



N°

Année : 2017 – 2018

THESE

Présentée en vue de l'obtention du

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Par

LOBA AGOA SEBASTIEN

**CONTAMINATION DU LAIT MATERNEL PAR LES POLLUANTS
ORGANIQUES PERSISTANTS A ABIDJAN COTE D'IVOIRE**

Soutenue publiquement le

COMPOSITION DU JURY :

Président	: Monsieur KOUADIO KOUAKOU LUC , Professeur Titulaire
Directeur de thèse	: Monsieur DANO DJEDJE SEBASTIEN , Professeur Titulaire
Assesseurs	: Monsieur AMIN N'CHO CHRISTOPHE , Maître de conférences agrégé
	: Monsieur MANDA PIERRE , Maître de conférences agrégé

***ADMINISTRATION ET PERSONNEL
ENSEIGNANT DE L'UFR SCIENCES
PHARMACEUTIQUES ET
BIOLOGIQUES***

I. HONORARIAT

Directeurs/Doyens Honoraires :	Professeur RAMBAUD André
	Professeur FOURASTE Isabelle
	Professeur BAMBA Moriféré
	Professeur YAPO Abbé †
	Professeur MALAN Kla Anglade
	Professeur KONE Moussa †
	Professeur ATINDEHOU Eugène

II. ADMINISTRATION

Directeur	Professeur KONE-BAMBA Diénéba
Sous-Directeur Chargé de la Pédagogie	Professeur IRIE-N'GUESSAN Amenan
Sous-Directeur Chargé de la Recherche	Professeur Ag DEMBELE Bamory
Secrétaire Principal	Madame NADO-AKPRO Marie Josette
Documentaliste	Monsieur N'GNIMMIEN Koffi Lambert
Intendant	Monsieur GAHE Alphonse
Responsable de la Scolarité	Madame DJEDJE Yolande

III. PERSONNEL ENSEIGNANT PERMANENT

1- PROFESSEURS TITULAIRES

M. ABROGOUA Danho Pascal	Pharmacie Clinique
Mmes AKE Michèle	Chimie Analytique, Bromatologie
ATTOUNGBRE HAUHOUOT M.L.	Biochimie et Biologie Moléculaire
MM. DANO Djédjé Sébastien	Toxicologie
GBASSI K. Gildas	Chimie, Physique Générale

	INWOLEY Kokou André	Immunologie
Mme	KONE BAMBA Diéneba	Pharmacognosie
M.	KOUADIO Kouakou Luc	Hydrologie, Santé Publique
Mme	KOUAKOU-SIRANSY Gisèle	Pharmacologie
MM.	MALAN Kla Anglade	Chimie Analytique., Contrôle de Qualité
	MENAN Eby Ignace	Parasitologie - Mycologie
	MONNET Dagui	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme	SAWADOGO Duni	Hématologie
M.	YAVO William	Parasitologie – Mycologie

2- MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

M.	AHIBOH Hugues	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme	AKE-EDJEME N'guessan Angèle	Biochimie et Biologie Moléculaire
MM.	AMARI Antoine Serge G.	Législation
	AMIN N'Cho Christophe	Chimie Analytique
	BONY François Nicaise	Chimie Analytique
	DALLY Laba Ismael	Pharmacie Galénique
	DEMBELE Bamory	Immunologie
	DJOHAN Vincent	Parasitologie –Mycologie
	MANDA Pierre	Toxicologie
	KASSI Kondo Fulgence	Parasitologie - Mycologie
	YAYO Sagou Eric	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme	IRIE-N'GUESSAN Amenan	Pharmacologie
	KOUAKOU-SACKOU Julie	Santé Publique
	SANGARE TIGORI Béatrice	Toxicologie
	DIAKITE Aissata	Toxicologie
	FOFIE N'Guessan Bra Yvette	Pharmacognosie

	BARRO KIKI Pulchérie	Parasitologie - Mycologie
MM.	KOUASSI Dinard	Hématologie
	LOUKOU Yao Guillaume	Bactériologie-Virologie
	KOFFI Angely Armand	Pharmacie Galénique
	OGA Agbaya Stéphane	Santé Publique et Economie de la Santé
	OUASSA Timothée	Bactériologie-Virologie
	OUATTARA Mahama	Chimie Organique, Chimie Thérapeutique
	YAPI Ange Désiré	Chimie Organique, Chimie Thérapeutique
	ZINZENDORF Nanga Yessé	Bactériologie-Virologie

3- MAITRES ASSISTANTS

MM.	ADJAMBRI Adia Eusebé	Hématologie
	ADJOUNGOUA Attoli Léopold	Pharmacognosie
Mmes	ABOLI-AFFI Mihessé Roseline	Immunologie
	AKA ANY-GRAH Armelle Adjoua S.	Pharmacie Galénique
	ALLA-HOUNSA Annita Emeline	Santé Publique
M.	ANGORA Kpongbo Etienne	Parasitologie - Mycologie
Mmes	AYE-YAYO Mireille	Hématologie
	BAMBA-SANGARE Mahawa	Biologie Générale
	BLAO-N'GUESSAN Amoin Rebecca J.	Hématologie
MM.	CABLAN Mian N'Dédey Asher	Bactériologie-Virologie
	CLAON Jean Stéphane	Santé Publique
	DONOU-N'DRAMAN Aha Emma	Hématologie
M.	EFFO Kouakou Etienne	Pharmacologie
MM.	KABRAN Tano Kouadio Mathieu	Immunologie
Mme	KONAN-ATTIA Akissi Régine	Santé Publique

M.	KONAN Konan Jean Louis	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mmes	KONATE Abibatou	Parasitologie-Mycologie
M.	KOUAME Dénis Rodrigue	Immunologie
Mme	KOUASSI-AGBESSI Thérèse	Bactériologie-Virologie
MM.	KPAIBE Sawa André Philippe	Chimie Analytique
	N'GUESSAN Alain	Pharmacie Galénique
Mme	VANGA ABO Henriette	Parasitologie-Mycologie

4- ASSISTANTS

MM.	ADIKO Aimé Cézaire	Immunologie
	AMICHIA Attoumou Magloire	Pharmacologie
Mmes	AKOUBET-OUAYOGODE Aminata	Pharmacognosie
	ALLOUKOU-BOKA Paule-Mireille	Législation
	APETE Sandrine	Bactériologie-Virologie
	BEDIAKON-GOKPEYA Mariette	Santé Publique
MM.	BROU Amani Germain	Chimie Analytique
	BROU N'Guessan Aimé	Pharmacie clinique
	COULIBALY Songuigama	Chimie organique, chimie Thérapeutique
	DJADJI Ayoman Thierry Lenoir	Pharmacologie
	DJATCHI Richmond Anderson	Bactériologie-Virologie
Mmes	DOTIA Tiepordan Agathe	Bactériologie-Virologie
	KABLAN-KASSI Hermance	Hématologie
MM.	KACOU Alain	Chimie Organique, Chimie Thérapeutique
	KAMENAN Boua Alexis Thierry	Pharmacologie
	KOFFI Kouamé	Santé Publique
	KONAN Jean Fréjus	Biophysique
Mme	KONE Fatoumata	Biochimie et Biologie Moléculaire

MM.	KOUAHO Avi Kadio Tanguy	Chimie Organique, Chimie Thérapeutique
	KOUAKOU Sylvain Landry	Pharmacologie
	KOUAME Jérôme	Santé Publique
Mme	KRIZO Gouhonon Anne-Aymonde	Bactériologie-Virologie
MM.	LATHRO Joseph Serge	Bactériologie-Virologie
	MIEZAN Jean Sébastien	Parasitologie-Mycologie
	N'GBE Jean Verdier	Toxicologie
	N'GUESSAN Déto Ursul Jean-Paul	Chimie Organique, Chimie Thérapeutique
Mmes	N'GUESSAN Kakwokpo Clémence	Pharmacie Galénique
	N'GUESSAN-AMONKOU Anne Cynthia	Législation
	ODOH Alida Edwige	Pharmacognosie
	SIBLI-KOFFI Akissi Joëlle	Biochimie et Biologie moléculaire
	SICA-DIAKITE Amelanh	Chimie Organique, Chimie Thérapeutique
	TANOH-BEDIA Valérie	Parasitologie-Mycologie
M.	TRE Eric Serge	Chimie Analytique
Mme	TUO Awa	Pharmacie Galénique
M.	YAPO Assi Vincent De Paul	Biologie Générale
Mme	YAPO-YAO Carine Mireille	Biochimie

5- CHARGEES DE RECHERCHE

Mmes	ADIKO N'dri Marcelline	Pharmacognosie
	OUATTARA N'gnôh Djénéba	Santé Publique

6- ATTACHE DE RECHERCHE

M.	LIA Gnahoré José Arthur	Pharmacie Galénique
----	-------------------------	---------------------

7- IN MEMORIUM

Feu KONE Moussa	Professeur Titulaire
Feu YAPO Abbé Etienne	Professeur Titulaire
Feu OUATTARA Lassina	Professeur Titulaire
Feu COMOIE Léopold	Maître de Conférences Agrégé
Feu POLNEAU-VALLEE Sandrine	Maître de conférences Agrégé
Feu GUEU Kaman	Maître-Assistant
Feu ALLADOUM Nambelbaye	Assistant
Feu COULIBALY Sabali	Assistant
Feu TRAORE Moussa	Assistant
Feu YAPO Achou Pascal	Assistant

IV. ENSEIGNANTS VACATAIRES**1- PROFESSEURS**

MM. DIAINE Charles	Biophysique
OYETOLA Samuel	Chimie Minérale

2- MAITRES DE CONFERENCES

MM. KOUAKOU Tanoh Hilaire	Botanique et Cryptogamie
YAO N'Dri Athanase	Pathologie Médicale

3- MAITRE-ASSISTANT

M. KONKON N'Dri Gilles	Botanique, Cryptogamie
------------------------	------------------------

4- NON UNIVERSITAIRES

MM.	AHOUSI Daniel Ferdinand	Secourisme
	COULIBALY Gon	Activité sportive
	DEMPAH Anoh Joseph	Zoologie
	GOUEPO Evariste	Techniques officinales
	Mme KEI-BOGUINARD Isabelle	Gestion-Comptabilité
MM	KOFFI ALEXIS	Anglais
	KOUA Amian	Hygiène
	KOUASSI Ambroise	Management
	N'GOZAN Marc	Secourisme
	KONAN Kouacou	Diététique
	Mme PAYNE Marie	Santé Publique

***COMPOSITION DES
DEPARTEMENTS DE L'UFR
SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET
BIOLOGIQUES***

I. BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

Professeur	LOUKOU Yao Guillaume	Maître de Conférences Agrégé Chef de Département
Professeurs	OUASSA Timothée	Maître de Conférences Agrégé
	ZINZENDORF Nanga Yessé	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	CABLAN Mian N'Dédey Asher	Maître-Assistant
	KOUASSI AGBESSI Thérèse	Maître-Assistante
	APETE Sandrine	Assistante
	DJATCHI Richmond Anderson	Assistant
	DOTIA Tiepordan Agathe	Assistante
	KRIZO Gouhonon Anne-Aymonde	Assistante
	LATHRO Joseph Serge	Assistant

II. BIOCHIMIE, BIOLOGIE MOLECULAIRE, BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION ET PATHOLOGIE MEDICALE

Professeur	MONNET Dagui	Professeur Titulaire Chef de Département
Professeurs	HAUHOUOT ép. ATTOUNGBRE M.L.	Professeur Titulaire
	AHIBOH Hugues	Maître de Conférences Agrégé
	AKE-EDJEME N'Guessan Angèle	Maître de Conférences Agrégé
	YAYO Sagou Eric	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	KONAN Konan Jean Louis	Maître-Assistant
	KONE Fatoumata	Assistante
	SIBLI-KOFFI Akissi Joëlle	Assistante
	YAPO-YAO Carine Mireille	Assistante

III. BIOLOGIE GENERALE, HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Professeur	SAWADOGO Duni	Professeur Titulaire Chef de Département
Professeurs	INWOLEY Kokou André	Professeur Titulaire
	DEMBELE Bamory	Maître de Conférences Agrégé
	KOUASSI Dinard	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	ABOLI-AFFI Mihessé Roseline	Maître-Assistante
	ADJAMBRI Adia Eusèbe	Maître-Assistant
	AYE-YAYO Mireille	Maître-Assistante
	BAMBA-SANGARE Mahawa	Maître-Assistante
	DONOU-N'DRAMAN Aha Emma	Maître-Assistante
	KABRAN Tano K. Mathieu	Maître-Assistant
	KOUAME Denis Rodrigue	Maître-Assistant
	N'GUESSAN-BLAO A. Rebecca S.	Maître-Assistante
	ADIKO Aimé Cézaire	Assistant
	KABLAN-KASSI Hermance	Assistante
	YAPO Assi Vincent De Paul	Assistant

IV. CHIMIE ANALYTIQUE, CHIMIE MINERALE ET GENERALE, TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

Professeur	MALAN Kla Anglade	Professeur Titulaire Chef de Département
Professeurs	AKE Michèle	Professeur Titulaire
	GBASSI Komenan Gildas	Professeur Titulaire
	AMIN N'Cho Christophe	Maître de Conférences Agrégé
	BONY Nicaise François	Maître de Conférences Agrégé
	KPAIBE Sawa André Philippe	Maître-Assistant
Docteurs	BROU Amani Germain	Assistant
	TRE Eric Serge	Assistant

V. CHIMIE ORGANIQUE ET CHIMIE THERAPEUTIQUE

Professeur	OUATTARA Mahama	Maître de Conférences Agrégé
		Chef de Département
Professeur	YAPI Ange Désiré	Maître de Conférences Agrégé
Docteur	COULIBALY Songuigama	Assistant
	KACOU Alain	Assistant
	KOUAHO Avi Kadio Tanguy	Assistant
	N'GUESSAN Déto Ursul Jean-Paul	Assistant
	SICA-DIAKITE Amelanh	Assistante

VI. PARASITOLOGIE, MYCOLOGIE, BIOLOGIE ANIMALE ET ZOOLOGIE

Professeur	MENAN Eby Ignace H.	Professeur Titulaire
		Chef de Département
Professeurs	YAVO William	Professeur Titulaire
	DJOHAN Vincent	Maître de Conférences Agrégé
	KASSI Kondo Fulgence	Maître de Conférences Agrégé
	BARRO KIKI Pulchérie	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	ANGORA Kpongbo Etienne	Maître-Assistant
	KONATE Abibatou	Maître-Assistante
	VANGA ABO Henriette	Maître-Assistante
	MIEZAN Jean Sébastien	Assistant
	TANOI-BEDIA Valérie	Assistante

VII. PHARMACIE GALENIQUE, BIOPHARMACIE, COSMETOLOGIE, GESTION ET LEGISLATION PHARMACEUTIQUE

Professeur	KOFFI Armand A.	Maître de Conférences Agrégé
		Chef de Département
Professeurs	AMARI Antoine Serge G.	Maître de Conférences Agrégé
	DALLY Laba Ismaël	Maître de Conférences Agrégé

Docteurs	AKA ANY-GRAH Armelle A.S.	Maître-Assistante
	N'GUESSAN Alain	Maître-Assistant
	ALLOUKOU-BOKA P.-Mireille	Assistante
	LIA Gnahoré José Arthur	Attaché de recherche
	NGUESSAN Kakwokpo Clémence	Assistante
	N'GUESSAN-AMONKOU A. Cynthia	Assistante
	TUO Awa	Assistante

VIII. PHARMACOGNOSIE, BOTANIQUE, BIOLOGIE VEGETALE, CRYPTOLOGAMIE

Professeur	KONE BAMBA Diénéba	Professeur Titulaire
		Chef de Département
	FOFIE N'Guessan Bra Yvette	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	ADJOUGOUA Attoli Léopold	Maître-Assistant
	ADIKO N'dri Marcelline	Chargée de recherche
	AKOUBET-OUAYOGODE Aminata	Assistante
	ODOH Alida Edwige	Assistante

IX. PHARMACOLOGIE, PHARMACIE CLINIQUE ET THERAPEUTIQUE ET PHYSIOLOGIE HUMAINE

Professeur	ABROGOUA Danho Pascal	Professeur Titulaire
		Chef de Département
Professeurs	KOUAKOU SIRANSY N'doua G.	Professeur Titulaire
	IRIE N'GUESSAN Amenan G.	Maître de Conférences Agrégé
	EFFO Kouakou Etienne	Maitre-Assistant
Docteurs	AMICHIA Attoumou M.	Assistant
	BROU N'Guessan Aimé	Assistant
	DJADJI Ayoman Thierry Lenoir	Assistant
	KAMENAN Boua Alexis	Assistant
	KOUAKOU Sylvain Landry	Assistant

**X. PHYSIQUE, BIOPHYSIQUE, MATHEMATIQUES, STATISTIQUES
ET INFORMATIQUE**

Professeur	GBASSI Komenan Gildas	Professeur Titulaire
		Chef de Département
Docteur	KONAN Jean-Fréjus	Assistant

XI. SANTE PUBLIQUE, HYDROLOGIE ET TOXICOLOGIE

Professeur	KOUADIO Kouakou Luc	Professeur Titulaire
		Chef de département
Professeurs	DANO Djédjé Sébastien	Professeur Titulaire
	OGA Agbaya Stéphane	Maître de Conférences Agrégé
	KOUAKOU-SACKOU J.	Maître de Conférences Agrégé
	SANGARE-TIGORI B.	Maître de Conférences Agrégé
	MANDA Pierre	Maître de Conférences Agrégé
	DIAKITE Aissata	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	CLAON Jean Stéphane	Maître-Assistant
	HOUNSA-ALLA Annita Emeline	Maître-Assistante
	KONAN-ATTIA Akissi Régine	Maître-Assistante
	OUATTARA N'gnôh Djénéba	Chargée de Recherche
	BEDIAKON-GOKPEYA Mariette	Assistante
	KOFFI Kouamé	Assistant
	KOUAME Jérôme	Assistant
	NGBE Jean Verdier	Assistant

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

A DIEU, LE TOUT PUISSANT LE ROI DES ROIS LE TOUT MISERICORDIEUX,

*MAITRE SUPREME DE L'UNIVERS DIEU TOUT-PUISSANT. JE SUIS L'EXPRESSION DE
SON AMOUR. A LUI SOIENT LA GLOIRE ET L'HONNEUR.*

*Psaumes ch 32 V 8 : “je t'instruirai et je montrerai la voie que tu dois suivre; je te
conseillerai, j'aurai le regard sur toi”*

A MON CHER PERE LOBA LOBA

Que la grâce soit rendue à Dieu de m'avoir donné un père de ton rang, affectueux, généreux, attentionné, toujours soucieux du bien-être de ses enfants.

