

Contamination du lait caillé et de l'œuf consommé en Côte d'Ivoire par des pesticides organochlorés

David Léonce KOUADIO^{1*}, Serge Guy Ano EHOUMAN², Baba Donafologo SORO²,
Moussa DIARRA¹, Mohamadou Lamine DOUMBIA¹, Ladjji MEITE², Koné MAMADOU²,
Ardjouma DEMBELE³ et Sory Karim TRAORE²

¹UFR Environnement, Université Jean Lorougnon GUEDE, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Laboratoire des Sciences de l'Environnement, UFR Sciences et Gestion de l'Environnement,
Université Nangui Abrogoua, 08 BP 801 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

³Laboratoire Central d'Agronomie et d'Écotoxicologie, LANADA 04 BP 612 Abidjan 04, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : kouadiodavidl@yahoo.fr

Résumé

La présente étude vise à évaluer l'aspect sanitaire de l'alimentation humaine à travers deux produits à forte consommation en Côte d'Ivoire : le lait caillé et l'œuf. Ainsi, 30 échantillons de lait caillé ont été achetés et 30 échantillons d'œufs de poulet ont été collectés dans trois fermes dans la ville d'Abidjan. Ces échantillons ont été traités dans le but de déterminer les résidus de 12 POC (Pesticides OrganoChlorés). Les analyses ont été réalisées au GC sur colonne capillaire avec un détecteur à capture d'électrons. Les résultats observés révèlent une contamination du lait caillé et de l'œuf par 5 POC. Ainsi, des charges moyennes en µg/kg des isomères hexachlorocyclohexane (HCH) allant de 0,125 à 0,997 et de 1,870 à 35,907, de l'endosulfan allant de 0,045 à 0,563 et non détecté, de la dieldrine allant de 0,025 à 0,263 et de 5,727 à 69,710 et du Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) et métabolites allant de 0,133 à 0,813 et de 21,105 à 75,22, ont été respectivement déterminées dans le lait caillé et dans l'œuf. La teneur résiduelle moyenne des isomères HCH, des cyclodiènes (dieldrine, et endosulfane) et du DDT et ses métabolites constituent respectivement 40%, 40% et 20% de la moyenne du total des POC mesurés dans le lait caillé et respectivement 20%, 20% et 60% de celle mesurée dans l'œuf.

Mots-clés : pesticides organochlorés, lait caillé, œuf, Côte d'Ivoire.

Abstract

Contamination of the curdled milk and the egg consumed in Ivory Coast by organochlorinated pesticides

This study aims to determine the levels of organochlorinated pesticides (OCPs) in the curdled milk and egg. Thus, 30 samples of curdled milk were purchased and 30 egg samples were collected from three farms in the area of the lagoons. These samples were processed in order to determine the residues 12 OCPs. Analyses were performed by GC capillary column with electron capture detector. The observed results indicate contamination of curdled milk and egg by 5 OCPs.

Thus, average loads in $\mu\text{g}/\text{kg}$ of hexachlorocyclohexane (HCH) isomers ranging from 0.125 to 0.997 and 1.870 to 35.907, endosulfan ranging from 0.045 to 0.563 and undetected, dieldrin ranging from 0.025 to 0.263 and 5.727 to 69.710 and dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and metabolites ranging from 0.133 to 0.813 and 21, 105 to 75.22, respectively, were determined in the curdled milk and egg. The average residual HCH isomers, cyclodiene (dieldrin and endosulfan) and DDT and its metabolites is respectively 40%, 40% and 20% of the average total OCPs measured in curdled milk and respectively 20%, 20 % and 60% of that measured in the bud.

