



CONTAMINATION PAR LES ESTERS DE L'ACIDE PHTALIQUE DES SÉDIMENTS D'UNE LAGUNE TROPICALE : LAGUNE ABY (CÔTE D'IVOIRE)

Sylvie Assemian-Niango* Université Nangui-Abrogoua	Marcel A. Kouassi Centre de Recherches Océanologiques (Abidjan/Côte d'Ivoire)	Léonce D. Kouadio Université de Daloa	Lazare K. Akpétou Université de Daloa	Sory K. Traoré Université Nangui-Abrogoua	Dembélé Ardjouma Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA)
--	---	---	---	---	--

Résumé- Face aux nombreuses pressions anthropiques dont la lagune Aby fait l'objet, l'objectif de ce travail a été de rechercher les esters de l'acide phtalique dans les sédiments de cette lagune. Pour ce faire, des campagnes saisonnières de prélèvement d'échantillons de sédiments ont été faites de septembre 2007 à juillet 2009. Les analyses des échantillons ont été possibles grâce à l'usage du chromatographe en phase gazeuse couplé au spectromètre de masse (GC/MS). La détermination des concentrations des molécules trouvées a été réalisée par la méthode de calibration interne. L'étalon interne utilisé est l'imidaclopride de concentration 2 mg/mL. L'analyse des échantillons de sédiments de la lagune Aby a révélé la présence de huit phtalates. Ce sont les phtalates de dibutyle (DBP), de di (2-éthylhexyle) (DEHP), de di (2-méthoxyéthyle) (DMEP), de di-isobutyle (DIBP), de dihexyle (DHP), de di-isodécyle (DIDP), de butyloctyle (BOP) et de didécyle (DDcP). Le DBP, le DIBP, le DEHP et le DMEP sont successivement les phtalates les plus abondants dans les sédiments lagunaires ; le DHP, le DIDP, le BOP, et le DDcP sont faiblement représentés.

Mots clés- Contamination, Esters de l'acide phtalique, Phtalates, Sédiments, Lagune Aby, Côte d'Ivoire

Abstract- Aby lagoon is facing various anthropogenic pressures. The aim of this work is to look for phthalic acid esters in sediments of this lagoon. For this purpose, seasonal campaigns of sampling of sediments were done from September 2007 to July 2009. Samples analyses were possible thanks to use of chromatograph in gas phase with mass spectrometer (GC/MS). Determination of found molecules concentrations was realised by the method of internal calibration. The used internal standard is imidaclopride concentration of 2 mg/mL. Sediments samples analyses of Aby lagoon revealed the presence of eight phthalates. They are dibutyle (DBP), di (2-ethylhexyle) (DEHP), di (2-methoxyethyl) (DMEP), di-isobutyle (DIBP), di-isodecyle (DIDP), butyloctyle (BOP) and didecyle (DDcP) phthalates. DBP, DIBP, DEHP and DMEP are successively the most abundant phthalates in lagoon sediments; DHP, DIDP, BOP, and DDcP are poorly represented.

Keywords- Contamination, Esters of phthalic acid, Phthalates, Sediments, Aby Lagoon, Côte d'Ivoire

I. INTRODUCTION

Les activités humaines telles que l'industrie, l'agriculture, l'urbanisation, la pêche et le tourisme sont à l'origine de la diffusion dans l'environnement d'une multitude de polluants de natures diverses (physiques, chimiques et microbiologiques) souvent néfastes pour les écosystèmes et pour l'homme [1]-[4]. Les zones côtières et estuariennes sont des milieux récepteurs ultimes de ces substances chimiques véhiculées à partir du continent [5] [2]. En outre, elles sont l'objet de nombreuses sollicitations pour l'implantation de ces activités socio-économiques et par conséquent de plus en plus menacées par la pression croissante du développement et par les politiques de gestion à court terme axées sur les activités humaines plutôt que sur les systèmes qui les soutiennent [6].

Étant donné que la plupart des polluants sont hydrophobes, ils s'adsorbent sur les particules de matières en suspension et se sédimentent. De nombreuses études ont fait état, des années durant, de la présence de pesticides [7] [2], d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) [8] [2] [9], de polychlorobiphényles (PCB) [7] [2], d'éléments traces métalliques (ETM) [10] [5] [11]-[13] et d'esters de l'acide phtalique [14]-[17] dans les milieux aquatiques. Parmi ces micropolluants, les esters de l'acide phtalique ou phtalates font l'objet d'une attention particulière compte tenu de leur toxicité sur la reproduction [18] [19] et de leurs propriétés de perturbateurs endocriniens [20] [15] [18].

Ils sont par conséquent une préoccupation pour la santé humaine et pour le maintien des populations des écosystèmes [21]. Les phtalates proviennent de la réaction de l'acide phtalique avec des alcools [22] [4]. Ils sont synthétisés volontairement pour leurs propriétés plastifiantes et sont également présents dans une grande variété de produits d'usage courant (insecticides, peintures, emballages, vêtements, isolants cosmétiques, câbles, sols en PVC, dispositifs médicaux, jouets pour enfants, sacs en plastique, cadres de fenêtres, emballages alimentaires, etc.) [23] [24] [15] [25] [3] [26]-[28] [4].