Merci de m'avoir inculqué depuis le bas âge cet esprit de battant qui m'a aidé à relever de nombreux défis pour être ce que je suis aujourd'hui. J'ai l'honneur de te montrer toute ma gratitude et mon énorme respect à ton égard.

Que le tout puissant te maintienne encore longtemps parmi nous dans la santé, la joie, la cohésion, l'amour.

A MA CHERE MERE OKOUE BYA PAULETTE EPSE LOBA

Ce travail est pour moi le moyen d'essuyer tes larmes, que Dieu te le rende aux centuples tes efforts.

Merci pour ton soutien moral, tes encouragements, tes conseils, ta confiance sans faille, tes sacrifices et pour les valeurs que tu m'as transmises.

Je ne pourrai jamais assez te remercier.

A MES FRERES ET SŒURS

Merci d'avoir prié pour moi et d'avoir été si aimable avec moi.

Je vous serai gré d'accepter cette thèse comme le témoignage de mon affection.

A MA FUTURE EPOUSE, KOUASSI AKISSI JULIE NATHALIE

Merci pour tout le soutien que tu m'apportes. Puisse notre Seigneur nous conduire sur le droit chemin et nous apporter dans notre union beaucoup de bonheur.

A Mon fils, LOBA AGOA BENI MARC AVIEL

Mon petit ange, tu es ma joie et mon plus grand bonheur.

Aux Docteurs

NGBE Jean Verdier

ADEPO Aholia Jean-Baptiste

Je vous remercie pour votre disponibilité et votre grande compréhension.

Je vous dédie ce travail qui n'aurait sans doute pas pu être réalisé sans vous.

MERCI BEAUCOUP

A TOUT LE PERSONNEL DE LA PHARMACIE DES ALLEES

A TOUT LE PERSONNEL DE LA PHARMACIE PROVIDANCE

Merci pour votre soutien indéfectible. Que DIEU vous bénisse.

REMERCIEMENT

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect et la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que je voudrais remercier :

-MES FRERES ET SŒURS,

LOBA SOBI ROSINE EPSE IBO

LOBA AKA ARSENE

LOBA BAPOU NADEGE EPSE KOUAME

LOBA BINDE FERNAND

Dr LOBA N'SOU CHRISTIANE EPSE MEA

AKRE BINDE ANTOINE

AKRE SOLANGE

Je vous remercie pour vos soutiens pendant toutes ces années.

-TOUS MES AMIS DE LA FACULTE DE PHARMACIE

-TOUS CEUX AVEC QUI J'AI COLLABORÉ,

Merci pour votre soutien moral, financier et spirituel.

Et je notifie mon plus profond respect et mon incommensurable reconnaissance :

A TOUS MES FRERES ET SŒURS DANS LA FOI

A TOUS MES MAITRES DE LA FACULTE DE PHARMACIE

A NOTRE CHER MAITRE LE Pr Titulaire DANO Djédjé Sébastien

Merci pour votre soutien

Que DIEU bénisse tous vos projets et ambitions.

QUE DIEU VOUS BENISSE !!!

AU PROFESSEUR MANDA PIERRE

Que Dieu vous bénisse avec toute votre famille et qu'il se souvienne de vous.

A tous les enseignants de l'UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques

Merci à vous de nous avoir transmis vos connaissances

A la promotion 33^{ème} (P7E)

Quelle chance que notre seigneur m'a accordée en me donnant une si Belle Promotion. Que DIEU trace pour nous les sillons d'un lendemain meilleur. Vous êtes formidables.

A tous les étudiants de l'UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques,

Merci pour nos relations qui ont toujours été cordiales et à l'ADEPHARM, notre association.

Au personnel administratif et technique de l'UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques,

Je vous témoigne de ma reconnaissance et de celle de tous les étudiants de cette UFR pour votre grande contribution à notre formation.

A tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont soutenus,

Recevez nos remerciements.

A NOS MAITRES ET JUGES

NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE JURY

Monsieur le Professeur KOUADIO KOUAKOU LUC

- *Professeur Titulaire d'Hydrologie et de Santé Publique à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques ;*
- *Chef du laboratoire d'hygiène et du service de contrôle des eaux de l'Institut National d'Hygiène Publique ;*
- *Responsable du Master d'homéopathie à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques ;*
- *Responsable de Master d'Hygiène Alimentaire à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques ;*
- *Responsable du Master Professionnel de la Santé Publique à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques.*
- *Président du conseil pédagogique de l'Université Félix Houphouët Boigny*

Cher Maître,

Nous sommes très heureux de l'honneur que vous avez fait en acceptant de présider le jury de cette thèse. Nous sommes fiers de nous compter parmi vos élèves. Votre abord facile, votre esprit d'ouverture, votre rigueur scientifique et votre abnégation, associés à votre qualité de Maître formateur font de vous un modèle à suivre.

Veuillez accepter, cher Maître, nos remerciements pour la qualité de l'enseignement tout au long de ce travail. Que Dieu vous garde encore longtemps.

A NOTRE MAITRE ET DIRECTEUR DE THESE

Monsieur le Professeur DANO DJEDJE SEBASTIEN

- *Professeur titulaire de toxicologie à l'UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université Félix Houphouët Boigny,*
- *Chef du Laboratoire de toxicologie et d'hygiène agro-industrielle de l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques,*
- *Président de l'Association des Toxicologues Africains (ATA)*
- *Président fondateur de la Société Ivoirienne de Toxicologie (SITOX-CI)*
- *Membre de la Société Française de Toxicologie (SFT)*
- *Membre de la Société Française de Toxicologie Analytique (SFTA)*
- *Membre de l'Association pour la Recherche en Toxicologie (ARET)*
- *Expert Toxicologue près la cour d'Appel d'Abidjan,*
- *Officier dans l'ordre national de Cote d'Ivoire,*
- *Commandeur dans l'ordre du mérite agricole,*
- *Commandeur dans l'ordre du mérite de l'éducation nationale et de la recherche scientifique,*
- *Commandeur dans l'ordre du mérite de la solidarité*

Cher maître,

Vous nous avez permis de réaliser ce travail passionnant, soyez en remercié.

Tout au long de cette thèse nous avons pu apprécier non seulement votre ardeur au travail, mais aussi votre disponibilité, votre simplicité et votre bienveillance.

Vous nous avez donné le goût de la galénique et l'envie de faire de la recherche.

Nous vous remercions infiniment de nous avoir fait confiance pour la réalisation de cette thèse et de nous avoir si bien encouragée et soutenue.

Que ce travail témoigne de toute notre gratitude et de notre profond respect.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Monsieur le professeur AMIN N'CHO CHRISTOPHE

- *Maître de Conférences Agrégé en Chimie Analytique, Bromatologie à l'Université Félix Houphouët-Boigny*
- *Chef de service adjoint du laboratoire d'hygiène à l'Institut National d'Hygiène publique*
- *Ancien Interne des Hôpitaux d'Abidjan*
- *Docteur en pharmacie diplômé de l'Université de Cocody*
- *Docteur des sciences pharmaceutiques et biologiques de l'Université de Montpellier 1*
- *Titulaire du DESS option Contrôle Qualité des médicaments, aliments et produits cosmétiques, du DEA en conception, réalisation, valorisation du médicament issu de la pharmacopée africaine option Chimie Analytique, du DEA option Chimie des matériaux, du CES de biochimie clinique, du CES d'hématologie-biologie, du CES d'immunologie générale et médicale, de la Maîtrise professionnalisée option santé publique de l'Université Félix Houphouët-Boigny*
- *Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie (SOACHIM) et de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI)*

Cher Maître,

La spontanéité avec laquelle vous avez accepté de juger ce travail n'a fait que confirmer vos multiples qualités. Nous vous en sommes reconnaissants. Votre amour pour le travail, votre esprit de tolérance et votre simplicité ont forgé notre admiration.

Permettez-nous de vous témoigner notre infinie reconnaissance.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Monsieur le Professeur MANDA PIERRE

- *Docteur en pharmacie*
- *Maître de conférences agrégé au département Toxicologie à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques d'Abidjan*
- *Membre de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI)*
- *Membre de la Société Ivoirienne de Toxicologie (SITOX-CI)*
- *Membre de la Société Française de Toxicologie (SFT)*

Chère Maître,

C'est avec un immense honneur et une grande joie que nous vous comptons parmi les membres de ce jury. Merci pour l'enseignement de qualité et tous les conseils dont nous avons bénéficié.

Que Dieu vous bénisse.

SOMMAIRE**PAGES**

LISTE DES ABREVIATIONS	XXVI
LISTE DES TABLEAUX	XXIX
LISTE DES FIGURES	XXX
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE.....	4
GENERALITES	5
I-Définition	6
II-Classification des POP	7
III-Propriétés des polluants organiques persistants.....	14
IV- Contamination de l'homme et de l'environnement par les POP :	17
V- Toxicité des POP :	22
PARTIE II: PARTIE EXPERIMENTALE	29
I- MATERIELS	30
II-METHODES	32
III- RESULTATS	34
DISCUSSION	43
CONCLUSION	47
RECOMMANDATIONS	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	52
ANNEXES	61

LISTE DES ABREVIATIONS

AFSSA :	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
ATSDR :	Agency for Toxic Substances and Disease Registry/Agence pour les Substances Toxiques et le Registre des Maladies
°C :	Degré Celsius
CE :	Communauté Européenne
CI :	Côte d'Ivoire
CHU :	Centre Hospitalier Universitaire
CIRC :	Centre International de Recherche sur le Cancer
Cm :	Centimètre
CNRS :	Centre National de la Recherche Scientifique
CL50 :	Concentration létale 50
Cs :	Concentration quotidienne moyenne de la substance POP dans le lait entier
DDE :	Dichlorodiphényldichloroéthylène
DDT :	Dichlorodiphényltrichloroéthane
DJA :	Dose Journalière Admissible
DL50 :	Dose létale 50
EPA :	Environmental Protection Agency
FAO :	Fond and Agriculture Organization
g :	Gramme
HAP :	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HAPC :	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Chlorés

HCB	:	HexaChloroBenzène
HBP	:	HexaBrombiPhenyle
HCH	:	HexaChlorocycloHexane
IMC	:	Indice de Masse Corporelle
INRA	:	Institut National de la Recherche Agronomique
INRS	:	Institut National de la Recherche et de la Sécurité
INS	:	Institut National de la Statistique
IPEN	:	Réseau International pour l'Élimination des Polluants Organiques Persistants
Jr	:	Jour
Kg	:	Kilogramme
L	:	Litre
LMR	:	Limite Maximale de Résidus
Mg	:	Milligramme
ng	:	Nanogramme
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé
Pc	:	Poids corporel
PCB	:	PolyChloroBiphényles
PCB-DL	:	PolyChloroBiphényles Daily intake
PCDD	:	PolyChloroDibenzo-p-Dioxine
PCDF	:	PolyChloroDibenzoFurane
PCDD/F	:	PolyChloroDibenzo-Dioxines/Furanes
PFOS	:	PerFluoroOctaneSulfonate

- PNM : Plan National de Mise en œuvre de la convention Stockholm sur les polluants organiques persistants
- PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
- POC : Pesticides OrganoChlorés
- PSAC : Projet d'appui au Secteur Agricole en Côte d'Ivoire
- POP : Polluant Organique Persistant
- PVC : PolyChlorures de Vinyle
- TEQ : Tolerable Equivalent Quantity
- TCDD : 2,3,7,8-TétraChloroDibenzo-p-Dioxine
- µg : Microgramme
- SCP : Pest and pesticide management plan
- UNEP : United Nations Environment Programme
- WHO : World Health Organization ou Organisation mondiale de la santé (OMS), une agence de l'ONU spécialisée dans la santé

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I: Différentes catégories de POP	7
TABLEAU II : pesticides organochlorés	11
TABLEAU III : Contamination des céréales et des légumes par les POC en $\mu\text{g} / \text{kg}$	18
TABLEAU IV : Pesticides organochlorés et PCB dans le sérum	19
TABLEAU V : Propriétés toxicologiques des pesticides organochlorés	26
TABLEAU VI: Age des mères	34
TABLEAU VII: Age des nourrissons	34
TABLEAU VIII : Variation du poids des mères avant et après la grossesse	35
TABLEAU IX: Indice de masse corporelle des mères	35
TABLEAU X : Type d'emplois	36
TABLEAU XI: Fréquence de consommation des aliments.....	37
TABLEAUX XII : Régime alimentaire des mères	38
TABLEAU XIII: Pourcentage de mères exposées aux insecticides à domicile .	38
TABLEAU XIV : DDT dans le lait maternel	39
TABLEAU XV : Autres pesticides organochlorés dans le lait maternel.....	40
TABLEAU XVI : Produits chimiques industriels	41
TABLEAU XVII: Apport en POP par jours dans la consommation du nourrisson	42

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Niveau de contamination du lait maternel par les DDT dans quelques pays.....	21
Figure 2: Niveau de contamination du lait maternel par les PCB dans quelques pays.....	22
Figure 3: Répartition des mères selon le lieu d'habitation.....	36

INTRODUCTION

Les polluants organiques persistants POP sont des substances chimiques accidentellement produites par l'homme, soit intentionnellement, soit non intentionnel et qui sont introduits dans l'environnement.

Les POP ont tendance à s'accumuler dans les organismes vivants en raison de leur faible biodégradabilité et de leur solubilité dans les graisses. La toxicité des POP se manifeste par des effets cancérogènes, tératogènes et par des troubles hormonaux [Ritter. L et al., 1996; Goulet L.,2003].

C'est pourquoi la Convention de Stockholm sur les POP avait entrepris des actions en vue de leur réduction, leur interdiction et enfin de leur élimination totale.

La Côte d'Ivoire soucieuse de la protection de la santé de sa population et de son environnement a ratifié le 23 Juillet 2003 la Convention de Stockholm [PNM, 2006]. Elle s'est engagée par cet acte à remplir les obligations contenues dans cette convention. A cet effet, les autorités ivoiriennes ont créé un service national de protection des végétaux et du contrôle des POP.