Keywords : *organochlorinated pesticides, curdled milk, egg, Ivory Coast.*

1. Introduction

L'efficacité des pesticides sur un grand nombre d'arthropodes, de rongeurs et de vecteurs pathogènes était si spectaculaire qu'ils furent appliqués très largement et souvent sans discrimination, d'abord dans les pays développés puis ceux dits en développement [1]. En effet, ils ont fortement contribué à l'amélioration et à l'augmentation des rendements agricoles et ont permis un énorme progrès dans la maîtrise des ressources alimentaires [2]. Cependant, ces substances, destinées à détruire les insectes qui attaquent le bétail, les cultures et les récoltes, contaminent ces derniers. Et ici et ailleurs, de nombreuses études ont mis en évidence la présence de plusieurs résidus de différents pesticides dans presque tous les aliments [3,4]. Leur présence dans les aliments de consommation tels les fruits et les légumes frais ou transformés est une source de préoccupation et un sujet très sensible pour la population ; si on considère les effets potentiels de certains de ces produits sur la santé [5]. C'est pour cela que l'utilisation de ces produits a été sévèrement réglementée. Actuellement, certains pesticides sont interdits en Europe et en Amérique du nord depuis plusieurs années, alors qu'ils sont encore d'actualité dans de nombreux pays en développement [6]. C'est le cas de la Côte d'Ivoire où l'endosulfan est encore toléré alors que les matières premières entrant dans la fabrication des produits alimentaires proviennent en grande partie de l'agriculture locale.

Face à cette préoccupante situation, il a été procédé à des analyses chimiques des produits alimentaires, destinés à la consommation locale et à l'exportation, en vue de décider de leur mise sur le marché [4,5]. Aussi, il apparaît justifié de vouloir documenter les bilans de résidus de pesticides dans les aliments et de proposer, le cas échéant, des moyens pour en diminuer les niveaux de contamination. Surtout qu'il est prouvé que des centaines de millions de personnes de par le monde sont atteintes de maladies transmises par des aliments contaminés. Le tribut payé en vies et souffrances humaines est énorme, en particulier chez les nourrissons et les jeunes enfants, les personnes âgées et d'autres groupes vulnérables, ce qui fait peser un lourd fardeau social et économique sur les communautés et sur leurs systèmes de santé [7]. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude qui a pour but d'évaluer l'aspect sanitaire de l'alimentation humaine à travers deux produits à forte consommation en Côte d'Ivoire : le lait caillé et l'œuf. Des enquêtes alimentaires réalisées à Abidjan ont permis de constater que le lait caillé, utilisé au dessert, est l'aliment de substitution chez la plupart des enfants en Côte d'Ivoire au moment de leur sevrage. Quant à l'œuf, il est la protéine animale la plus consommée en accompagnement de la banane fritee (alloko), une nourriture assez prisée par la population ivoirienne, lors des goutes. Ainsi, de façon spécifique, il s'agira pour nous de déterminer qualitativement et quantitativement les résidus de pesticides présents dans nos aliments et de faire une étude comparative entre la concentration de pesticides présents dans nos matrices avec la LMR (Limité Maximale de Résidus). Ce qui permettra d'envisager de réduire le risque lié à la santé humaine dû à la consommation de ces aliments par les populations.

2. Matériel et méthodes

2-1. Support d'étude

Le matériel soumis à notre étude est composé d'échantillons d'œufs et de lait caillé. Le lait caillé a été acheté dans divers supermarchés de la place et les œufs dans les différentes fermes périphériques de la ville. Ainsi, 30 échantillons de lait caillé et 30 échantillons d'œufs ont été collectés. L'ensemble des échantillons a été conservé au froid positif (+ 6°C) jusqu'à l'analyse. Notre contrôle a porté sur les pesticides organochlorés proscrits d'utilisation que des études ont mise en évidence dans de nombreuses matrices étudiées en Côte d'Ivoire [3,4]. Pour ne pas faire une mauvaise publicité aux entreprises productrices des différents aliments analysés, ceux-ci seront identifiés par des lettres.

2-2. Extraction et purification des pesticides

2-2-1. Cas du lait caillé

0,5 mL de chaque échantillon de lait caillé a été prélevé et disposé dans des tubes à centrifuger. Puis, l'on a ajouté 1 mL du mélange d'éthanol et de cyclohexane dans les proportions 1/3 et 2/3. Et l'on Procède à une centrifugation à l'aide d'une centrifugeuse de marque ALRESA de la solution à une température compris entre 17°C à 25°C en 10 minutes pendant 2000 tours. Le surnageant est passé sur un dispositif de micro-colonnes superposées. Puis, on ajoute successivement 10ml de la première solution d'élution qui est le mélange de dichlorométhane et de cyclohexane dans les proportions respectives 1/4 et 3/4 puis 10ml de cyclohexane. Ainsi nous avons extrait environ 90% des résidus recherchés.

