinzième jour après l'accouchement. Environ 20 ml de lait par mère sont extraits dans des tubes en téflon chimiquement propre, identifiés et congelés à - 20°C jusqu'à l'analyse.

Pour chaque donneur un questionnaire a été rempli comportant des informations sur le lieu de résidence, l'âge, le poids corporel, le poids du bébé à la naissance, la parité et sur les habitudes alimentaires.

Chaque échantillon de lait est dégivré, transféré dans un mortier et écrasé avec une quantité suffisante de sulfate de sodium anhydre jusqu'à l'obtention d'une poudre brute. Celle-ci est alors transférée dans une colonne de chromatographie où les résidus de pesticides sont extraits au moyen de 80 ml de dichlorométhane. L'exudat est recueilli dans un ballon préalablement séché (105 °C à l'étuve pendant 24h) et taré. Il est évaporé à sec à l'évaporateur rotatif et la teneur en graisse est déterminée par gravimétrie. La purification est faite sur du florisil (active à 3%) avec 150 ml de solution de migration (120 ml d'hexane et 30 ml de dichlorométhane). Le volume recueilli est réduit à 2 ml puis ajusté à 5 ml avec de l'hexane. 5 μ L sont injectés pour l'analyse. Le taux de recouvrement de la méthode est de 95% pour le lindane et ses isomères, 94% pour le DDT, 90% pour le dieldrine, l'endrine, 91% pour l'heptachlore et 13 % et 73% respectivement pour et β endosulfane.

Les analyses ont été effectuées sur un chromatographe à gaz (SHIMADZU GC-14A split splitless) équipé d'un détecteur à capture d'électrons ⁶³Ni et d'un intégrateur SHIMADZU C-R6A CHROMATOPAC. Les caractéristiques de la colonne capillaire d'analyse sont les suivantes : phase stationnaire DB-1 ; diamètre 0,25 μ m ; épaisseur du film = 3 x 0,25mm ; Température limite -60°C à 325/350°C en programme. Une colonne compacte avec 1,95% QF-1 et 1,5% OV-17 a été employée pour la confirmation des analyses. Les conditions de fonctionnement sont: le gaz vecteur est de l'azote haute pureté (99,9%) à 2 bars ; Four à 255°C ; injecteur à 250°C et le détecteur à 300°C. Le volume de l'échantillon injecté est de 5 μ L.

III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

La fréquence des échantillons positifs, les concentrations moyennes en résidus de pesticides et les maxima et minima sont présentés dans le tableau I. Les concentrations sont exprimées en mg/kg et ont été calculées sur la base du taux de matière grasse qui traduit mieux l'état de contamination [9-10].

TABLEAU I : Principaux résidus de pesticides organochlorés (mg/kg) dans les échantillons de lait maternel

	α HCH	β HCH	Lindane	Endosulfane	Dieldrine
X	0.053	0.692	0.109	0.048	0.0236
Fréquence %	62.5	95	82.5	62.5	65
SD	0.046	0.647	0.101	0.036	0.0611
Min	0.013	0.011	0.013	0.002	0.003
Max	0.193	2.927	0.401	0.129	0.324
	PP'DDT	PP'DDE	OP'DDT	PP'DDD	Total DDT
X	0.6251	1.635	0.449	0.138	2.671
Fréquences	95	100	90	27.5	100
SD	0.516	0.614	0.573	0.2167	1.511
Min	0.031	0.068	0.013	0.002	0.068
Max	1.312	2.672	2.133	0.604	6.002

X : concentration moyenne Min : concentration minimale
 SD : standard de déviation Max : concentration maximale

Ce tableau montre que 100% des échantillons analysés contiennent du PP'-DDE, 95% le -HCH et le PP'-DDT. Le OP'-DDT est présent dans 90% des échantillons. Les isomères α et β HCH (lindane) ont été déterminés à des fréquences de 62% et de 82% respectivement. Les

autres résidus détectés sont la dieldrine (65%) et l'endosulfane (62,5 %). Aucun résidu de l'aldrine, de l'heptachlore ou de son époxyde n'a été détecté dans les échantillons analysés.