Un plan national de mise en œuvre (PNM) en collaboration avec le PNUE pour lutter contre les polluants organiques persistants appelé "Projet POPs-Côte d'Ivoire" a été mis en place.

Malgré la mise en place et l'application du PNM, de nombreuses études menées ces dernières années ont rapporté la présence de ces POP dans plusieurs matrices environnementales, animales et humaines. [Traoré et al., 2006; 2008].

L'OMS et le PNUE ont conjointement mis sur pied un protocole d'accord pour la coordination des études sur le lait maternel dans le cadre de la convention de Stockholm. Cette étude nationale a été réalisée sur la présence des POP dans le lait maternel en 2015 sous la direction de l'OMS/PNUE.

L'objectif général de notre étude était d'évaluer le niveau de contamination du lait maternel par les polluants organiques persistants à Abidjan.

Les objectifs spécifiques étaient les suivants :

- identifier les différents types de polluants organiques persistants présents dans le lait maternel, déterminer les taux de contaminants dans le lait maternel,
- établir une relation entre les habitudes alimentaires et les POP identifiés,
- estimer l'exposition journalière en POP du nourrisson.

Ce travail de thèse est constitué de deux principales parties:

- dans une première partie; nous avons présenté après l'introduction, une revue bibliographique sur les polluants organiques persistants dans le lait maternel.
- la seconde partie, consacrée à l'étude expérimentale, a porté sur les moyens, le matériel et les méthodes d'analyses, les résultats obtenus et la discussion.

**PREMIERE PARTIE :
REVUE DE LA LITTERATURE**

GENERALITES

I-Définition

Les polluants organiques persistants connus par l'acronyme POP, sont des substances toxiques rejetées dans l'environnement par diverses activités anthropiques. Ils constituent un groupe de polluants qui sont regroupés non pas en fonction de leurs propriétés chimiques mais plutôt parce qu'ils répondent à quatre caractéristiques d'où leur définition dans le cadre *du protocole d'Aarhus de 1998* et de la *Convention de Stockholm 2001*.

Ces propriétés sont :

- la toxicité : les POP présentent des effets négatifs sur la biosphère et à fortiori sur la santé humaine.

- la persistance dans l'environnement : les molécules résistent aux dégradations biologiques naturelles. Dans le sol, leur demi-vie peut atteindre plus de 10 ans pour certains composés.

- la bioaccumulation : accumulation dans les tissus vivants.

- la capacité de transport sur de longues distances : les POP peuvent se déplacer par l'action du vent sur de très longues distances des zones à forte activité humaine et se déposer loin des lieux d'émission.

Ces polluants à l'impact planétaire sont visés par deux textes internationaux, le protocole d'Aarhus de juin 1998 et la convention de Stockholm de mai 2001, qui établissent des listes nominatives des POP.

II-Classification des POP

Il existe différents types de polluants organiques qui sont nocifs pour la santé humaine et le milieu naturel. Les POP se distinguent les uns des autres par un comportement et un devenir qui leur sont propres au sein des matrices environnementales et humaines. Le protocole d'Aarhus (1998) et la Convention de Stockholm (2001), les a classés en trois catégories principales selon leur utilisation (**Tableau I**) :

- Les pesticides organochlorés
- Les produits chimiques industriels
- Les sous-produits industriels

TABLEAU I: Différentes catégories de POP

Catégories	Noms
Pesticides organochlorés	Aldrine Chlordane Dichlorodiphényltrichloroéthane(DDT) Dieldrine Endrine Heptachlore Hexachlorobenzène Mirex Toxaphène ou Parlar

Produits chimiques industriels	Polychlorobiphényles (PCB) ou pyralène
Sous-produits industriels (Production non-intentionnelle)	Dioxines Furanes

II-1.Pesticides organochlorés

II-1-1. Définition

Les pesticides organochlorés sont des produits de synthèse contenant au moins un atome de chlore et des adjuvants stables qui sont issus de l'industrie. Ils sont utilisés à grande échelle contre les ravageurs des cultures, les animaux nuisibles et les agents vecteurs d'affections parasitaires ou microbiennes de l'homme et des animaux domestiques. L'utilisation des pesticides a permis une augmentation de la production des aliments et des fibres, la prévention de la détérioration des récoltes après la moisson et lors du stockage. Les pesticides ont permis la sauvegarde de millions de vies humaines grâce à la prévention contre certaines maladies (malaria, pestes...).

II-1-2.Différents types de pesticides organochlorés

Parmi les POP, il existe 09 pesticides organochlorés [FATTACH N, 2010] :

➤ Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) :

Le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) est un insecticide, réservé à la lutte contre la malaria dans les pays où cette affection sévit encore à l'état endémique.

➤ **Aldrine :**

L'aldrine est un insecticide non spécifique, qui a été utilisé dans la lutte contre les larves souterraines, les prédateurs du coton, les termites et les vers des racines du maïs.

➤ **Chlordane :**

Le chlordane a été utilisé comme insecticide pour lutter contre les termites et comme insecticide domestique pour éliminer les fourmis.

➤ **Dieldrine :**

La dieldrine est un insecticide à large spectre qui a été largement utilisé aux Etats Unis pour la lutte contre les termites.

➤ **Endrine :**

L'endrine est un insecticide qui a été utilisé contre les sauterelles ravageuses de récoltes.

➤ **Heptachlore :**

L'heptachlore a été utilisé pour des applications agricoles, le traitement des sols et des semences, la protection du bois et la lutte contre les termites et les insectes domestiques.

➤ **Hexachlorobenzène (HCB):**

L'hexachlorobenzène est un fongicide qui a principalement été utilisé comme désinfectant pour les semences.

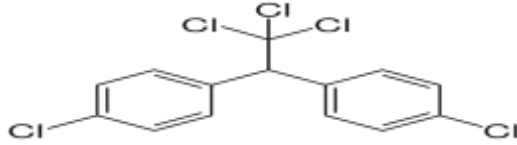
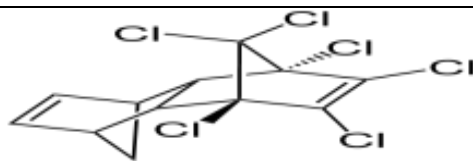
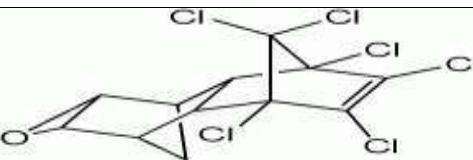
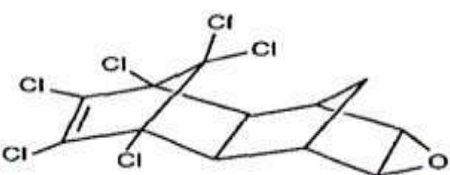
➤ **Mirex :**

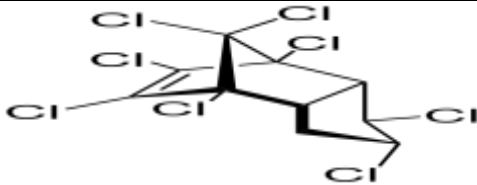
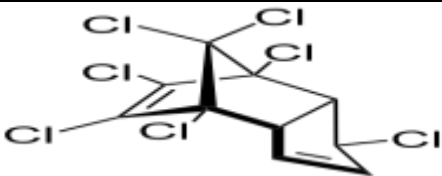
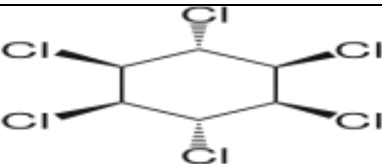
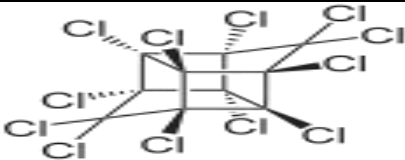
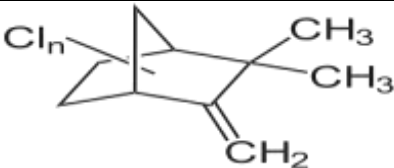
Le mirex est un insecticide qui a été utilisé contre les termites, les fourmis...

➤ **Toxaphène :**

Le toxaphène est un insecticide qui a été employé dans les champs de coton, de céréales, de fruits, de noix et de légumes. Il a été utilisé également pour combattre les tiques et acariens du bétail.

TABLEAU II : pesticides organochlorés

Substances	Formules brutes	Molécules
Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT)	$C_{14}H_9Cl_5$	
Aldrine	$C_{12}H_8Cl_6$	
Dieldrine	$C_{12}H_8Cl_6O$	
Endrine	$C_{12}H_8Cl_6O$	

Chlordane	$C_{10}H_6Cl_8$	
Heptachlore	$C_{10}H_5Cl_7$	
Hexachlorobenzène (HCB)	$C_6H_6Cl_6$	
Mirex	$C_{10}Cl_{12}$	
Toxaphène	$C_{10}H_8Cl_8$	

II-2. Produits chimiques industriels

Les polychlorobiphényles (PCB) sont des composés aromatiques organochlorés dérivés du diphenyle synthétique. Les PCB ont un point d'ébullition élevé, très stables thermiquement, et lipophiles. C'est pourquoi ils sont très solubles dans la plupart des composés organiques [INRS, 2007]. Les polychlorobiphényles (PCB) ont été utilisés dans les années 30 comme fluides isolants dans les transformateurs, condensateurs et disjoncteurs électriques à haute tension, comme fluides hydrauliques, comme produits d'imprégnation du bois et du papier et comme plastifiants (peintures et laques).

II-3. Sous-produits industriels

Les dioxines et furanes sont des hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés (HAPC). Les dioxines se forment quand le chlore est brûlé en présence de certains précurseurs (carbone, oxygène, hydrogène). Le chlore présent dans les incinérateurs provient des sources comme les polychlorures de vinyle (PVC), les chlorures de vinyle (enveloppes plastiques), les solvants chlorés, les adjuvants de peintures et de pesticides. Ces produits se forment entre 250 et 800 degré Celsius (°C) au cours de processus industriels qui mettent en jeu du chlore et du carbone. Ils sont également produits lors d'incinération de déchets hospitaliers, municipaux, mais aussi lors de simple feu de forêt [IPEN, 2002]. Il est à relever que leur chauffage au-delà de 300°C peut conduire à la formation des furanes. Les dioxines et les furanes peuvent être produits par des émissions d'échappements des véhicules et la combustion du carbone et du bois.

III-Propriétés des polluants organiques persistants

III-1.Transport

Les POP peuvent être présents dans les différents milieux sous forme liquide, gazeuse ou particulaire. Les propriétés chimiques de ces composés (faible solubilité dans l'eau, très forte stabilité, et volatilité) favorisent leurs transports sur toute la planète. Une fois émis dans l'atmosphère, les POP sont transportés par le vent puis se déposent au sol (ou dans l'eau) par lessivage ou dépôt sec (gazeux et particulaire). Du fait de leur persistance dans le sol, ils peuvent être réémis vers l'atmosphère par un procédé de volatilisation [Wania and Mackay ,1996]. Le processus de réémission est gouverné par la température, plus il fait chaud et plus les POP se volatilisent. C'est ainsi que le DDT, certains de ses métabolites et quelques PCB ont été retrouvés dans les eaux d'Arctique ou la faune Arctique, bien qu'ils n'aient jamais été manufacturés dans ces endroits [EPA, 2009; UNEP, 1995]. D'autres auteurs précisent à l'inverse que les émissions de PCDD/F sont responsables d'une pollution locale lorsqu'elles sont associées à un dépôt particulaire [Baker et Hites, 1999 In Rychen et al., 2005].

En somme on observe un transport global des POP depuis les régions équatoriales vers les zones polaires où l'on constate une accumulation de POP [Dalla Valle et al., 2004].

III-2. Distribution dans l'air, le sol et l'eau

Les POP sont rependus (par les procédés d'incinération et industriels, exploitations minières, pétrochimie et utilisations du pétrole) sur l'ensemble du territoire où elles peuvent contaminer les parcelles agricoles par dépôt atmosphérique. Dès leur émission, les POP sont dirigés vers la surface terrestre par dépôts gazeux ou particuliers selon les conditions environnementales [INRA., 2005]. Le prélèvement passif d'Air au Mali avait montré des taux élevés

de Dieldrine, HCB, pp-DDE, ppDDT à 0.52-1.7, 0.25-0.83, 0.27-0.89, 0.29-0.96g.ml⁻¹ pour 100µL [UNEP-MALI., 2010].

Le sol peut être également affecté par les retombées d'émissions atmosphériques d'origine proche ou lointaine. Ces retombées peuvent être sous forme humide (précipitations) ou sèche (dépôt de particules ou diffusion gazeuse). Parmi les sources de diffusion, on retrouve des applications directes comme l'épandage qui peut constituer une source de pesticides pour les sols agricoles. Le sol peut être également contaminé par l'irrigation si l'eau appliquée au sol est contaminée. Une fois déposés au sol, le devenir des polluants dans ce milieu dépend de deux facteurs: la rétention et la persistance [Lemière., 2001]. Les polluants organiques peuvent contaminer les écosystèmes aquatiques comme les eaux souterraines, les fleuves, et les lagunes.

En Côte d'Ivoire, l'analyse des échantillons d'eau de puits dans les zones de Buyo, Grand Lahou, Yamoussoukro et Anyama, ont révélé la présence de pesticides organochlorés dans environ 62% des puits échantillonnés près des plantations de cacao et du café [Traore et al., 2006]. Les eaux de la lagune Aghien et Potou ne sont pas épargnées, des analyses ont montré la présence de produits phytosanitaires. Les moyennes respectives de triazines et métabolites, urées substituées et carbamates sont de 36,53µg/L, 121,61µg/L et 1,09µg/L dans la lagune Aghien et dans la lagune Potou. Elles sont de 95,75µg/L, 283,67µg/L, 11,5µg/L et 172,80µg/L. Ces moyennes sont largement supérieures à la valeur guide de l'O.M.S (valeur référence : 0,1 µg/L) [Traore et al., 2015].

III-3.Persistance

Les polluants peuvent être dégradés dans l'environnement sous l'action de divers processus (biotransformation, hydrolyse et photolyse) les transformant en des substances potentiellement moins dangereuses. Des composés peuvent être très peu persistants, peu toxiques et donc peu susceptibles de présenter un risque

pour l'environnement ou la santé humaine. Par contre, il y a des composés persistants, mobiles et toxiques, auxquels appartiennent les POP toxiques et lipophiles [Ritter et al., 1996]. Les POP sont très résistants à ces différentes transformations du fait de leurs propriétés chimiques. Selon l'Agence pour les substances toxiques et le registre des maladies, la tendance des sols à accumuler les POP a été associée à la teneur en matière organique [ATSDR, 2000]. En effet, la présence de sites hydrophobes procure aux POP des sites spécifiques réduisant leur biodégradation et leur volatilisation. La persistance d'un polluant dans un milieu est décrite par sa demi-vie dans ce milieu, ce qui correspond au temps nécessaire pour que la moitié du polluant disparaisse. Selon la Convention de Stockholm (2009), la plupart des POP ont une demi-vie supérieure à deux mois dans l'eau. Dans le sol ou les sédiments, cette demi-vie est supérieure à six (6) mois. La persistance dans l'environnement est une propriété importante des POP car elle aggrave leur bioaccumulation et augmente le rayon d'exposition bien au-delà du lieu d'émission.

III-4. Bioaccumulation

La bioaccumulation désigne la capacité de certains organismes (végétaux, animaux, fongiques) à absorber et à stocker dans tout ou une partie de leur organisme (partie vivante ou inerte) certaines substances chimiques éventuellement rares dans l'environnement (oligoéléments utiles ou toxiques indésirables). Un travail de recherche et de synthèse rapporte que même si les POP sont présents en faible quantité, leurs concentrations peuvent augmenter dans un organe, un organisme vivant ou dans la chaîne alimentaire [Gareau et al., 1999]. Par exemple, les pesticides organochlorés sont reconnus pour avoir ces caractéristiques. En effet, ces composés s'accumulent dans les graisses de différentes espèces et plus l'espèce est au dernier maillon de la chaîne alimentaire, c'est-à-dire qu'elle est prédatrice, plus elle sera contaminée [Ayotte et al., 1994]. Ainsi, la concentration augmente le long de la chaîne alimentaire.

On peut trouver de fortes concentrations de PCB dans les mammifères marins malgré une contamination initiale de l'eau de mer relativement faible. Par conséquent, les humains qui consomment des espèces aquatiques sont davantage exposés du fait d'une alimentation très variée. Les POP peuvent même être transmis à la descendance [Saint-Laurent, 1998].