2-2-2. Cas des œufs

20g de chaque échantillon du jaune d'œuf a été prélevé. Puis, l'on ajoute 25ml de dichlorométhane à l'échantillon et bien fermé les récipients puis les transportés dans une secoueuse électrique à vitesse moyenne pendant 30 minutes à la température ambiante. Le mélange homogène obtenu est versé dans un système de filtration sous vide. Le filtrat obtenu est versée dans la micro colonne d'extraction. Puis, on ajoute successivement 10ml de la première solution d'élution qui est le mélange de dichlorométhane et de cyclohexane dans les proportions respectives 1/4 et 3/4 puis 10ml de cyclohexane. Les différents éluats obtenus sont évaporés à sec au rotavapor de marque Heidolph WB 2001 à 70°C, les résidus sont alors repris avec de petites quantités de cyclohexane dans une fiole jaugée de 5 ml ou de 10 ml. L'extrait est transvasé dans des viales et est ainsi prêt pour l'analyse chromatographique.

2-3. Analyse chromatographique

Les analyses ont été effectuées sur un chromatographe à gaz (SHIMMADZU GC-14A split splitless) équipé d'un détecteur à capture d'électrons 63 Ni et d'un intégrateur SHIMADZU C-R6A CHROMATOPAC. Les caractéristiques de la colonne capillaire d'analyse sont les suivantes: phase liquide DB-1; diamètre 0,25µm; épaisseur du film = 3 x 0,25 mm; 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 180°C; injecteur à 250°C et le détecteur à 300°C. Le volume de l'échantillon injecté est de 5 µL. Les courbes (chromatogramme) ou les pics de séparation correspondent à la représentation graphique des différents composés séparés lors de l'analyse.

2-4. Traitement statistique

Les résultats issus des analyses font l'objet, avant leur exploitation, de traitement statistique. Dans le cadre de notre travail, nous avons fait usage du logiciel Excel

3. Résultats et discussion

3-1. Etat de contamination du lait caillé et de l'œuf par les résidus de pesticides

Les concentrations moyennes en résidus de pesticides des échantillons de lait caillé (30) et d'œufs (30), exprimées respectivement en $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb) de matière grasse, sont présentées respectivement dans les **Tableaux 1 et 2**. Ces tableaux présentent également par résidus les concentrations minimales et maximales mesurées ainsi que les écarts types. Au total, huit résidus de pesticides organochlorés parmi 12 recherchés ont été détectés dont 5 dans chacun des supports, à savoir : PP' DDT, PP' DDD, PP' DDE, αHCH , βHCH , δHCH (Lindane), Endosulfan et Dieldrine.

Tableau 1 : Concentrations ($\mu\text{g}/\text{L}$) de résidus de pesticides mesurés dans les différents types de lait caillé

Echantillons		Endosulfan	β HCH	α HCH	PP'DDE	Dieldrine
type A	Moyenne	0,563	0,383	0,614	0,716	0,263
	écart-type	0,014	0,004	0,006	0,008	0,005
	Maximum	0,575	0,387	0,619	0,722	0,269
	Minimum	0,548	0,379	0,608	0,707	0,258
type B	Moyenne	0,045	Nd	Nd	0,818	Nd
	écart type	0,003	Nd	Nd	0,006	Nd
	Maximum	0,047	Nd	Nd	0,825	Nd
	Minimum	0,042	Nd	Nd	0,813	Nd
Type C	Moyenne	0,409	0,021	0,105	0,138	0,025
	écart type	0,029	0,003	0,009	0,006	0,004
	Maximum	0,442	0,025	0,112	0,144	0,029