Le PP'-DDE a été le plus abondant des métabolites du DDT détectés avec une teneur moyenne de 1,635 mg/kg et un niveau maximum de 2,672 mg/kg. Il est le principal métabolite du DDT trouvé dans nos échantillons. Il peut provenir soit de la consommation directe des aliments qui le contiennent, soit de la déshydrohalogénéation du DDT au niveau du foie ^[11-12]. Bien que sa demi-vie soit 1,5 fois plus longue que celle du DDT dans le corps humain, il est cependant moins toxique et plus rémanent ^[7-13].

L'isomère PP'-DDT, par ordre d'importance, se situe après le PP'-DDE, avec une valeur moyenne de 0,625 mg/kg (les valeurs extrêmes étant 0,0316 mg/kg et 1,313 mg/kg). Ce niveau important pourrait s'interpréter par une exposition directe à la vapeur de DDT, en relation sans doute avec les conditions climatiques et les actions sanitaires ^[14]. L'OP'-DDT est à un niveau de 0,449 mg/kg et un maximum de 2,134 mg/kg.

Parmi les isomères de HCH détectés, le β HCH est le plus abondant dans les échantillons avec une moyenne de 0,693mg/kg soit 81% du HCH total. Cette abondance relative s'explique par le fait que le HCH est non seulement présent dans la formulation commerciale du Lindane qui est un mélange des 4 isomères (α , β , γ et δ HCH) mais il est également un produit de conversion de l' α HCH et du γ HCH. Le β HCH est également la forme la plus persistante, la plus lipophile et par conséquent la plus bioaccumulative ; sa vitesse d'élimination est environ 5 fois plus lente que celle du HCH ^[10]. Les niveaux moyens des isomères α et γ HCH ont été de 0,053 et 0,109mg/kg respectivement. γ HCH est le seul l'isomère à caractère insecticide.

Dans les pays en développement comme la Cote d'Ivoire, les interdictions et les restrictions pour l'utilisation de certains pesticides organochlorés ne sont pas souvent respectées ; soit à cause de certains

vecteurs de maladie comme le paludisme pour qui, l'on est encore à la recherche d'autres alternatives pour une lutte plus efficace, soit à cause du coût exorbitant des produits de substitution utilisés en agriculture.

L'alimentation, souvent tributaire de l'activité professionnelle, semble être un des plus importants facteurs d'exposition à ces produits (15-16-17). A cet effet, le tableau II montre les niveaux de résidus de pesticide dans des échantillons de lait prélevés chez des femmes qui vivent dans la commune de BUYO et chez les femmes BOZO. Ce dernier groupe se rapporte à une communauté de pêcheurs résidant souvent aux abords du lac et vivant essentiellement des activités et des produits de pêche.

Les concentrations moyennes de pesticides détectés dans les échantillons analysés, attestent d'une différence de contamination entre les deux groupes. Cette différence est significative au niveau du total HCH ($p < 0,05$) et au niveau du total DDT ($p < 0,05$). La concentration en DDT et celle de ses métabolites ont été plus abondantes chez le groupe BOZO comparées à celles de la population locale.

Cela pourrait s'expliquer par le fait que les femmes des pêcheurs vivent auprès du barrage, s'approvisionnent en eau du barrage pour leur alimentation et bain. La lessive est faite directement dans le barrage. Toutes les activités de ces femmes sont liées à l'eau du barrage et aux poissons dont elles sont les seules commerçantes. Elles sont donc les plus exposées aux contaminants chimiques issus du lessivage des plantations par les eaux de pluies (Tableaux II).

D'autres facteurs tels que les habitudes alimentaires ont également une influence importante (12-18-19). Le poisson constitue la principale source de protéine de la majeure partie de la population de Buyo. Seulement la fréquence de consommation très élevées en poissons et la nature les espèces consommées font des pêcheurs la population la plus contaminées en résidus de pesticides bio transformés notamment HCH et PP'DDE.