IV- Contamination de l'homme et de l'environnement par les POP :

IV-1. Contamination des produits végétaux :

Les végétaux peuvent être souillés par la terre contaminée, non seulement au niveau des racines mais également des parties aériennes, notamment lorsque les pluies projettent des particules. Les produits végétaux peuvent être aussi contaminés par les pesticides lors des opérations de pulvérisations. La contamination des denrées alimentaires par les pesticides organochlorés est très courante dans les pays en voie de développement. L'analyse de produits d'exportation agricole (cacao et noix de cola) cultivés principalement dans la région forestière (Sud de la Côte d'Ivoire) a révélé la présence de plusieurs pesticides organochlorés. Les échantillons de noix de cola frais et secs récoltés au centre de traitement des noix de cola dans la ville d'Anyama (Abidjan) ont été contaminés par le HCH et ses isomères (2-237 μ g / kg), l'endosulfan et ses isomères (2-99 μ g / kg), le DDT et ses isomères (2-72 ug / kg) [Biego et al., 2009].

Des études ont également relevé la présence de certains pesticides organochlorés dans les céréales et des légumes. Les échantillons de riz et de maïs de différents marchés des régions de Sinematiali et de Korhogo (au nord de la Côte d'Ivoire) ont été contaminés par cinq POC différents (HCH, DDT, endosulfan, cyclodiène et méthoxychlore). Le DDT a été détecté dans 36,5% et 38% des échantillons respectivement à Sinematiali et Korhogo, ceux-ci sont tabulés dans le **TABLEAU II** [Manda et al., 2017].

TABLERAU III : Contamination des céréales et des légumes par les POC en µg / kg

Denrées alimentaires		Total DDT	Total HCH	Total Endosulfan	Cyclodienes	methoxychlor
Riz	Korhogo	3	1	6	7	
	Sinematiali	12			8	
Maïs	Korhogo	6	32	2	4	56
	Sinematiali	4		1	6	
	LMR	100	500	100	20	20

Manda P et al, 2017

IV-2. Contamination des animaux et leurs produits dérivés

Les animaux d'élevage et sauvages ainsi que leurs produits dérivés (œuf, lait) font l'objet d'une contamination par les POP. En effet, une contamination par les pesticides organochlorés des échantillons de lait de vache et de beurre traditionnellement fabriqué a été observée dans les régions de Buyo (Centre Ouest), Grand Lahou (Sud) et Yamoussoukro (Centre). Les contaminants prédominants du beurre ont été le HCH (129,0 µg / kg), le DDT (98,1 µg / kg) et l'endosulfan total (36,68 µg / kg) [Traore et al, 2008].

Au niveau de la faune aquatique, les concentrations en POP sont en général plus élevées pour les espèces qui vivent longtemps (crabes et gros crustacés par exemple) ou qui vivent dans des zones fortement contaminées. Des échantillons de poissons ont été prélevés sur les sites de pêche du port d'Abidjan et Buyo. Les poissons du lac de Buyo (*Tilapia ziili*, *Chrysichthys walkeri* et *Niloticus* spp) et ceux collectés des sites de pêche d'Abidjan (catfi sh, maquereau, sardine, carpe, thon) ont été fortement contaminés par des pesticides organochlorés. Les espèces d'eau douce (*Tilapia ziili*, *Chrysichthys walkeri* et *Niloticus* spp) du lac Buyo étaient contaminés par la dieldrine (31,58-436,80 µg / kg), le DDT (36,20-227,82 µg / kg), l'hexachlorocyclohexane (58,44 à 167,94 µg / kg) et heptachlore (8,70 à 59,91 µg / kg) [Manda et al, 2017].

IV-3. Contamination de l'homme

IV-3-1. POP dans les tissus, le sérum et les urines

D'après l'O.M.S, on dénombre dans le monde 1 million d'empoisonnements par les pesticides chaque année, avec quelques 220 000 décès [Berrah A, 2011].

Depuis 1980, plus de 150 études réalisées dans 61 pays et régions du monde ont révélé la présence de polluants organiques persistants (dont de nombreux pesticides) dans les tissus adipeux, dans le cerveau, dans le sang, dans le foie, dans le placenta, dans le sperme et dans le sang du cordon ombilical des êtres humains [Ritter L et al, 1995]. Le dosage des substances actives ou de leurs métabolites dans une matrice biologique (sang, urine, lait....) vise à disposer d'une estimation de l'exposition intégrant l'ensemble des voies de contamination. Certains pesticides ou leurs métabolites connus pour leur rémanence dans l'environnement ont été dosés dans le sérum. Les concentrations sériques moyennes sont mentionnées dans le **TABLEAU III**.

TABLEAU IV : Pesticides organochlorés et PCB dans le sérum

Types de POP		Taux moyens (ng/g)
Pesticides organochlorés	Lindane	2,4
	α HCH	0,6
	β HCH	0,3
	DDT	4
	DDE	120
PCB	PCB28	2
	PCB53	2,1
	PCB101	1,1
	PCB138	70
	PCB153	110

[Feriry et al, 2010]

Des études ont également rapporté la présence de POP dans les urines. Une étude effectuée par Friends de portée Européenne a montré que des résidus significatifs d'herbicides glyphosates ont été retrouvés dans les urines soit 80 échantillons sur 182 échantillons d'urine provenant de 18 pays européens [Conférence Bale, 2013]. Les sondés habitent tous dans des régions urbaines et aucun n'a jamais eu de contact direct avec des pesticides en tant qu'utilisateur de produits à base de glyphosate. La population contaminée était à la fois végétariens et consommateurs de viande. De même, d'autres auteurs affirment que les biomarqueurs d'exposition provenant de la dégradation des pesticides pyréthrinoïdes comme la perméthrine et la cyperméthrine se retrouvent en grande proportion dans l'urine [Morgan M et Jones P., 2013].

IV-3-2. Contamination du lait maternel par les POP

Au niveau du lait maternel, les teneurs en POP dans le lait ont fait l'objet de plusieurs campagnes de mesures au niveau international. De nombreuses études ont mis en évidence la présence dans le lait maternel de pesticides (des insecticides organochlorés DDT, DDE, lindane, chlordane...) et des PCB. La présence de POP dans le lait maternel est récurrente dans le monde et particulièrement en Afrique de l'Ouest. L'exposition de la mère en zone urbaine ou professionnelle aux POP peut entraîner des effets néfastes sur le nourrisson.

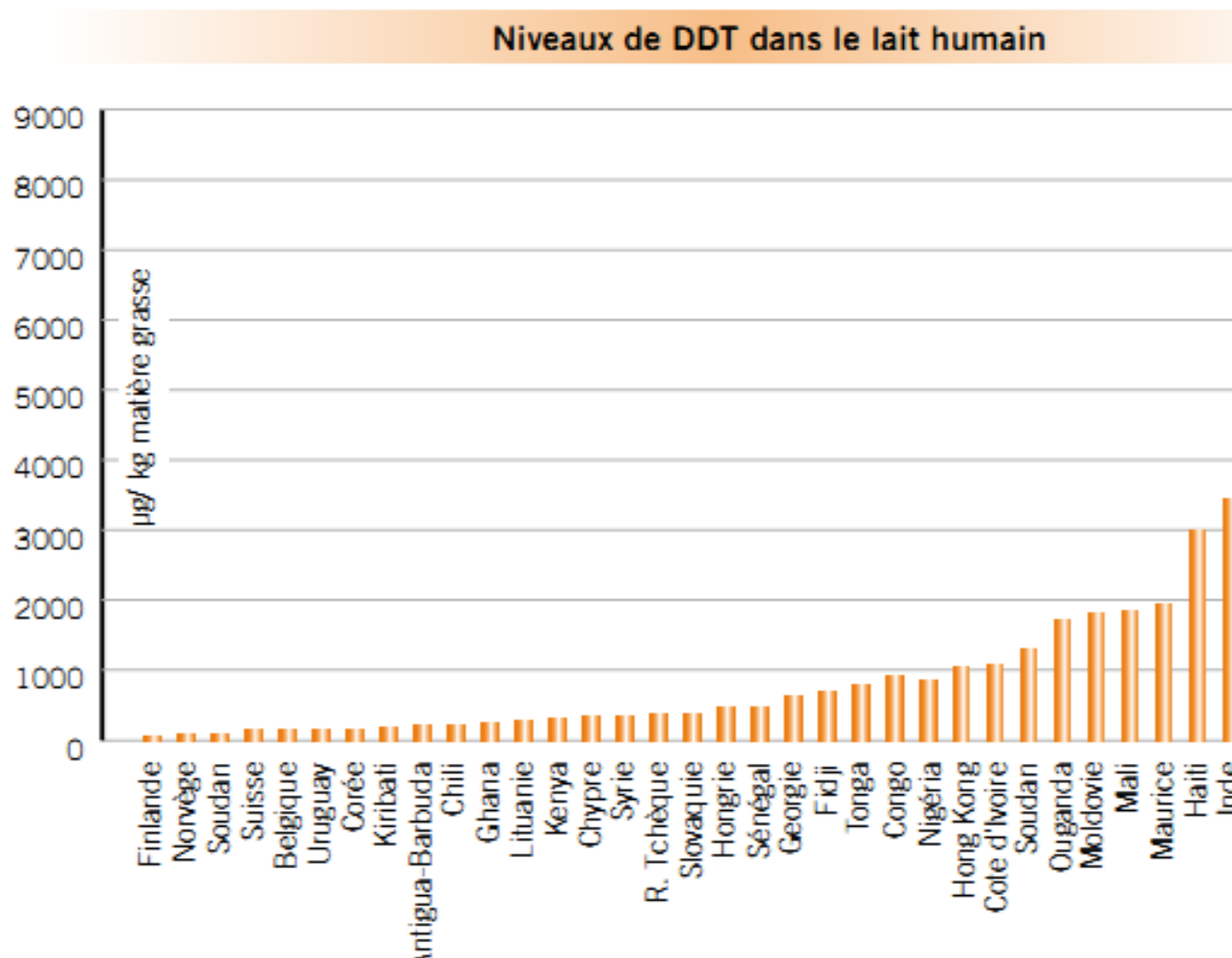


Figure 1: Niveau de contamination du lait maternel par les DDT dans quelques pays

Niveau de DDT et de PCB mesurés dans le lait maternel humain dans le cadre de l'étude sur le lait humain réalisée par le PNUE/OMS. Les échantillons ont été collectés entre 2005-2007 et 2008 et 2010. Ils sont représentés sur les figures 1 et 2 [UNEP/POPs, 2011].

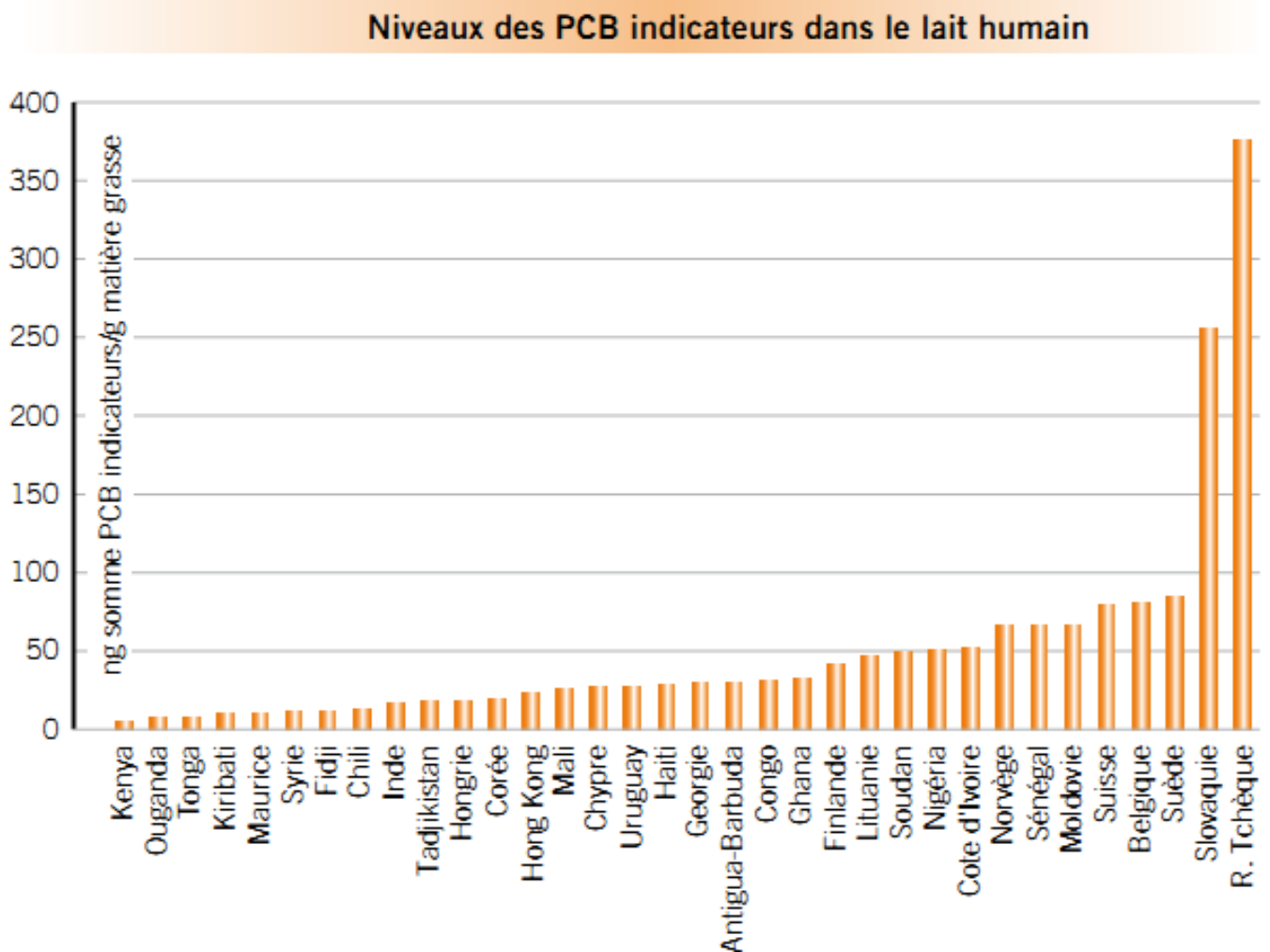


Figure 2: Niveau de contamination du lait maternel par les PCB dans quelques pays

V- Toxicité des POP :

V-1. Toxicité chez les animaux

V-1-1. Toxicités aiguës

Généralement, l'intoxication aiguë se produit immédiatement ou peu après une exposition ponctuelle ou de courte durée à un pesticide. Des études ont révélé qu'une exposition à des concentrations croissantes aux pesticides organochlorés entraînait une augmentation significative de mortalité des alevins de tilapia (*Oreochromis niloticus*) [Gapessie et al., 2009]. A cet effet, plusieurs pesticides

sont beaucoup plus toxiques pour les animaux aquatiques que pour les animaux terrestres à divers degrés.

V-1-2. Toxicités chroniques

L'effet néfaste des POP sur l'environnement a été observé très tôt. En 1962 dans son livre *Silent Spring*, **Rachel Carson** a documenté la manière dont le pesticide DDT détruit les populations d'oiseaux, perturbe les écosystèmes et provoque des cancers et d'autres maladies [Rachel C, 2002]. De nombreuses études ont ensuite montré l'impact des POP sur les mammifères marins et les oiseaux de proie. Plus la chaîne trophique est longue, plus l'accumulation est importante, et plus les effets délétères risquent d'être marqués. L'exposition chronique à ces molécules persistantes peut provoquer des perturbations chroniques, même à de faibles concentrations. Les effets principaux sont la neurotoxicité, l'hépatotoxicité, la cancérogénicité, les perturbations hormonales affectant en particulier les fonctions de reproduction ou thyroïdiennes. Les pesticides provenant de la famille des organochlorés sont les plus dommageables pour l'organisme, et ce même en très faible quantité dans l'eau ou dans les aliments. On constate la présence plus forte des organochlorés dans les régions où sont situés les cours d'eau à forte vocation agricole [Rondeau, 1996]. Dans ces rivières, plusieurs pesticides excédaient d'ailleurs leurs limites respectives pour la protection de la vie aquatique [Berryman et Giroux, 1994].