Les résultats de l'analyse des concentrations moyennes montrent que les molécules qui sont : l'endosulfan, PP' DDE, βHCH , αHCH , et la dieldrine ont été décelés dans les échantillons de lait caillé A et C. Par contre, les échantillons de lait caillé B ne contiennent que l'endosulfan et PP' DDE. Il ressort du tableau I que l'endosulfan et le PP'DDE sont présents dans l'ensemble des échantillons de lait caillé. Le lait caillé type B, où deux résidus seulement ont pu être détectés, a la concentration la plus faible en endosulfan (0,046 ppb) et la plus forte en PP'DDE (0,817 ppb). Quant au lait caillé type A, il regorge des concentrations les plus élevées, la concentration des résidus varie de 0,2629 ppb à 0,7156 ppb. La dieldrine trouvée dans les différents échantillons de lait caillé est en très faible concentration et varie de 0 à 0,26 ppb., tandis que le PP'DDE présente les plus fortes concentrations notamment dans les laits caillés type A (0,7156 ppb) et B (0,8176 ppb). Nous notons que les deux résidus de pesticides détectés dans le lait caillé de type B sont présents dans tous les échantillons de lait caillé analysés.

Les résidus trouvés dans le lait caillé après analyse des résultats appartiennent à trois groupes de pesticides de la famille des organochlorés, il s'agit de Hexachlorocyclohexane (HCH) avec 27% (bêta HCH et le alpha HCH), les cyclodiènes avec 32% (endosulfan, dieldrine) et le DDT avec 41% (PP'DDE). La **Figure 1** nous en résume les différentes proportions.

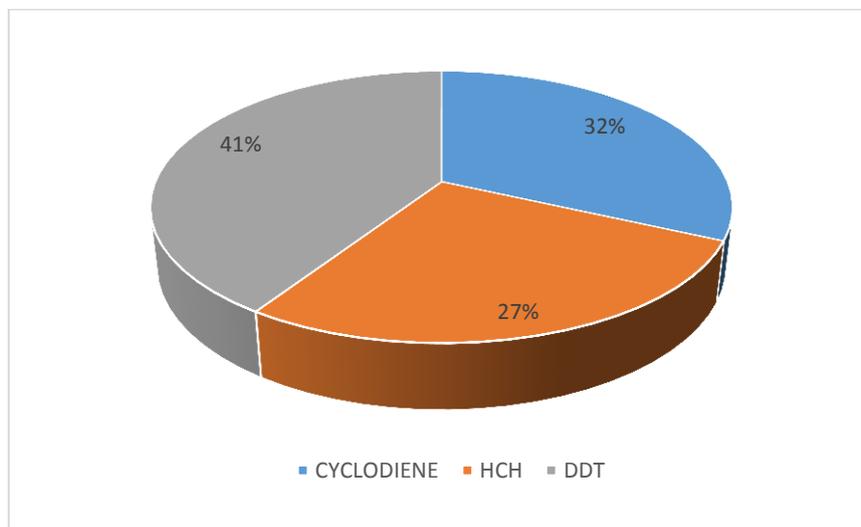


Figure 1 : *Fréquence de groupes de pesticides organochlorés dans le lait caillé*

Nous constatons que les différents échantillons de lait caillé analysés ne referment pas de résidus de DDT et de γ HCH. Ces absences augureraient d'une contamination ancienne. En effet, selon Marchand et Martin [8], il est admis qu'un fort pourcentage de DDT par rapport aux deux métabolites traduit une origine récente ou « fraîche » de ce produit dans le milieu environnant récepteur. A l'inverse, un faible pourcentage en DDT sera significatif, soit d'apports anciens, soit d'apports de produits déjà métabolisés. Il en est de même pour le lindane avec ces métabolites. Et cette contamination ancienne se fait très souvent à partir du sol préalablement polluée par ces molécules. En effet, dans le sol, le DDT dans les conditions aérobies se transforme rapidement et exclusivement en DDE et le γ HCH en ces isomères, notamment en β HCH via α HCH [9]. Ce qui pourrait expliquer la prépondérance de β HCH dans nos échantillons.