TABLEAU II : niveaux des pesticides organochlorés (mg/kg) dans les échantillons de lait maternel provenant de femmes BOZO et des autres femmes de BUYO

	α HCH	β HCH	Lindane	Endosulfane	Dieldrine
Femmes autochtones					
X	0.046	0.332	0.095	0.048	0.029
SD	0.025	0.318	0.104	0.038	0.104
Femmes BOZO					
X	0.048	1.245	0.137	0.047	0.012
SD	0.049	0.668	0.128	0.027	0.009
	PP'DDT	PP'DDE	OP'DDT	PP'DDD	Total DDT
Femmes autochtones					
X	0.522	1.370	0.388	0.131	2.203
SD	0.509	0.575	0.563	0.225	1.501
Femmes BOZO					
X	0.782	2.076	0.534	0.144	3.451
SD	0.455	0.258	0.584	0.208	1.017

X : concentration moyenne

SD : standard de déviation

Min : concentration minimale

Max : concentration maximale

Nous avons calculé les prises quotidiennes du β HCH (lindane) et du Σ DDT par les enfants nourris au sein en utilisant les valeurs moyennes de la FAO et WHO [20] (1985), le poids de l'enfant, la quantité de lait absorbée par jour et le taux de matière grasse contenu dans le lait. Nous avons pris en compte également les données réelles du terrain. Un enfant de bas âge d'environ 5kg selon la FAO a une consommation journalière de 0,8 litres de lait et ce dernier contient 3,5% de matière grasse [21]. Nos valeurs expérimentales donnent un taux moyen de 5,2% de matière grasse dans le lait maternel analysé avec un maximum de 8,3% et un minimum de 2,8%.

Les prises quotidiennes ont été calculées à partir des concentrations moyennes des composés et sont présentées dans le tableau III. Pour Σ DDT où la concentration moyenne est de 2,6715 mg/kg, la prise quotidienne calculée pour les enfants en bas âge et par l'intermédiaire du lait est de 22,23 μ g/kg/jour et celle de γ HCH est 0,67 μ g/kg/j. La comparaison de ces prises avec le ADI (dose journalière admissible) fixée par WHO montre que l'exposition des enfants de la population à l'étude excède le ADI pour Σ DDT (20 μ g/kg) et l'ADI de la dieldrine (0,1 μ g/kg). seule la prise quotidienne estimée de γ HCH est au-dessous du ADI du γ HCH (8 μ g/kg). Ces résultats montrent que le lait des femmes de la zone de Buyo libère des pesticides organochlorés parfois à des concentrations supérieures au seuil établi par la FAO. Ces contaminants accumulés dans la chaîne alimentaire notamment dans les poissons, se retrouvent davantage dans le lait des femmes qui s'en nourrissent régulièrement^[22-23] ; ce que confirment les concentrations déterminées dans les échantillons de lait des femmes Bozo.

TABLEAU III : Comparaison des prises journalières en pesticides organochlorés (en μ g/kg/jour) par le biais de l'allaitement maternel en Côte d'Ivoire (Buyo) et dans d'autres Pays d'avec les seuils fixés par la FAO et l'OMS

	Lindane (HCH)	Dieldrine	DDT
Concentration moyenne dans le lait (totale population) en mg/kg	0.11	0.03	2.20
Prise journalière moyenne des bébés (total population)	0.91	0.20	22.22
Concentration moyenne dans le lait des femmes BOZO en mg/kg	0.14	0.01	3.45
Prise journalière moyenne des bébés BOZO	1.14	0.11	28.72
ADI (FAO & WHO)	8.00	0.10	20.00
Prise journalière des bébés du Mexique (S.Waliszewski, 1996)	0.12	-	36.06

IV - CONCLUSION

Malgré l'interdiction ou la restriction de leur emploi, les pesticides organochlorés notamment le DDT et le lindane semblent être à BUYO, les produits les plus utilisés. Parfois frauduleusement en raison de leur grand spectre d'action mais également à cause de leur faible prix à l'achat. La population à l'étude en est contaminée à des concentrations qui dépassent parfois les niveaux recommandés pour la protection de la santé publique (FAO/WHO). Les nouveau-nés nourris au sein sont fortement exposés aux organochlorés au regard des concentrations trouvées dans les excréments de lait.