V-2. Toxicité chez l'homme

V-2-1. Intoxications aiguës

Au Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Yopougon, on a enregistré 10 cas dont une intoxication collective qui a entraîné la mort de 7 personnes dans une famille à Dabou. Ces personnes avaient consommé du gibier contaminé par les

pesticides. Les exemples sont nombreux mais très peu ont été enregistrés [PNM, 2006].

V-2-2. Intoxications chroniques

Les incidences potentielles à long terme des organochlorés sur la santé humaine vont de différentes atteintes des systèmes nerveux et immunitaires à l'infertilité. Les pesticides auraient la capacité de dérégler les activités hormonales tant chez la femme que chez l'homme [Riedel et al, 1997; Ayotte et al, 1994]. Les pesticides perturbent l'activité hormonale en imitant une hormone ou en bloquant son activité. Plusieurs études scientifiques sur le sujet ont été effectuées chez les communautés vivant en milieu agricole en raison de leur exposition à long terme aux pesticides. De plus, certains pesticides dont les organochlorés sont soupçonnés de diminuer la fertilité chez les humains [Ayotte et al, 1996].

Les PCB sont également toxiques, écotoxiques et reprotoxiques (y compris à faible dose en tant que perturbateurs endocriniens). Ils sont classés comme «cancérogènes probables» ((groupe 2A du CIRC) pour les cancers hépatobiliaires (cancer du foie, cancer des voies biliaires, cancer du pancréas)), et le PCB 126 a été classé cancérogène certain [Léon-Bérard, 2011].

En Côte d'Ivoire, les intoxications les plus graves et les plus fréquentes surviennent après un contact de longue durée avec les produits phytosanitaires [PNM, 2006]. Des symptômes suivants ont été observés: maux de tête 25 % d'applicateurs, rhume 18 %, toux 17%, démangeaison 13 %, éternuement 11 %, autres symptômes 16% [Ajayi, 1998]. Les effets ne se manifestent que plus tard et le plus souvent sont irréversibles. Ces malades se sont présentés avec des problèmes au niveau du système nerveux.

La connaissance des effets des dioxines repose sur les résultats d'études réalisées chez l'animal et les données chez l'homme provenant du suivi

épidémiologique des populations exposées par le passé à des niveaux 100 à 1000 fois plus élevés que la population générale d'aujourd'hui (populations exposées à l'accident industriel de Seveso, populations de travailleurs etc..) [AFSSA, 2005]. Le risque tératogène (malformations du nouveau-né) est suspecté en cas de forte exposition de la mère mais non démontré. Des observations sont par ailleurs de plus en plus en faveur d'un risque cardiovasculaire. La dioxine Seveso a été classée, en 1996, parmi les «cancérogènes pour l'homme» par le centre international de recherche sur le cancer [CIRC, 1993]. Les propriétés toxicologiques des pesticides organochlorés sont résumés dans le **TABLEAU VI**.

TABLEAU V : Propriétés toxicologiques des pesticides organochlorés

Pesticides	Utilisations	T1/2 sols	Bioconcentration	CL50 poissons	DL50 mammifères	Effets toxiques
Aldrine	Insecticide sur parasites des sols et des bois	20 j-1,6 ans	Oui	2,2-53 µg/l	33-320 mg/kg	Neurotoxique Hépatotoxique
Dieldrine	Sur insectes du sol	3-4 ans	Oui	1,1-4,1 mg/l	40-70 mg/kg	Neurotoxique Hépatotoxique
Endrine	Insecticide sur parasites de grandes cultures, rodenticide	5-12 ans	14-18 000	< 1 µg/l	3-43 mg/kg	Neurotoxique Hépatotoxique
Chlordane	Insecticide sur parasites Domestiques	4 ans	Oui	0,4-90 mg/l	200-590 mg/kg	Perturbateur endocrinien Cancérogène
Heptachlore	Insecticide du sol, du coton, moustiques (malaria)	0,75-2 ans	Oui	< 0,11 µg/kg	40-119 mg/kg	Cancérogène
DDT	Insecticide (malaria, typhus)	< 15 ans	50 000(poisson) 500 000(bivalves)	1,5-56 mg/l	118 mg/kg	Cancérogène
Toxaphène	Insecticide, Acaricide	100 j à 12 ans	4 247-51 400 (poissons)	1,8 à 22 µg/l	49-365 mg/kg	Perturbateur endocrinien Cancérogène
Mirex	Insecticide sur fourmis et additif matériaux	< 10 ans	2 600-51 400 (poissons)	0,2-30 mg/l	235 mg/kg	Perturbateur endocrinien Cancérogène
HCB	Fongicide sur semence	2,7-5,7 ans	Oui	50-200 µg/l	0,25 mg/kg	Hépatotoxique, Cancérogène
HCHs	Insecticide sur sols et semences	1-2 ans	Faible	20-90 g/l	60-250 mg/kg	Perturbateur endocrinien mutagène
Endosulfan	Insecticide acaricide, traitement des bois	35-150 j	Non	1,5 µg/l	18-160 mg/kg	Perturbateur Endocrinien
PCP	Insecticide fongicide traitement des bois	23-178 j	Non	0,093-0,5 mg/l	50-210 mg/kg	Perturbateur Endocrinien

VI-Réglementation en vigueur

Des négociations en vue de réduire ou d'éliminer les émissions de douze POP au niveau planétaire ont commencé à Montréal en juin 1998 sous les auspices du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). La Convention du PNUE sur les POP a pour but de placer tous les pays sous un seul accord mondial. La cinquième et dernière séance de négociation s'est tenue à Johannesburg du 4 au 10 décembre 2000.

VI-1. Réglementation internationale

Certains POP sont interdits d'usage et de mise sur le marché (*Protocole d'Aarhus, 1998 ; Convention de Stockholm*) mais sont susceptibles d'être présents (ou à l'état de trace) non intentionnellement dans des substances, des préparations ou des articles. Aussi la législation européenne a-t-elle émis des valeurs seuils à ne pas dépasser concernant la présence involontaire de certains POP dans les matières premières et aliments destinés à l'alimentation des animaux.

-Règlement CE n 850/2004 ou règlement POP

Le règlement interdit la production, la mise sur le marché et l'utilisation des substances soit en tant que telles, soit dans des préparations, soit sous forme de constituant d'articles. Il restreint également la production, la mise sur le marché et l'utilisation des substances suivante : l'Aldrine, le chlordane, le dieldrine, l'endrine, l'heptachlore, l'hexachlorobenzene (HCB), le mirex, le toxaphène, l'hexabromobiphenyle, le polychlorodibenzo-p-dioxine et le dibenzofuranne (PCDD/PCDF), le polychlorobiphenyle (PCB), et l'hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) [Règlement CE n° 850, 2004].

VI-2. Réglementation en Côte d'Ivoire

Il existe un catalogue d'index phytosanitaire produit par le comité d'homologation des produits phytosanitaires qui indique les principaux herbicides, insecticides utilisés en Côte d'Ivoire. En effet, la Côte d'Ivoire dispose d'un cadre réglementaire défini par la Loi n° 96 - 766 du 03 octobre 1996 portant code de l'environnement qui, en son article 39 rend obligatoire la réalisation d'une étude d'impact pour tout projet susceptible d'avoir des effets néfastes sur l'environnement. Le décret d'application n° 96 - 894 du 08 novembre 1996, détermine les règles et procédures applicables aux études d'impact environnemental. Conformément à cette réglementation (annexe 1 du décret d'application n° 96 - 894 du 08 novembre 1996), les 4 opérations d'utilisation et de stockage des produits chimiques font l'objet d'étude d'impact environnemental et social [Code de l'Environnement CI, 1996].

La Côte d'Ivoire a signé en 2003 la convention de Stockholm portant sur l'interdiction, la fabrication, la commercialisation et l'usage des pesticides organochlorés sur le territoire national. Les pesticides interdits en Côte d'Ivoire : DDT, Aldrine, Dieldrine, Hexachlorobenzène, Heptachlore, Chlordane, Toxaphène, Mirex, et Endrine.

PARTIE II:
PARTIE EXPERIMENTALE

I- MATERIELS

I-1.Type et cadre de l'étude

C'est une étude descriptive transversale qui s'est déroulée de décembre 2014 à mars 2015. Elle a été réalisée dans les maternités des hôpitaux de la ville d'Abidjan auprès des mères allaitantes.

I-2. Type de matériels

- les flacons de prélèvements
- un tire-lait
- Des questionnaires

I-3. Sélection des hôpitaux

Quatre hôpitaux ont été retenus de façon aléatoire dans différentes communes de la ville d'Abidjan.

Les hôpitaux retenus sont les suivants:

- hôpital général de Koumassi
- hôpital général de Marcory
- hôpital général de Port-Bouet
- hôpital général de Yopougon

I-4.Sélection des mères allaitantes

I-4-1. Critères d'inclusion

- La mère devrait être primipare.
- La mère devrait être âgée de 30 ans au plus.
- La mère et l'enfant devraient être en bonne santé apparente, la grossesse s'étant passée normalement.

- La mère ne devrait allaiter qu'un seul enfant (c'est à dire, pas de jumeaux).
- La mère devrait avoir vécu dans la région pendant les dix dernières années.
- La mère ne devrait pas résider dans des endroits où les émissions de POP sont reconnues d'exister, et/ou sont suspectées de se situer à des niveaux élevés de concentration en POP dans la population locale.

I-4-2. Critères d'exclusion

- mères multipares

I-5.Supports de l'enquête

I-5-1. Fiche d'enquête

Cette fiche comprenait des informations sur le profil des mères, sur l'histoire de la santé, les habitudes alimentaires et sur les informations post-natales (**ANNEXE II**).

I-5-2. Formulaire de consentement

Le formulaire présente une explication de l'objectif du projet, les procédures, les risques et désagréments mais aussi les compensations pour les participantes et surtout la confidentialité. Les participantes devaient dument signer le formulaire de consentement afin d'être inclus dans l'enquête (**ANNEXE III**).

II-METHODES

II-1. Déroulement de l'étude à la maternité

Les participantes ont été recrutées dans le service de vaccination dans les maternités. Les femmes primipares se présentant à la vaccination sont sélectionnées à partir de leurs carnets (carnet de la mère et carnet de l'enfant) et en fonction des critères d'inclusion. La mère est invitée à un entretien où les objectifs du projet lui sont expliqués.

Si la mère accepte de participer à l'étude, elle signe le formulaire de consentement, l'entretien se poursuit et à la fin on prélève le lait.

II-1-1. Prélèvement

Les prélèvements sont faits selon les recommandations de l'OMS/PNUE. La collecte du lait a été faite à l'aide d'un tire-lait. Cette technique a été acceptée par les mères donneuses et a été effectuée soit par la donneuse ou à l'aide d'un agent de santé.

II-1-2.Échantillonnage

50 échantillons de lait maternel ont été collectés pendant la période de l'étude. Les échantillons de lait ont été mélangés pour obtenir un échantillon groupé. L'échantillon groupé a été conservé au réfrigérateur à -20 °C.

II-1-3. Transport et analyse des POP

L'échantillon de lait conservé dans une glacière a été acheminé en Allemagne pour être analysé (Liste des POP recherchés (**ANNEXE IV**)).

II-2. Estimation de l'exposition journalière en POP du nourrisson

Au cours de notre enquête, nous avons estimé l'apport en résidus POP absorbé par le nourrisson. Nous avons calculé les prises quotidiennes des POP par les enfants nourris au sein en utilisant les valeurs moyennes de la FAO et WHO [FAO/WHO, 1985], le poids de l'enfant, la quantité de lait absorbée par jour et le taux de matière grasse contenu dans le lait.

La prise quotidienne de lait par le nourrisson a été calculée selon la formule suivante :

$$C_s: \frac{m}{M}$$

C_s : masse de lait consommée / jours / poids corporel (kg/p.c./jour),

m : masse de lait par personne /jour en kilogramme (kg),

M : poids du consommateur en kilogramme (kg)

La dose quotidienne de POP ingérée par l'enfant a été calculée selon la formule de Gaetan [Gaetan C et al.,2013].

$$D_q = C_s \cdot V_i$$

D_q ~correspond à la dose quotidienne de la substance ingérée par l'enfant.

C_s ~ correspond à la concentration quotidienne moyenne de la substance dans le lait entier.

V_i ~ correspond à la concentration moyenne de lait ingéré quotidiennement par l'enfant.

II-3. Analyse des données

L'analyse des données a été effectuée avec le logiciel SPHINX version: 5.0.0.82.

III- RESULTATS

III-1. Caractéristiques sociodémographiques

III-1-1. Age

L'âge moyen des mères est de 22 ans. Vingt-trois (23) mères, soit 46% avaient un âge compris entre 22 et 24 ans.

TABLEAU VI: Age des mères

Tranche d'âge des mères (années)	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	Total
Effectif participantes	2	17	1	23	5	2	50
Pourcentage(%)	4	34	2	46	10	2	100

TABLEAU VII: Age des nourrissons

Tranche d'âge des nourrissons (semaines)	2	3-4	5-6	7-8	Total
Effectif nourrissons	2	3	30	15	50
Pourcentage (%)	4	6	60	30	100

La moyenne d'âge des nourrissons est de 6,48 semaines. La plupart des nourrissons (60%) avaient un âge compris entre 5 et 6 mois au moment de l'échantillonnage.

III-1-2. Variation de la masse corporelle des mères

La majorité des mères (60%) ont gagné du poids après l'accouchement, tandis que 36% en ont perdu. La masse corporelle de 2 mères (4%) est resté inchangée après la grossesse.

TABLEAU VIII : Variation du poids des mères avant et après la grossesse

	Effectif(n)	Pourcentage (%)
Prise de poids	30	60
Perte de poids	18	36
Poids inchangés	2	4
Total	50	100

III-1-3. Indice de masse corporelle des participantes

Le poids moyen des mères avant la grossesse était de 58,98 kg avec une taille moyenne de 158,88 cm. L'ensemble des mères avaient une corpulence normale avec un indice de masse corporelle (IMC) de 22,20 kg/m².

TABLEAU IX: Indice de masse corporelle des mères

	Moyenne	Plage
Taille (Cm)	158,88	140-173
Poids (Kg)	58,98	45-78
IMC (Kg/m ²)	22,20	18,40-28,63

III-1-4. Activités professionnelles des participantes

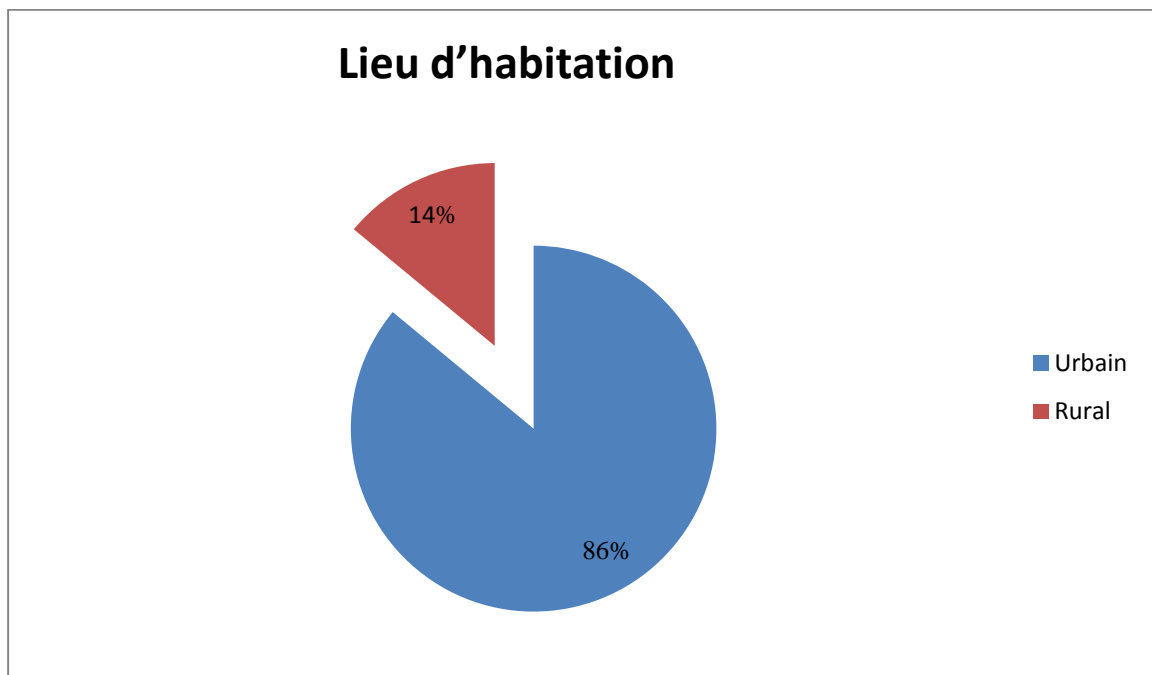
La majorité des mères (66%) étaient sans emplois suivi des mères exerçant dans le secteur primaire et secondaire (4%).