Cependant, cette contamination pourrait être aussi récente car chez les mammifères nous avons une métabolisation rapide du DDT en DDE [10,11]. Il en est de même pour γ HCH qui se métabolise essentiellement dans le foie selon quatre réactions enzymatiques: la déshydrochloration en gamma-PCCH, la déchloration en gamma-TCCH et l'hydroxylation en hexachlorocyclohexanol, déshydrogénation en alpha-HCH qui est une voie minoritaire [12,13]. Aussi, la présence du HCH sous forme de β HCH et α HCH dans nos échantillons pourrait être due à une contamination par le HCH technique qui comprend 65-70% d'alpha-HCH, de 7-10% de beta-HCH, de 14-15% de gamma-HCH, et d'environ 10% d'autres isomères et composés [6-13]. Ou encore directement par le β HCH et l' α HCH stockés dans les industriels au moment de la synthèse de HCH enrichi ou le lindane [6]. Que la contamination soit récente ou ancienne, la présence de ces résidus dans ces échantillons est due en grande partie à l'alimentation des animaux contaminés par les résidus de pesticides [9]. Cette contamination se fait aussi par l'administration de bains de tiqueurs aux animaux. En effet, dans le cadre de la lutte contre les ectoparasites, ces pesticides qui sont tous des insecticides pourraient être utilisés par les éleveurs. Les teneurs élevées pourraient s'expliquer ici par les concentrations trop élevées des bains, et la bio accumulation au cours des bains et des broutages successifs.

Aussi, cette contamination du lait caillé pourrait être le fait des intrants tels que le sucre, l'eau qui entrent dans la fabrication du lait caillé.

Tableau 2 : Concentrations ($\mu\text{g/L}$) de résidus de pesticides mesurés dans les différents types d'œufs

Echantillons		Lindane	PP' DDE	PP' DDD	PP' DDT	Dieldrine
Type G	Moyenne	1,870	5,235	10,277	5,593	5,727
	écart type	0,000	1,520	3,132	3,987	2,881
	Maximum	1,870	6,310	12,530	9,500	9,050
	Minimum	1,870	4,160	6,700	1,530	3,940
Type H	Moyenne	9,760	9,213	6,723	3,447	68,400
	écart type	0,982	2,257	1,522	1,876	1,141
	Maximum	10,840	11,410	8,470	5,140	69,710
	Minimum	8,920	6,900	5,680	1,430	67,620
Type I	Moyenne	35,907	49,150	16,317	9,753	37,820
	écart type	16,424	19,818	9,546	4,670	17,652
	Maximum	54,400	63,930	26,630	14,450	55,630
	Minimum	23,020	26,630	7,790	5,110	20,330

Nous observons que sur l'ensemble des échantillons, l'œuf type G renferme les plus faibles concentrations en résidus dont la plus significative est le lindane avec 0,62 ppb. L'œuf de type H est le plus contaminé en dieldrine (68,4 ppb). Et que l'œuf type I reste le plus contaminé en résidus détectés. Les résidus trouvés dans les œufs après analyse des résultats appartiennent à trois groupes de la famille des organochlorés, il s'agit de Hexachlorocyclohexane (HCH) avec 17% (δ HCH), les cyclodiènes avec 41% (dieldrine) et le DDT avec 42% (PP'DDT, PP'DDE et PP'DDD). La **Figure 2** nous en résume les différentes proportions.

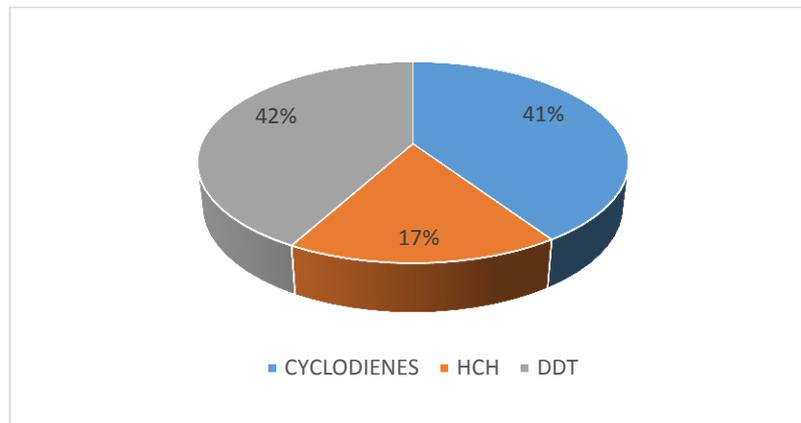


Figure 2 : Proportion des différents groupes de la famille des organochlorés détectés dans l'œuf