Les tests neurologiques en cours sur les populations de la région permettraient d'établir une corrélation entre l'exposition aux pesticides et la santé humaine.

L'allaitement maternel serait-il recommandable pour les bébés bozo? Les avantages maintes fois reconnus de l'allaitement maternel sur le plan de la protection immunitaire et du taux de survie infantile peuvent-ils compenser les risques d'exposition de ces enfants aux polluants ?

Pour ce faire, il convient de maintenir un programme de suivi de ces femmes identifiées et de leurs enfants, d'étendre cette étude aux autres zones agricoles du pays, d'en tirer une moyenne nationale pour une prise de décision globale.

BIBLIOGRAPHIE

[1] - HANI K., NARCISSE A., S.K.TRAORÉ., K.MAMADOU., A.DEMBELE., P.HOUÉNOU, *Recueil des travaux scientifiques des 3^e Journées annuelles de la SOACHIM*, Lomé.

[2] - DUARTE-DAVIDSON R., WILSON S.C., JONES K.C.: *Environ. Poll84* (1994) 79-87

[3] - LIZBETH L., LUISA T., MALAKQUIAS L. : *Environ research 81* (1999) 142-145.

[4] - KANJA, L.W.,SKAARE, OJWANG : *Arch Environ Contam Toxicol* 22 (1992) 21-24.

[5] - J.K.KINYAMU, KANJA : *Bull Environ Contam Toxicol* 60 (1998) 732-738.

[6] - ALBERT L. : *Rev Environ Contam Toxicol* 147 (1996) 235-239.

[7] - ALAWI M.A., AMMARI N, AL-SHURAIKI Y (1992) "Organochlorine pesticide contaminations in human milk samples from women living in Amman",

[8] - HERNANDEZ L.M., FERNANDEZ M., HOYAS E., GONZALEZ M.J., GARCIA J.F. : *Bull Environ Contam Toxicol* 50 (1993) 308-315.

[9] - NOREN K. et al.: *acta paediatrics of scandinavia* (1983) 251-259

[10] - JOHANSEN H.R., BECHER G., POLDER A., SKAARE J.U.: *Journal Toxicol Environ Hlth* 42 (1994) 157-171.

[11] - BARNETT, R.H., D'ERCOLE, A.J., CAIN : *Pesticides monitoring j.* (1979) 13-47

[12] - BOUWMAN H., REINECKE A.J., COOPAN R.M.: *Journal Toxicol Environ Hlth* 31 (1990) 93-115.

[13] - ANDERSON, H.A.: *Environ perspect.* 60 (1985) 127-131.

[14] - SPICER P.E., KEREU R.K. : *Bulletin Environ Contam Toxicol* 50 (1993) 540-546.

[15] - EDWARDS C.A. : *Residue Reviews* 13 (1966) 83-132.

[16] - MILIADIS G.E.: *Bull Environ Contam Toxicol*, 53 (1994b) 598-602.

[17] - MARTIJN A., BAKKER H., SCHREUDER R.H.: *Bull environ Contam Toxicol* 51 (1993) 178-184.

[19] - ROBINSON, J. : *Eur. Journal. toxicology* 2 (1969) 210-215

[20] - FAO/WHO (1985) Joint FAO/WHO(1984) *meeting on pesticide residues. Pesticide residues in food : Teport Paper* 62. FAO Plant Production and Protection. 24 September-3 October.

[21] - SANT'ANA L.S., VASSILIEFF I., JOKL L.: (1989) "Levels of organochlorine insecticides in milk of mothers from urban and rural areas of"

[22] - SOMOGYI A., BECK H. : *Environ Hlth Perspect Suppl* 101 (1993) 45-52.

[23] - DEWAILLY E et al. : *Environ health perspect* 10 (1993) 618-620.