TABLEAU X : Type d'emplois

Type d'emplois par secteur	Effectif (n)	Pourcentage(%)
Secteur primaire (agriculture, pêche...)	1	2
Secteur secondaire (industrie textile...)	1	2
Secteur tertiaire (commerce, restauration...)	15	30
Sans emploi (y compris élèves et étudiantes)	33	66
Total	50	100

III-1-5. Répartition par lieu d'habitation

Dans l'ensemble des mères, 86% ont résidé en zone urbaine et 14% en zone rurale pendant les 10 dernières années.

**Figure 3: Répartition des mères selon le lieu d'habitation**

III-1-6. Mode d'alimentation

Les aliments régulièrement consommés par les mères ces dix dernières années étaient le poisson (64 %), les produits laitiers (58 %), la viande et la volaille (58 %) et les mammifères marins (44 %).

TABLEAU XI: Fréquence de consommation des aliments

	Poisson	Mammifères marins	Fruits de mer*	Lait et produits laitiers	Viande et volaille	Œufs
Jamais	0 %	34 %	25 %	6 %	4 %	0 %
Moins d'une fois par semaine	4 %	8 %	21 %	4 %	8 %	14 %
Une fois par semaine	6 %	2 %	14 %	0 %	4 %	6 %
Deux fois ou moins par semaine	4 %	0 %	7 %	6 %	6 %	28 %
Plus de deux fois par semaine mais pas tous les jours	22 %	6 %	21 %	26 %	20 %	14 %
Tous les jours	64 %	44 %	11 %	58 %	58 %	39 %

*Fruits de mer autres que le poisson et les mammifères

Sur l'ensemble des mères recrutées, 98 % avaient une alimentation mixte.

TABLEAUX XII : Régime alimentaire des mères

	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Strictement végétarien	0	0
Végétarien mais lait et œuf	1	2
Alimentation mixte	49	98
Total	50	100

III-2.Exposition domestique des mères aux insecticides

La moitié (50%) des mères a été exposée aux insecticides à domicile (pulvérisations d'insecticides).

TABLEAU XIII: Pourcentage de mères exposées aux insecticides à domicile

	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Sujet exposé	25	50
Sujet non exposé	25	50
Total	50	100

III-3. Analyse quantitative des POP

III-3-1. Pesticides organochlorés dans le lait maternel

Au total, 7 pesticides organochlorés ont été retrouvés dans le lait maternel dont le DDT total (491 ng/g), le chlordane (3,7 ng/g), l'heptachlore total (2 ng /g), le HCH (18,2 ng/g), le dieldrine (3,3 ng/g), le toxaphène total (2 ng/g) et le mirex (0,9 ng/g).

TABLEAU XIV : DDT dans le lait maternel

Pesticides organochlorés	DDT				
	DDT Total	p,p'-DDD	p,p'-DDE	o,p'-DDT	p,p'-DDT
Concentration ng/g de matière grasse	491	3,2	403,1	3,9	34,1

TABLEAU XV : Autres pesticides organochlorés dans le lait maternel

Pesticides	chlordanes	Heptachlore	HCH	Dieldrine	Mirex	Parlar (Toxaphène)			
organochlorés	Oxy-chlordanes	Heptachlore Total	Heptachlore-époxyde cis	Beta-HCH	Dieldrine	Mirex	Parla total	Parla 26	Parla 50
Concentration									
ng/g de matière grasse	3,7	2,0	2,1	18,2	3,3	0,9	2,0	0,8	1,2

III-3-2. Produits chimiques industriels

Six indicateurs PCB ont été retrouvés dans le lait maternel (**TABLEAU XVI**). La somme des indicateurs PCB était $50,8 \pm 8,5$ ng/g, Le PCB 153 avait la concentration la plus élevée (23,7 ng/g de matières grasses) suivie des PCB 180 et PCB 138 qui avaient une concentration respective de 13,1 et 12,4 ng/g de matières grasses.

TABLEAU XVI : Produits chimiques industriels

POP	
Indicateur PCB	Concentration ng/g de matière grasse
PCB 28	1,02
PCB 52	0,17
PCB 101	0,41
PCB 138	12,4
PCB 153	23,7
PCB 180	13,1
Somme PCB	$50,8 \pm 8,5$

III-4. Estimation de l'exposition journalière en POP du nourrisson

L'apport en DDT dans la consommation du nourrisson était de 66,285 µg/kg.pc/jr. L'apport en PCB à travers les prises quotidiennes du lait maternel a été estimé à 6,858 µg/kg.pc/jr.

TABLEAU XVII: Apport en POP par jours dans la consommation du nourrisson

	Valeurs estimées		Valeur des références FAO/OMS 2005
	Concentration ng /g de matière grasse	Dose journalière de substances ingérées par le sujet (µg/kg pc/jr)	DJA µg/kg/jr
DDT	491	66,285	20
Heptachlore	2,0	0,27	0,1
Chlordane	3,6	0,486	0,5
Dieldrine	3,3	0,445	0,1
Mirex	0,9	0,122	non fixée
Beta- HCH (lindane)	18,2	2,45	8
Toxaphène	2,0	0,27	non fixée
PCB	50,8±8,5	6,858	0,09

DISCUSSION

Les POP sont solubles dans les graisses où ils s'accumulent. Le lait maternel constitue donc une meilleure matrice pour évaluer l'exposition de la population à ces polluants. Au total, 7 pesticides organochlorés et 6 indicateurs PCB ont été retrouvés dans le lait maternel dans cette étude. Parmi les pesticides organochlorés, le DDT avait la plus forte teneur avec 491ng/g de matières grasses. Aussi, la somme des PCB a représenté $50,8 \pm 8,5$ ng/g de matières grasses. La fabrication, la vente et l'utilisation des pesticides organochlorés retrouvés dans le lait maternel ont été interdites en Côte d'Ivoire [PNM, 2006]. Leur présence dans le lait maternel pourrait être liée à leur utilisation frauduleuse dans l'agriculture et dans la lutte contre certains vecteurs de maladies comme le paludisme.

Les PCB sont des produits industriels utilisés comme plastifiants, solvants pour matières adhésives, peintures, encres, fluides échangeurs de chaleur. La plupart des POP ayant contaminés le lait maternel avaient été retrouvés dans diverses matrices environnementales et alimentaires en Côte d'Ivoire comme les sédiments, les denrées alimentaires et le poisson [Biego et al., 2005, 2010; Traoré et al., 2003, 2008].

Dans notre étude, toutes les mères avaient un régime alimentaire mixte (consommaient à la fois des aliments d'origine végétale et animale). La contamination généralisée de l'environnement et des aliments par les POP entraîne inévitablement la contamination de l'être humain par ces derniers. Les POP les plus persistants et lipophiles possédant des propriétés de bioaccumulation sont souvent retrouvés dans les organismes humains. Le lait maternel, premier aliment du nourrisson, est un indicateur en termes d'accumulation de résidus de POP dans le corps humain [Somogyi et Beck, 1993].

La contamination du lait maternel par les pesticides organochlorés est un phénomène à l'échelle mondiale. Par ailleurs, les teneurs détectés dans certaines régions du monde comme l'Afrique et l'Asie sont toujours préoccupantes. Des études ont révélé la présence de résidus de composés organochlorés dans le lait maternel pour le DDT au Mali [UNEP- Mali, 2012], au Kenya [Kanja et al., 1986; Kinyamu et al., 1998], en Uganda [Ejobi et al., 1996], au Zimbabwe [Chikuni et al., 1991; Chikuni et al., 1997], au Ghana [Ntow, 2001] et en Afrique du sud [Bouwman et al., 1990].

Depuis la signature de la convention de Stockholm en 2001, la Côte d'Ivoire a mis en place de nombreuses mesures dans la lutte contre les polluants organiques persistants [PNM, 2006; PSAC, 2012].

Les différentes études initiées par l'OMS en collaboration avec le PNUE avaient pour rôle de vérifier si les politiques nationales de réduction des POP ont produit des résultats probants. Les travaux antérieurs menés sur le lait maternel en Côte d'Ivoire avaient rapportés des concentrations de 2671,5 ng/g pour le DDT dans le lait maternel [Traore et al, 2002].

En comparant les résultats des différents travaux, on note une nette réduction de l'exposition de la population à certains POP dont le DDT.

Toutefois, les interdictions et les restrictions sur l'utilisation de certains pesticides organochlorés n'ont pas été toujours respectées. La teneur du lait maternel dans les précédentes études pour d'autres pesticides organochlorés comme le HCH et l'heptachlore étaient respectivement de 11,8 ng / g et 2,6 ng/g [UNEP-CI, 2011]. Les taux de HCH et de l'heptachlore dans notre étude ont été respectivement de 18,2 ng/g et 3,4 ng/g. Ces différents résultats indiquent une nette recrudescence du niveau de contamination par ces POP.

En 1984, la FAO/WHO a établi des doses journalières admissibles (DJA) de 20 $\mu\text{g/kg/jour}$ et 0,1 $\mu\text{g/kg/jour}$ respectivement pour le DDT et l'heptachlore dans le lait maternel [WHO, 1985].

Nous avons calculé les prises quotidiennes de certains POP par enfants nourris au sein en utilisant les valeurs moyennes de la FAO et WHO, le poids de l'enfant, la quantité de lait absorbée par jour et le taux de matière grasse contenu dans le lait. Un enfant de bas âge d'environ 5 kg selon la FAO a une consommation journalière de 0,8 litres de lait et ce dernier contient 3,5 % de matière grasse [Traoré et al, 2002].

Les prises quotidiennes de lait par les nourrissons calculées à partir des concentrations moyennes de POP pour l'heptachlore (0,27 $\mu\text{g/kg pc /j}$), le DDT (66,285 $\mu\text{g/kg pc /j}$) et les PCB total (6,85 $\mu\text{g/kg pc /j}$) sont supérieures aux doses journalières admissibles (DJA) pour ces POP. En effet, les DJA fixées pour ces POP sont de 0,1 $\mu\text{g/kg pc /j}$ pour l'heptachlore, 20 $\mu\text{g/kg pc /j}$ pour le DDT et de 0,09 $\mu\text{g/kg pc /j}$ pour le PCB total.

La toxicité des POP se traduit par des effets neurologiques, mutagènes, cancérigènes, tératogènes et dermatologiques ainsi que des troubles hormonaux [Vine, 2001; Norstrom, 2000]. Ces résultats montrent un grand risque pour la santé des enfants nourris au lait sur une longue période.

CONCLUSION

Cette étude nous a permis d'identifier et de quantifier sept (7) pesticides organochlorés et six (6) indicateurs de PCB dans le lait maternel en Côte d'Ivoire. Les POP sont toxiques pour l'homme et pour l'environnement. La lutte contre les POP a fait l'objet de plusieurs réunions et conventions internationales qui ont abouti à la mise en place de la convention de Stockholm en 2001.

Dès lors la Côte d'Ivoire a mis en place un programme dénommé PNM (plan national de mise en œuvre de la convention de Stockholm). Cette structure étatique a pour mission de veiller à l'application stricte des mesures d'interdiction et de restriction sur les POP comme prescrit par la convention de Stockholm.

Plus d'une décennie d'application du PNM, l'on note toujours la présence des POP des différentes matrices dont le lait maternel. On sait que les POP ont une longue demi-vie parfois supérieure à 10 ans. Ces POP retrouvés dans le lait peuvent être issus d'une contamination antérieure. De futures études sur la surveillance biologique des expositions aux POP nous permettront de comprendre les sources d'exposition.

Le lait maternel est le principal aliment chez l'enfant. Cet aliment vivant doit être préservé et exempt de toute contamination pour assurer la croissance et le développement optimal des enfants.

RECOMMANDATIONS

REDUCTION DES NIVEAUX DE CONTAMINANTS

➤ **Réduction du taux de toxiques chez la mère :**

Il est possible de diminuer le taux de toxiques chez l'adulte, de proposer une alimentation comprenant moins de graisses animales. Ce régime doit être poursuivi au long court et le commencer durant la grossesse et l'allaitement ne semble pas très utile (cela n'évite qu'un très faible apport de toxiques, en comparaison à ce que la mère aurait absorbé depuis sa naissance). Pour minimiser ces contaminants, on peut adopter certaines mesures:

- Laver et/ou éplucher soigneusement fruits et légumes, afin d'éliminer les résidus présents sur leur surface ;
- Limiter la consommation de produits laitiers. Leurs graisses en particulier (surtout en ce qui concerne le beurre) concentrent les polluants liposolubles ;
- Limiter la consommation de viande grasse, et préférer les viandes maigres;
- Éviter les poissons de rivière ou de mer qui sont en bout de chaîne alimentaire et sont donc les plus susceptibles d'être pollués par les PCB et le DDT (par exemple, le thon, carpe...) ;
- Limiter l'utilisation domestique (maison, jardin) des pesticides, insecticides, désinfectants, détachants, produits de traitement du bois, peinture, solvants... ;
- Éviter les lieux récemment traités contre les termites ou les cafards. Les produits utilisés pour ces traitements sont très toxiques, en particulier le chlordane et la Dieldrine;
- Fuir la proximité des décharges et usines d'incinération des déchets, et les produits cultivés à proximité de tels lieux ;

- Dès la grossesse, s'assurer que le lieu de travail présente un maximum de garanties de sécurité pour les femmes enceintes et allaitantes. Le cas échéant, demander à changer de poste, ou à aménager ce poste pour en améliorer les conditions ;
- S'informer sur la pollution engendrée par l'aménagement « tout électrique » des cuisines et lieux de travail (PCB en particulier), et agir en conséquence.
- L'analyse des risques et des bénéfices de l'allaitement maternel nous incite à encourager cette pratique pour la grande majorité des femmes de Côte d'Ivoire.
- Pour les femmes à haut risque, un suivi particulier devrait être envisagé.
- Pour les communautés reconnues comme grandes consommatrices de poissons, une évaluation complète de l'exposition aux POP devrait être réalisée.
- Des études des effets possibles de hautes doses de contaminants chez le nourrisson ou d'autres groupes à risque devront être réalisées.

➤ **Produits de remplacement des polluants organiques persistants :**

Il existe divers produits de remplacements chimiques et non chimiques des POP. Les pesticides de remplacement qui ont été suggérés dans les pays développés. Il est important de remarquer que ce ne sont pas tous les pays en développement qui utilisent des POP, et que les pays qui autorisent certains POP n'excluent pas les produits de remplacement (**ANNEXE I**).

➤ **Le gouvernement :**

Les gouvernements doivent être sensibilisés à l'importance du problème et incités à agir dans le meilleur intérêt des enfants. Certains pays ont déjà pris des mesures positives. En Europe, des programmes gouvernementaux importants pour éliminer les polluants organiques persistants, comme le DDT, la Dieldrine, les PCB et les dioxines ont eu pour effet de réduire significativement les traces

de ces résidus dans le lait maternel. La Côte d'Ivoire s'est également efforcée à réduire les POP en adoptant des programmes [PNM, 2006] pour:

- élaborer des stratégies pour l'éducation, l'information et la sensibilisation du public sur les POP,
- élaborer des textes législatifs et réglementaires et développer des directives pour la gestion rationnelle des POP,
- renforcement des capacités des institutions chargées de l'analyse des POP (Pesticides et PCB),
- renforcement des capacités des institutions chargées de la prévention de l'importation, du trafic et l'utilisation illicite des pesticides POP,
- réalisation de campagnes de collecte, d'enlèvement et d'élimination des pesticides POP,
- développer des programmes de sensibilisation du public sur l'impact des POP non intentionnellement produits sur la santé et l'environnement et utilisation des alternatives aux POP,
- rester vigilants pour préserver notre milieu des pesticides prohibé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1-**Aarhus, Danemark, United Nations 25 june 1998.** Chap XXVII: Environment; convention on access to information, public participation in decision-making and access to justice in environmental matter. treaty Series, Registre 30 October 2001, No 37770. Vol 2161, 447p. (Consulté le 20-07-2018) <https://www.treaties.un.org>.