Parmi ces pesticides, figurent le DDT et ses métabolites, ainsi que la dieldrine et le lindane, qui ne sont pas homologués en Côte d'Ivoire [14]. Cela pourrait dénoter de l'ignorance ou la négligence des bonnes pratiques agricoles d'une part, et d'autre part, de la non maîtrise de la distribution de ces produits par les autorités compétentes. Et la présence exclusive du γ HCH chez les HCH et des ratios DDE sur \sum DDT généralement inférieurs à 0,50 sauf chez l'œuf de type I, indiquent une contamination récente des œufs des poulets [8]. Cette situation serait liée à la contamination préalable des aliments des poulets.

En Côte d'Ivoire, l'alimentation des poulets est en grande partie constituée de maïs, de coquillages, de la farine de poisson ou tourteau de coton qui est une culture de rente. Et des études réalisées par des chercheurs ont montré que certains de ces éléments constitutifs de l'aliment des poulets sont contaminés par les pesticides [15-17]. Par ailleurs une enquête a permis de constater que le taux de contamination est sujet au mode d'approvisionnement et de fabrication des aliments. La structure G (œuf G) se ravitaille en Côte d'Ivoire au près des grossistes généralement situés au marché Abobo, fabrique et alimente eux même les poulets. L'œuf G présente les plus faibles concentrations en résidus avec une concentration moyenne de 4,848 ppb. La fabrication de l'aliment est précédée d'une fermentation des grains de maïs pour favoriser une quantité importante d'enzymes. La structure H (œuf H) qui eux ont des plantations suivent de la semence jusqu'à la récolte, produisent et alimente les poulets vient en deuxième position avec une concentration moyenne de 19,51 ppb. Pour la fabrication de l'aliment, le maïs n'a pas suivi de traitement. L'œuf I de la structure I, celle-ci se consacre à livrer les aliments qu'elle a fabriqué par la méthode classique que celle de la structure H. le maïs provient de partout. Cette structure présente des œufs les plus contaminés, avec une concentration moyenne de 29,83 ppb.

3-2. Étude comparative entre le taux de pesticides présents dans le avec La LMR

L'état de la qualité de nos échantillons a été examiné au regard de la nature des résidus trouvés et des seuils admissible par l'UE en matière de résidus de pesticides dans les aliments. Nos résultats en ppb sont convertis en ppm.

3-2-1. Cas des œufs

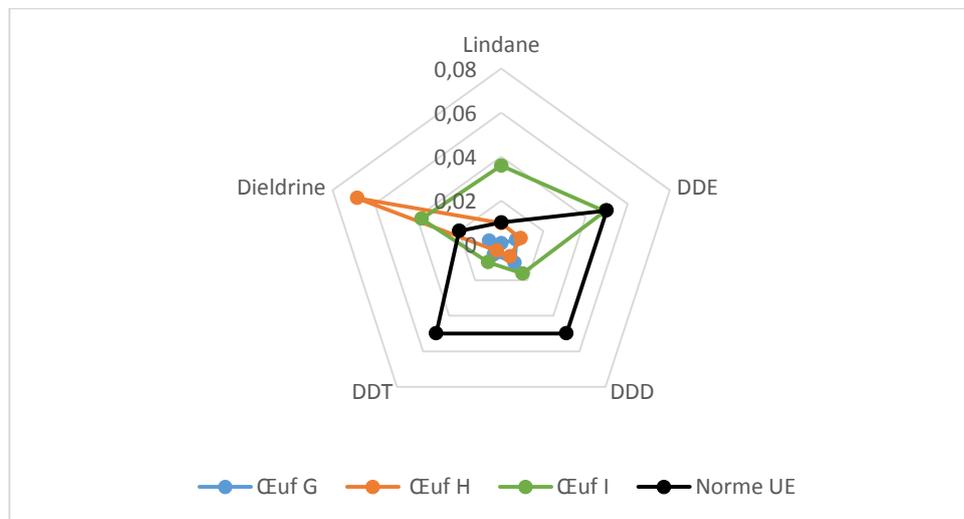


Figure 3 : comparaison des normes (LMR UE) et la moyenne des résidus de pesticides dans les œufs

Les taux moyens de résidus identifiés dans les échantillons de l'œuf sont largement inférieurs à la LMR et donc acceptable pour la consommation, exception faite pour la dieldrine présente dans l'œuf I (0,037ppm), l'œuf H (0,068 ppm) et le lindane dans l'œuf I (0,0359 ppm) qui dépassent la norme en vigueur. Le DDE (0,049 ppm) présent dans l'œuf I a une concentration similaire au seuil établi par l'UE. Malgré le non dépassement de la LMR pour la plupart des résidus, ces œufs produits en Côte d'Ivoire ne peuvent pas faire l'objet de commercialisation sur le marché de l'Union Européenne. Cela parce que dans ce territoire, la présence de certains résidus détectés tel que la Dieldrine est proscrite dans les aliments [18].

Cette substance est assez préoccupante dans la mesure où des données établissant un lien potentiel entre l'exposition à la dieldrine et le développement de cancer sont disponibles [19,20].

3-2-2. Cas du lait caillé

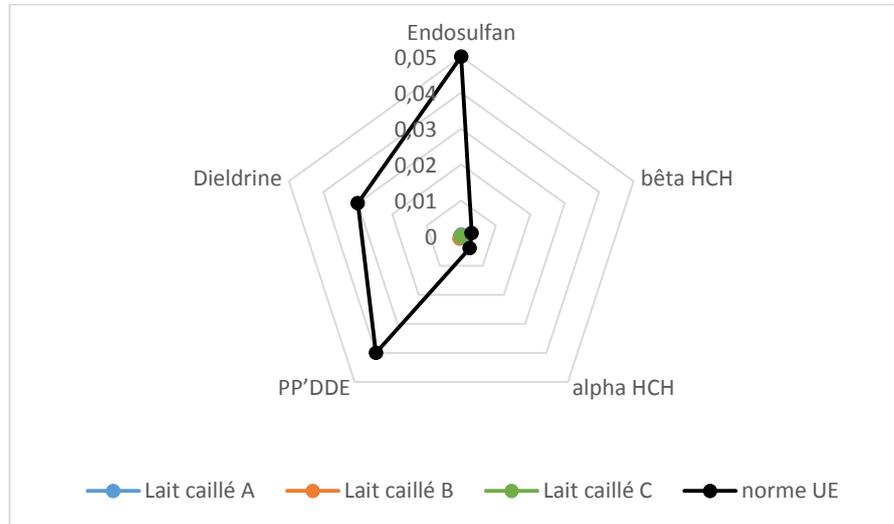


Figure 4 : comparaison des normes (LMR UE) et la moyenne des résidus de pesticides dans le lait caillé

Les teneurs faibles décelées dans le lait caillé sont largement inférieures à la limite établit par l'UE. Pour l'ensemble des échantillons, la concentration des résidus de pesticides détectés même inférieurs à la LMR établit par l'UE doit nous interpeller, en effet la présence des polluants organiques dans les fluides biologiques de l'homme [21], maillon final de la chaîne trophique est inquiétante pour le devenir de la santé humaine, leur consommation ne présente pas à première vue de risques majeurs de santé. Cependant, il pourrait présenter à long terme des risques à cause de leur pouvoir cumulatif et entraîner des maladies : immunodéficience, déficits neurologiques, troubles de la reproduction, anomalies du comportement et la cancérogenèse [4,22]. Et chez les enfants, ces concentrations même faibles auraient d'énormes conséquences [4].