2-**AFSSA** (L'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments). Dioxines, furanes et PCB de type dioxine: Evaluation de l'exposition de la population française. 2005 ; 34609-34610. (Consulté 17-10-2017). <https://www.anses.fr>.

3-**Ajayi O.** Résultats d'une enquête sur les pratiques phytosanitaires dans deux zones cotonnières en Côte d'Ivoire. Communication de l'Université de Hanovre. (1998). 30p.

4-**ATSDR** (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological profile. US Department of Health and Human Services: Public Health Service. 2000. (Consulté 03-06-2017). www.atsdr.cdc.gov.

5-**Ayotte P, Dewailly E, Brisson J.** L'exposition aux composés organochlorés estrogéniques et le cancer du sein. Bulletin d'information en santé environnementale. 1994. Vol 5. No.4; 1-4p. (Consulté 23-03-2017) <http://www.cspq.qc.ca>.

6-**Ayotte P, Dewailly E, Sylvie dodin.** Exposition aux organochlorés et aux métaux lourds et la fonction reproductrice mâle. Programme relatif aux effets du Saint-Laurent sur la santé humaine. Centre de santé publique de Québec, 1996. 20p.

7-**Bakerb P, Benbrooke M, Grothiii E.** Pesticide residues in conventional. Integrated pest management (ipm)-grown and organic foods. Insights from three us data sets. Food additives and contaminants; 2002, Vol 19; 427- 446p.

8-**Berrah A.** Etude sur les pesticides. Université de Tébessa Algérie toxicologie appliquée. 2011. 234p.

9-**Berryman B et Giroux I.** La contamination des cours d'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive de maïs au Québec. Campagnes d'échantillonnage de 1992 et 1993. ministère de l'environnement et de la faune, direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 1994, 134p.

10-**Biego G H, Oga Ass, Claon J-S.** Détermination des résidus de pesticides organochlorés dans des produits maraichers retrouvés sur les marchés d'Abidjan. Cahier de santé publique. 2005. Vol. 4. No 1. 17-25p.

11-**Biego G, Yao k, Ezoua P.** Levels of Organochlorine Pesticide Contamination in Cola Nitida Nuts. Int J Biol Chem Sci. Vol 3: 2009; 1238-1245p. (Consulté 21-03-2017). <https://goo.gl/gE6qJp>.

12-**Biego G, Yao k, Ezoua P.** Assessment of organochlorine pesticides residues in fish sold in Abidjan markets and fishing sites. Africa journal of food agriculture nutrition and development (AJFAND). 2010. Vol 10. No 3. 2305-2323p. (Consulté 21-03-2017). <https://www.ajol.info/index.php/ajfand/article>.

13-**Bouwman H, Cooppan R M, Reineck A. J.** Levels of DDT and metabolites in breast milk from Kwa-Zulu mothers after DDT application for malaria control. Bulletin of the World Health Organization, 1990. Vol 68. No 6. 761-768p. (Consulté 21-03-2017). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles>.

14- **Chikuni O, Skare J, Nyazema N.** Residues of organochlorine pesticides in human milk from mothers living in the greater Harare area of Zimbabwe. Central African Journal of Medicine. 1991. Vol 37. No 5. 136-141p. (Consulté 21-03-2017). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1790553>.

15- **Chikuni O, Polder A, Skaare J, Nhachi C.** An evaluation of DDT and DDT residues in human breast milk in the Kariba Valley of Zimbabwe. Bulletin

of Environmental Contamination and Toxicology. 1997. Vol 58. 776-778p. (Consulté 21-03-2017).<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9115142>.

16-**CIRC** (centre international de recherche sur le cancer), Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. WHO. 1993. Lyon. Vol 85 .119p.

17-**Code de l'Environnement**. Ministère de l'environnement et de la forêt. PNGERNAT/PNUD. Loi No 96-766 du 03 octobre 1996. Art 39. Ministère de l'environnement et de la forêt. 1996. (Consulté 12-02-2017). www.ci.undp.org.

18-**Convention de Bale**. Etude de portée européenne effectuée par friends of the Earth et Pro Natura. 2013. (Consulté 02-10-2017) <https://www.amisdelaterre.be>.

19-**Dalla V, Dachs M, Sweetman J**. Maximum reservoir capacity of vegetation for persistent organic pollutants: Implications for global cycling, Global biogeochemical cycles. 2004. GB. No 4032, 18p.

20-**Ejobi F, Kanja L, Kyule M**. Organochlorine pesticide residues in mothers' milk in Uganda. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 1996.Vol56.No6.873-880p.(Consulté12-02-2017)
<https://link.springer.com/article>.

21-**EPA** (Environmental protection agency). Pesticides and ground water state management plan regulation. *Federal register environmental documents*. environmental protection agency .Vol 61. 1996. No 124. 79 p. (Consulté 22-04-2017) <http://www.epa.gov>.

22-**FAO-OMS**. Garantir la sécurité sanitaire et la qualité des aliments. Directives pour le renforcement des systèmes nationaux de contrôle alimentaire. Publication conjointe FAO/OMS. Rome, 2003. 76p. (Consulté 13-02-2017) <http://www.fao.org>.

23-**Fattach. N**. Les polluantes organiques persistantes [thèse].No 26. RABAT. 2010. 96p.

24-**Fréry N, Saoudi A, Garnier**. Exposition de la population française aux polluants de l'environnement. Volet environnemental de l'Étude nationale nutrition santé. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, septembre 2010, 12 p. (consulté 12-02-2017).www.invs.sante.fr

25-**Gaétan C**. Évaluation de l'exposition de l'enfant aux substances toxiques indésirables par l'intermédiaire de l'allaitement maternel : facteurs à considérer. Direction de la santé environnementale et de la toxicologie. Janvier 2013. Canada. (Consulté 02-02-2018). <https://www.inspq.qc.ca>

26-**Gapessie N, Tamungang S, Ngoula F**. Effets de la toxicité des pesticides Maneb et Chlorpyrifos-Ethyl sur un poisson d'eau douce, *Oreochromis niloticus*. Int J Biol Chem Sci. 2009. Vol 3. No 1. 48-53p. (Consulté 02-02-2018). <http://www.ajol.info>

27-**Gareau P, Priscilla, Gariepy B**. La problématique de la pollution agricole, ses impacts sur la santé des cours d'eau et sur la santé humaine. (BAPE) Mauricie. Octobre 1999. Vol 6211. No 13-011. 30p. (Consulté 03-11-2017) <http://www.bape.gouv.qc.ca>

28-**Goulet L**. Recension des écrits sur la contamination du lait maternel par des substances chimiques présentes en milieu de travail proposition d'une grille d'analyse de risque de transfert d'un contaminant chimique dans le lait maternel institut national de santé publique du Québec. 2003. p74.

29-**INRA** (Institut National de la Recherche Agronomique). Pesticides, agriculture et environnement, 2005. Vol 20. 50p.

30-**INRS** (Institut National de la Recherche et de la Sécurité). Fiche toxicologique Biphenyles chlores. 2007. Vol 194. 1-5p.

31-**IPEN**. Déclaration conjointe des organisations membres de l'Alliance Mondiale de l'Allaitement Maternel (WABA) et du Réseau International pour

l'Elimination des Polluants Organiques Persistants (IPEN). janvier 2002. 2p. (Consulté 21-12-2017). www.cwhn.ca

32-**Kanja L.** Organochlorine pesticides in human milk from different parts of Kenya 1983-1985. Journal of Toxicology and Environmental Health. 1986. Vol 19. 449-464p.

33-**Kinyamu J.** Levels of organochlorine pesticides residues in milk of urban mothers in Kenya. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 1998. Vol 60. 732-738p.

34-**Lemaire P. et Livingston D.** Xenobiotics and oxyradicals in marine animals. Trends in Comparative Biochemistry and Physiology1. 1993, R, 2001. Vol 1119. 1149p.

35-**Léon-Bérard.** Cancer et environnement. 2014. 30p. (Consulté le 25 août 2017). www.cancer-environnement.f.

36-**Manda P, Adepo AJB, Goze NB, Dano DS.** Assessment of Human and Ecosystem Contamination by Organochlorine Pesticides in Cote d'Ivoire. Adv J Toxicol Curr Res. 2017. Vol 1. No 2. 094- 097p.

37-**Morgan M et Jones P.** Aliments contributeurs à l'exposition de jeunes enfants aux pesticides utilisés couramment en utilisant le biomonitoring urinaire. Food Chem Toxicol. 2013. Vol 62. 131-41p.

38-**Norstrom R.** Influence of chemical and biological factors on trophic transfer of persistent organic pollutants in the northwater polynya marine food web. Environ Sci Technol. 2001. Vol 35. 732-738p.

39- **Ntow W.** Organochlorine pesticides in water, sediment, crops, and human fluids in a farming community in Ghana. Archive of Environmental Contamination and Toxicology. 2001. Vol 40. 557-563p.

40-**PNM** (Plan national de mise en œuvre de la convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants). Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts. Abidjan. Côte d'Ivoire. 2006. 147p.

41-**PSAC** (Projet d'appui au secteur agricole en Côte d'Ivoire). Plan de gestion des pestes et pesticides en Côte d'Ivoire. Rapport final. 55p.

42-**Rachel C.** Houghton Mifflin Company. Anniversary edition (October 22, 2002). Published: September 27, 1962. 400p.

43-**RÈGLEMENT (CE)**. No 850/2004. Les polluants organiques persistants. Journal officiel de l'union européenne L 158/ du parlement européen et du conseil du 29 avril 2004 et modifiant la directive 79/117/CEE. (Consulté 02-10-2017) www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr

44-**Ritter L, Solomon k, Forget J.** Les polluants organiques persistants. Centres de toxicologie 620. Gordonguel ph (ont.). Canada. 1997. 56p. (Consulté 21-05-2017).<https://docplayer.fr/8800206-Les-polluants-organiques-persistants.htm>

45-**Rondeau G et Desgranges J.** Effects of insecticide use on breeding birds in Christmas tree plantations in Quebec. Ecotoxicology.1995.Vol4.No5.281-298p. (Consulté 21-05-2017) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2419779>.

46-**Saint-Laurent.** Effets des pesticides sur la santé des amphibiens. Site d'environnement Canada.2005a. (Consulté 21-05-2017) <http://www.qc.ec.gc.ca>.

47-**Somogyi A et Beck H.** Nurturing and breast-feeding: exposure to chemicals in breast milk. Environmental Health Perspectives. 1993. Suppléments 101 (suppl. 2). 45-52p.

48-**Traoré S K, Mamadou K, Dembélé A.** Résidus de pesticides organochlorés dans le lait humain d'une zone agricole de Côte d'Ivoire. J Soc Ouest Afr Chim.2002.Vol013.99-109p. (Consulté 21-05-2017). www.afriquescience.info

49-Traoré S K, Mamadou K, Dembélé A. Etude comparative du niveau de résidus des pesticides organochlorés chez trois espèces de poissons du lac de Buyo (sud-ouest de la Côte d'Ivoire) et estimation du potentiel de risque pour la santé humaine. J Soc Ouest-Afr Chim. 2003. Vol 16. 137-152p. (Consulté 21-05-2017). www.afriquescience.info

50-Traoré S K, Mamadou K, Dembélé A. Contamination de l'eau souterraine par les pesticides en régions agricoles en Côte d'Ivoire (centre, sud et sud-ouest). Journal Africain des Sciences de l'Environnement. 2006 .Vol 1.1-9p. (Consulté 21-05-2017). www.afriquescience.info

51-Traoré S K, Mamadou K, Dembélé A. Contrôle des pesticides organochlorés dans le lait et produits laitiers : Bioaccumulation et risques d'exposition. Afrique Science. 2008. Vol 04. No 1. 87- 98p. (Consulté 21-05-2017). www.afriquescience.info

52-Traore A, Ahoussi K, Aka N. Niveau de contamination par les pesticides des eaux des lagunes Aghien et Potou (sud-est de la Côte d'Ivoire). Int. J. Pure App.Biosci.2015.Vol3.No4. 312-322p. <https://www.researchgate.net/publication>

53-UNEP-CI. Regional monitoring reports under the global monitoring plan for effectiveness evaluation: additional human tissue data from the human milk survey. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Fifth meeting Geneva. 25-29 April 2011. (Consulté le 17-08- 2015) <https://goo.gl/dkxDKW>

54-UNEP-Mali. Supporting the global monitoring plan on persistent organic pollutants. West African region project GFL 4A76. Rapport national. 2012. 29p. (Consulté le 10-10-2017) <https://google/8r5VUH>.

55-UNEP-POPs-2011. Convention de Stockholm 10^{ème} anniversaire. (Consulté le 22 MAI 2018) www.pops.int

56- **Vine M, Stein L, Weigle K.** Plasma 1,1-dichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethylene (DDE) levels and immune response. American Journal of Epidemiology. 2001. Vol 153. No 1. 53-63p. (Consulté le 22 MAI 2018) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11159147>

57-**Wania F et Mackay D.** Peer reviewed: tracking the distribution of persistent organic pollutants. Environmental Science and Technology. 1996. Vol 390A–396A.30p.

58-**WHO.** Meeting on pesticide residues. Pesticides residues in food: FAO Plant production and Protection. 24 September-3 October. 1985. Teport 62p.

ANNEXES

ANNEXE I

Information sommaire sur les utilisations et les technologies de remplacement

Polluant Organique Persistant	Technologies de remplacement
DDT	Lutte intégrée, azinphos-éthyl, diazinon, carbaryl, fenthion, malathion, méthidathion, roténone, endosulfan,
Aldrine	Lutte biologique, lutte intégrée, chlorpyrifos, méthomyl, diazinon, phorate, perméthrine, , pyréthroïdes synthétiques
Dieldrine	Lutte biologique, lutte intégrée, diazinon, pirimiphos-éthyl, prothiofos, acéphate, méthomyl, perméthrine, endosulfan, azinphos-éthyl, deltaméthrine, monocrotophos, sulprofos,
Endrine	Lutte biologique, lutte intégrée
Chlordane	Lutte biologique, lutte intégrée, bendiocarbe, carbaryl, chlorpyrifos, cyfluthrine, cyromazine, deltaméthrine, diazinon,pyréthroïdes synthétiques
Heptachlore	Lutte biologique, lutte intégrée, chlorpyrifos, azinphos-éthyl, terbufos, diazinon, carbaryl,
Hexachlorobenzène	Aucune solution pour combattre les sous-produits
Mirex	Données non disponibles
Toxaphène	Lutte biologique
BPC	Huiles de silicone

ANNEXE II

11

ANNEXE 3

QUESTIONNAIRE POUR LES DONNEUSES POTENTIELLES DE LAIT MATERNEL		
CONFIDENTIEL !		
Section 1: Information personnelle		
Nom	Numéro de téléphone	Date (jj/mm/aaaa)
	Adresse e-mail	
Adresse		

Section pour le Coordinateur National			
Code d'Identification Individuelle		Code d'Identification du Groupe	
La participante est-elle éligible?			
Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Quel est le statut de la donneuse par rapport à l'étude?			
Sélectionnée <input type="checkbox"/> En réserve <input type="checkbox"/> Non sélectionnée <input type="checkbox"/>			
Si cette mère a été présélectionnée pour donner un échantillon (ou est désignée comme candidate de réserve), la partie supérieure de la Section 4 devra être complétée et détachée de ce questionnaire. La Section 4 est à envoyer à la clinique pour être remplie au moment du prélèvement de l'échantillon.			

12

Section 2: Questionnaire de présélection	
Nom de l'enquêteur :	Date de l'entretien (jj/mm/aaaa):
Lieu de l'entretien:	
1. Comptez-vous allaiter votre enfant?	
Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
2. Est-ce votre premier enfant?	
Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
3. Attendez-vous un seul enfant ? (pas de jumeaux)	
Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
4. Votre grossesse est-elle normale, et êtes-vous en bonne santé ?	
Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
5. Avez-vous vécu à cet endroit depuis 10 ans?	
Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/> Actuellement _____
6. Avez-vous moins de 30 ans?	
Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Si oui, date de naissance _____	
7. Habitez-vous près d'un incinérateur, d'une industrie de pâte et papier, d'une industrie métallurgique ou des lieux où sont fabriqués des produits chimiques ?	
Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>

Instruction pour l'enquêteur : Si la réponse est « non » pour une des questions de 1 à 6, ou si la réponse à la question 7 est « oui », la participante n'est pas éligible pour cette étude. Si la réponse à la question 5 est « non », demandez svp quel est le temps de résidence effective, et notez ce chiffre pour être utilisé ultérieurement. Remerciez svp la participante de son intérêt pour l'étude, et terminez cet entretien. Si toutes les réponses sont « oui », passez à la Section 3.