4. Conclusion

L'analyse du lait caillé et de l'œuf ont permis de déterminer leurs niveaux de contamination par les pesticides organochlorés. La présence des composés organochlorés est incontestablement la conséquence de l'usage de ces matières actives en agriculture et en santé publique dans le cadre de la lutte contre les vecteurs de maladies. Ces pesticides organochlorés présents dans les échantillons appartiennent aux groupes du DDT, du HCH et des cyclodiènes. Ainsi, notre alimentation est contaminée par des résidus de pesticides, même s'ils sont en générale inférieurs à la LMR établit par l'UE et donc acceptable, doit nous interpeller car les résidus de pesticides mis en évidence sont pour la plupart proscrits d'utilisation à cause du danger qu'ils font encourir. Ces résidus de pesticides identifiés dans les différents échantillons peuvent à long terme, à cause de leur tendance à la bioaccumulation, présenter des effets toxiques à des degrés divers sur les maillons supérieurs de la chaîne trophique.

Références

- [1] - M. L. BOUGUERRA et B. PHILOGENE, Éditions scientifiques, techniques et médicales (ESTEM). Paris, (1994) 35-66.
- [2] - G. RIBA et CH. SILVY, *INRA, Station de Recherche de lutte biologique, La Minière, 78280 Guyancourt*, (1989) 20-21.
- [3] - K. S. TRAORE, A. G. S. EHOUMAN, K. MAMADOU, A. DEMBELE, P. MAZELLIER, B. LEGUBE, A. KAMENAN et P. HOUENOU, *European Journal of Scientific Research*, 18 (4) (2007) 584.
- [4] - K. S. TRAORE, A. DEMBELE, K. MAMADOU, V. MAMBO, P. LAFRANCE, Y-A. BEKRO et P. HOUENOU, *Afrique Science*, 04 (1) (2008) 87-98.
- [5] - M. L. SCIPPO ET R. G. MAGHUIN, *Annale de médecine vétérinaire*, 151 (1) (2007) 44-54.
- [6] - B. FABRE, E. ROTH et V. HEINTZ, Université de Haute Alsace — ADEME (2005) 1-126.
- [7] - WHO/SDE/PHE/FOS/99.4. (1999).
- [8] - M. MARCHAND et J-L. MARTIN, *Océanogr. Trop.* 20 (1) (1985) 25-39.
- [9] - L. JUC, 2007, Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard - Lyon 1, Lyon, France, N°226 (2007) 1-184.
- [10] - C. R. AMODIO and A. ARNESE, *Bull. Env. Contam. Toxicol.*, 40 (1988) 233-239.
- [11] - L. J. BLUS, C. J. HENNY and C. J. STAFFORD, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 16 (1987) 467-476.
- [12] - INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY (IPCS), Environmental Health Criteria 124, (1991) www.inchem.org.
- [13] - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA), *EPA 440/5-80-054*, (1980).
- [14] - DQPV, Index phytosanitaire, Snchim-Edition, (2000) 1- 354.
- [15] - K. S. TRAORE, K. MAMADOU, A. DEMBELE, P. LAFRANCE et P. HOUENOU, *Journal de la Société Ouest Africaine de Chimie*, 16 (2003) 137-152.
- [16] - M. T. GUEYE, D. SECK, J. P. WATHELET et G. LOGNAY, *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 15(1) (2011) 183-194.
- [17] - ITA, *Bulletin de vulgarisation de la recherche et du développement agro-alimentaire au Sénégal*, (03) (2008) 1-6
- [18] - S. G. A. EHOUMAN, K. S. TRAORE, D. L. KOUADIO, K. MAMADOU, A. DEMBELE, A. KAMENAN et P. HOUENOU, *European Journal of Scientific Research*, 90 (3) (2012) 386-397.
- [19] - J. DORGAN, J. W. BROCK, N. ROTHMAN, L. NEEDHAM, R. MILLER, H. STEPHENSON, N. SCHUSSLER and P. R. TAYLOR, *Cancer Causes Control*, 10 (1) (1999) 1-11.
- [20] - A. HOYER, T. JORGENSEN, J. BROCK and P. GRANDJEAN, *Journal of Clinical Epidemiology*, 53(3) (2000) 323-330.
- [21] - K. S. TRAORE, K. MAMADOU, A. DEMBELE, P. LAFRANCE, O. BANTON, et P. HOUENOU, *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 13 (2002) 99-109.
- [22] - N. KABA, CRO, Note, Abidjan, (1987).