Section 3 : Questionnaire sur l'histoire de la santé						
Date de naissance (jj/mm/aaaa)		Age				
Taille (cm)		Poids avant la grossesse				
1. Quelle est la date prévue pour l'accouchement (jj/mm/aaaa)?						
2. Où avez-vous résidé pendant les 10 dernières années:						
En ville <input type="checkbox"/> à la campagne <input type="checkbox"/>						
3. Comment décrivez-vous vos habitudes alimentaires avant la grossesse?						
Alimentation mixte <input type="checkbox"/> Végétarienne mais avec lait et œufs <input type="checkbox"/>						
Strictement végétarienne <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>						
4. A quelle fréquence, en moyenne, avez-vous mangé les aliments suivants avant votre grossesse?						
	Poisson et aliments à base de poisson (par ex. : salade de thon)	Mammifères marins (par ex. : baleines, dauphins)	Fruits de mer autres que le poisson et les mammifères marins (par ex. : crevettes, moules)	Lait et produits à base de lait (par ex. : fromage, beurre, yaourt)	Viande et volaille et produits dérivés (par ex. : saucisses)	Œufs
Jamais						
Moins d'une fois par semaine						
Une fois par semaine						
Deux fois par semaine						
Plus de deux fois par semaine mais pas tous les jours						
Tous les jours						
4.1 Quels types de poisson mangez-vous le plus souvent?						
Poisson de mer <input type="checkbox"/> Poisson d'eau douce <input type="checkbox"/> Les deux <input type="checkbox"/>						
Citez les espèces svp, si vous les connaissez :						

5. Votre mère est-elle née dans ce pays?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	
6. Aviez-vous, vous-même, allaité ?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	Ne sais pas <input type="checkbox"/>
Si oui, pendant combien de temps ? _____			
7. Etiez-vous engagée dans un travail autre que des travaux ménagers avant votre grossesse?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	
Si oui, indiquez svp la durée du travail, et décrivez-le :			
8. L'intérieur de votre maison a-t-il été vaporisé au DDT afin de tuer les moustiques ?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	Ne sais pas <input type="checkbox"/>
Si oui, quand ? _____			

Instructions pour l'enquêteur :

Si cet entretien est prénatal, le questionnaire ainsi que les Sections 1-3 complétées devront être envoyés maintenant au coordinateur national pour être passés en revue.

Si l'entretien est post-natal, et l'échantillon sera collecté aujourd'hui, passez à la Section 4.

A remplir par le coordinateur national si on utilise l'option de présélection		
Nom de la mère	Numéro de téléphone Adresse e-mail	Date (jj/mm/aaaa)
Adresse		
Statut de la donneuse dans le contexte de l'étude Sélectionnée <input type="checkbox"/> En réserve <input type="checkbox"/>		

Section 4. A remplir par le collecteur d'échantillons	
Nom du collecteur :	Date de l'échantillonnage (jj/mm/aaaa):
Clinique de collecte :	Lieu de collecte :

Information post-natale (à obtenir au moment de l'échantillonnage)
1. La mère a-t-elle signé le formulaire de consentement? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Si oui, attacher le formulaire de consentement signé. Si non, la mère n'est pas éligible pour participer à l'étude.
2. Quel âge a votre enfant? Moins de 3 semaines* <input type="checkbox"/> 3-4 semaines <input type="checkbox"/> 5-8 semaines <input type="checkbox"/> plus de 8 semaines** <input type="checkbox"/>
3. Votre poids est-il différent aujourd'hui de votre poids avant la grossesse? Gagné <input type="checkbox"/> Perdu <input type="checkbox"/> Inchangé <input type="checkbox"/>

* Le bébé doit être âgé de plus de 3 semaines (21 jours). Le collecteur doit conseiller à la mère de revenir lorsque l'enfant aura 3 semaines, pour le prélèvement du lait.

** L'échantillon doit être prélevé dans les 3 à 8 semaines après la naissance. Ne prélever pas l'échantillon. Informez le coordinateur national de la situation.

ANNEXE III

MODELE DU FORMULAIRE DE CONSENTEMENT EN CONNAISSANCE DE CAUSE

Certificat de Consentement

J'ai été invitée à participer au projet de l'OMS : l'étude sur les Polluants Organiques Persistants dans le lait maternel, coordonnée par l'OMS en Coopération avec le PNUE. On m'a informée du but et des procédures de ce projet, en résumé-----

Objectif du projet

Le but de ce projet est de faire une évaluation objective des niveaux des polluants organiques persistants (POP) que se trouvent dans le lait maternel dans ce pays afin de pouvoir établir un inventaire des POP en vue de la préparation d'un Plan National de Mise en œuvre de la Convention de Stockholm, et de l'évaluation de son impact sur la réduction des émissions des POP. Ce projet est aussi en ligne avec la promotion du lait maternel comme aliment optimal pour les nourrissons, car il représentera la base des mesures à prendre visant les sources, et la réduction éventuelle des concentrations en POP dans le lait maternel. Le projet concernera des échantillons prélevés dans divers pays du monde, avec l'objectif principal de comprendre les différents modes d'exposition aux POP. Ce projet cherchera aussi, lorsque c'est possible, à

soutenir et à renforcer les capacités nationales pour le suivi et la gestion efficace des POP dans l'alimentation.

Procédures

Un échantillon de lait maternel de 50 ml sera collecté, mais seulement une seule fois par individu, en utilisant, soit une méthode manuelle, soit une pompe fabriquée à cet effet. L'échantillon sera prélevé dans la clinique la plus appropriée pour vous, ou à votre domicile. Votre échantillon sera analysé pour des POP sélectionnés, et pourra aussi être mélangé à des échantillons provenant de 49 autres mères ; les niveaux de PCDD, PCDF et de PCB apparentés aux dioxines seront analysés dans ces échantillons groupés. Les moyennes des résultats de tous les échantillons seront comparées aux moyennes des résultats d'autres échantillons provenant de ce pays et d'autres.

Les risques et les désagréments

Il est possible qu'en participant à cette étude vous ressentiez un certain désagrément. Le prélèvement de lait maternel par des moyens manuels ou mécaniques peut être difficile pour certaines personnes. Une pompe mécanique pourrait présenter quelques désagréments si vous n'avez pas déjà utilisé ce moyen. Vous pourrez également ressentir un gêne de la pompe si celle-ci n'est pas utilisée correctement.

En ce qui concerne le désagrément, on vous montrera comment on peut prélever du lait et, si nécessaire, comment utiliser la pompe. Si vous ressentez un traumatisme quelconque, on vous proposera des soins médicaux au centre de santé participant à l'étude le plus proche. Concernant des divulgations par inadvertance, les conséquences ne seront pas importants car les résultats ne seront pas communiqués avec votre nom, mais seront identifiés au moyen d'un code.

Compensation pour les participantes

Comme signe de reconnaissance pour le temps que vous aurez passé pour cette étude, et votre contribution, vous recevrez un petit cadeau.

Confidentialité

Les informations que nous recueillerons au cours de ce projet de recherche seront considérées comme confidentielles. L'information qui sera recueillie pendant l'étude vous concernant sera stockée dans un dossier qui ne comportera pas votre nom, mais uniquement un numéro. Le nom associé au numéro assigné à chaque dossier sera conservé dans un lieu sûr et ne sera divulgué à personne.

Les alternatives à une participation

Vous n'êtes pas obligée de prendre part à cette recherche, si vous ne le souhaitez pas ; votre refus n'affectera nullement le traitement que vous pourrez recevoir à ce centre. Vous conserverez les avantages que vous auriez autrement obtenus de ce centre.

Vous avez le droit d'interrompre votre participation à cette étude à n'importe quel moment jusqu'à ce que votre échantillon ait été groupé aux autres. Si vous décidez de mettre fin à votre participation, vous ne perdrez aucun droit en tant que patiente ici. Votre traitement dans ce centre ne sera affecté en aucune manière.

Contact pour de plus amples informations. Si vous avez des questions, vous pouvez les poser maintenant ou plus tard. Si vous souhaitez le faire plus tard, vous avez la possibilité de contacter la personne suivante :

Laboratoire de Toxicologie UFR Sciences Pharmaceutiques Université de COCODY

BPV 34 ABIDJAN -CÔTE D'IVOIRE.

J'ai lu ce qui précède, ou cela m'a été lu. J'ai eu l'opportunité de poser des questions, et toutes ces questions que j'ai posées ont reçu des réponses qui me satisfont. Je consens librement à participer comme sujet à cette étude et je comprends que j'ai le droit de me retirer de l'étude jusqu'au moment où mon échantillon sera groupé avec d'autres. Si je me décide de me retirer de l'étude, je comprends que je peux le faire sans que cela n'affecte en aucune manière les soins médicaux que je pourrais recevoir. Je consens aussi à permettre que tout lait excédentaire puisse être conservé pour des études similaires à l'avenir.

Imprimer le nom de la mère participante Date et Signature de la mère participante

___/___/___ (jj/mm/aa)

Si illettrée, Nom du témoin indépendant du degré d'instruction Date et signature du témoin (Si possible, cette personne sera choisie par la participante, et ne devra avoir aucun lien avec l'équipe de recherche).

ANNEXE IV

Liste des polluants organiques persistants

Les POPs analytiquement simples - Pesticides POPs et marqueurs PCBs

Aldrine

Chlordane (total)

alpha-chlordane

gamma-chlordane

oxy-chlordane

trans-nonachlor

Dieldrine

DDT (total)

o,p'-DDD

p,p'-DDD

o,p'-DDE

p,p'-DDE

o,p'-DDT

p,p'-DDT

Endrine (total)

Endrine

Endrine ketone

Heptachlore (total)

Heptachlore

Heptachlore epoxide

Hexachlorobenzène

Mirex

Toxaphène (total)

Parlar 26

Parlar 50

Parlar 62

ANNEXE V**TABLEAU:** Recrutement des mères

hôpitaux	Nombre d'échantillons
Hôpital général de Koumassi	19
Hôpital général de Marcory	9
Hôpital général de Port-Bouet	13
Hôpital général de Yopougon	9
TOTAL :	50

ANNEXE VI

TABLEAU : Répartition des primipares selon les espèces consommées

Espèces consommées	Effectifs (n)	Pourcentage (%)
Carpes (Cyprinus carpio)	35	70
Maquereaux (Scomber scombrus)	3	4
Sardines (Sardina pilchardus)	2	6
Chinchards (Trachurus.ps)	10	20
Totaux	50	100

TABLE DE MATIERES

	PAGES
LISTE DES ABREVIATIONS	XXVI
LISTE DES TABLEAUX.....	XXIX
LISTE DES FIGURES.....	XXX
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE.....	4
GENERALITES	5
I-Définition	6
II-Classification des POP	7
II-1-1. Définition	8
II-1-2.Différents types de pesticides organochlorés	8
II-2.Produits chimiques industriels	13
II-3. Sous-produits industriels	13
III-Propriétés des polluants organiques persistants.....	14
III-1.Transport	14
III-2. Distribution dans l'air, le sol et l'eau.....	14
III-3.Persistance.....	15
III-4.Bioaccumulation	16
IV- Contamination de l'homme et de l'environnement par les POP :	17
IV-1.Contamination des produits végétaux :	17
IV-2.Contamination des animaux et leurs produits dérivés.....	18
IV-3. Contamination de l'homme	19

IV-3-1. POP dans les tissus, le sérum et les urines	19
IV-3-2. Contamination du lait maternel par les POP	20
V- Toxicité des POP :	22
V-1. Toxicité chez les animaux	22
V-1-1. Toxicités aiguës	22
V-1-2. Toxicités chroniques	23
V-2. Toxicité chez l'homme	23
V-2-1. Intoxications aiguës	23
V-2-2. Intoxications chroniques	24
VI-Réglementation en vigueur	27
VI-1. Réglementation internationale	27
VI-2. Réglementation en Côte d'Ivoire	28
PARTIE II: PARTIE EXPERIMENTALE	29
I- MATERIELS	30
I-1.Type et cadre de l'étude	30
I-2. Type de matériels	30
I-3. Sélection des hôpitaux	30
I-4.Sélection des mères allaitantes	30
I-4-1. Critères d'inclusion	30
I-4-2. Critères d'exclusion	31
I-5.Supports de l'enquête	31
I-5-1. Fiche d'enquête	31
II-METHODES	32
II-1. Déroulement de l'étude à la maternité	32

II-1-1. Prélèvement.....	32
II-1-2.Échantillonnage.....	32
II-1-3. Transport et analyse des POP	32
II-2. Estimation de l'exposition journalière en POP du nourrisson	33
II-3. Analyse des données	33
III- RESULTATS	34
III-1. Caractéristiques sociodémographiques.....	34
III-1-1. Age.....	34
III-1-2. Variation de la masse corporelle des mères	34
III-1-3. Indice de masse corporelle des participantes	35
III-1-4. Activités professionnelles des participantes.....	35
III-1-5. Répartition par lieu d'habitation.....	36
III-1-6. Mode d'alimentation.....	37
III-2.Exposition domestique des mères aux insecticides	38
III-3. Analyse quantitative des POP.....	39
III-3-1. Pesticides organochlorés dans le lait maternel	39
III-3-2. Produits chimiques industriels.....	41
III-4. Estimation de l'exposition journalière en POP du nourrisson.....	42
DISCUSSION	43
CONCLUSION	47
RECOMMANDATIONS.....	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	52
ANNEXES	61

RESUME

Justification : Parmi les substances chimiques qui contaminent les aliments que consomment les humains, les polluants organiques persistants (POP), du fait de leur présence dans le lait maternel peuvent constituer un risque pour le nourrisson allaité.

Objectif : Évaluer le niveau de contamination du lait maternel par les polluants organiques persistants à Abidjan.

Matériel et Méthodes:

Cette étude s'est déroulée de décembre 2014 à mars 2015 et a concerné 50 mères allaitantes et primipares recrutées de façon aléatoire dans les maternités des hôpitaux du district d'Abidjan. Le prélèvement a concerné 50 échantillons de laits maternels regroupés et conservés dans des glacières et qui ont été acheminés en Allemagne pour analyse. Le logiciel **SPHINX version 5.0.0.82** a été utilisé pour le traitement des données.

Résultats : Au terme de notre étude, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Sur le plan des Caractéristiques générales des mères :

La moyenne d'âge des participantes était de 22 ans et ceux du poids de 58,98 kilogrammes et la taille de 158,88 centimètres. Avec un pourcentage de 66%, la plupart de nos primipares étaient des élèves et étudiants. On pouvait observer que plus de 95% des enquêtées avaient une alimentation mixte.

- Taux des POP dans l'ensemble des échantillons du lait maternel:

Les résultats observés révèlent une contamination par 7 POC et 6 indicateurs du PCB. Ainsi, des charges moyennes en ng/g de l'isomère HCH à 18,2, du chlordane à 3,6, de l'heptachlore à 2, du toxaphène à 2, du mirex à 0,9, du dieldrine à 3,3, du DDT et métabolites à 491, et les indicateurs du PCB à $50,8 \pm 8,5$ ont été déterminées dans le lait maternel du district d'Abidjan.

- Exposition journalière en POP du nourrisson:

L'évaluation de l'exposition journalière en POP du nourrisson au lait maternel des résidus de pesticides et les PCB, a relevé que la prise quotidienne calculée est de 66,285 µg/kg pc/jr pour le DDT, celle du PCB est de 6,85 µg/kg pc/jr. Ces résidus DDT et PCB absorbés au cours de l'allaitement excèdent les doses journalières admissibles (DJA) fixées par l'OMS.

Conclusion

Au total cette étude a permis d'identifier et de quantifier sept (7) pesticides organochlorés et six (6) indicateurs de PCB dans le lait maternel en Côte d'Ivoire. Le résultat de ce travail paraît encourageant et des évaluations plus approfondies devraient être effectuées pour montrer que le lait maternel est un aliment exceptionnel qui doit être préservé à tout prix.

Mots-clés: pesticides organochlorés; lait maternel; exposition journalière; Abidjan.