En Côte d'Ivoire, des études ont montré la présence, dans les eaux, les organismes aquatiques et les sédiments lagunaires, de pesticides organochlorés [29], d'éléments traces métalliques (ETM) [10] [11] [30] [13] [31], de produits pharmaceutiques [32], d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) [33] et de polychlorobiphényles (PCB) [34]. À l'opposé, malgré leurs effets néfastes et leur présence dans tous les compartiments de l'environnement [15] [19], les travaux portant sur les phtalates sont pratiquement inexistantes. Dans cette étude, l'intérêt sera donc porté sur les phtalates, notamment, sur leurs présences et leurs concentrations dans les sédiments où ils s'accumulent à l'accoutumée [35].

II. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Situé à l'extrême Sud-Est de la Côte d'Ivoire, entre les longitudes 2°51' et 3°21' Ouest et les latitudes 5°05' et 5°22' Nord, le système lagunaire Aby communément appelé lagune Aby couvre une superficie de 424 km². Il constitue, dans sa partie orientale, une frontière naturelle entre la Côte d'Ivoire et le Ghana [36]-[40] (Figure 1). La lagune Aby contient trois détroits larges de 4,5 km ; 2 km et 1,25 km. Ces détroits permettent de la subdiviser en quatre parties à partir des régimes hydrologiques différents, dus aux influences marines, fluviales et atmosphériques variables d'une partie à l'autre de l'ensemble du système lagunaire. Il s'agit du Nord au Sud et d'Ouest en Est de la lagune Aby Nord et de la lagune Aby Sud, de la lagune Tendo et de la lagune Ehy [36] [37] [41]. La lagune Aby renferme de nombreuses îles dont certaines (Assokomonobaha ou Assoko, Balouaté, Méha, Nyamouan, Eloamin et l'île sacrée bosson-Assoun) constituent le parc national des îles Éholié [42].

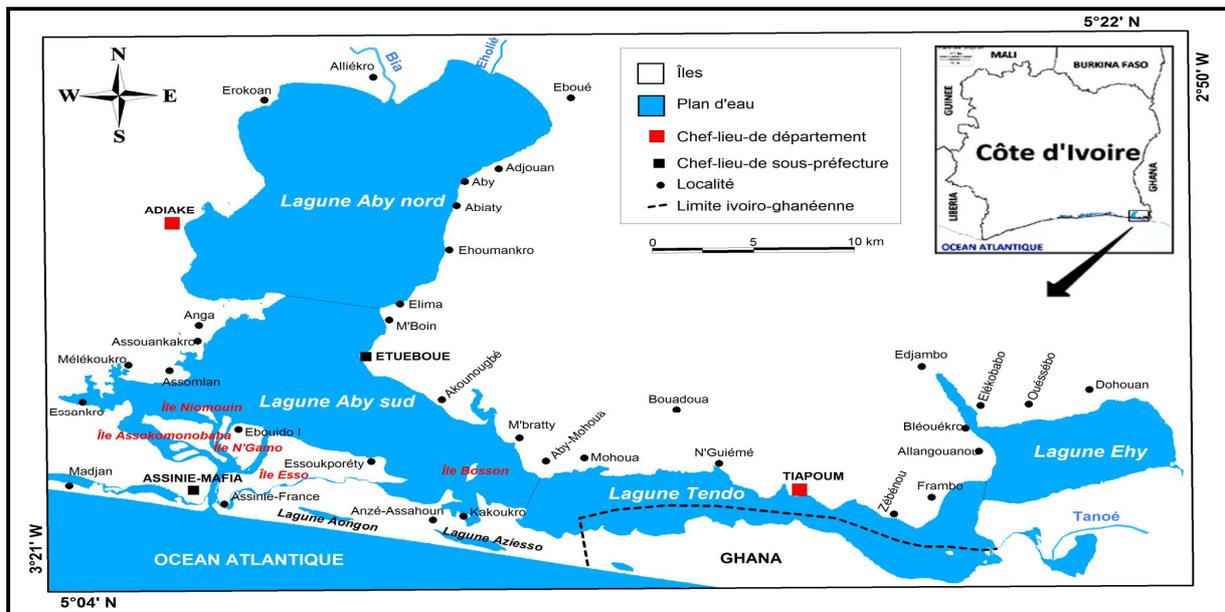


Figure 1: Lagune Aby (Côte d'Ivoire)

III MATÉRIEL ET MÉTHODES

III.1. Les sites de prélèvement des échantillons

Des échantillons saisonniers de sédiments lagunaires ont été prélevés à l'aide d'une benne Eckman sur vingt stations réparties sur l'ensemble du système lagunaire Aby (Figure 2). Les critères de choix des stations sont d'une part les zones proches de grandes agglomérations (Adiaké, Tiapoum), les exutoires des principaux affluents de la lagune (Bia, Tanoé et Eholié), les exutoires du système lagunaire Aby en mer et les plantations agro industrielles et d'autre part la représentativité de l'ensemble du système lagunaire Aby. Ainsi, les exutoires de la Bia, de l'Éholié et de la Tanoé sont les stations 16, 17 et 7 respectivement. La station 1 (Eléman-M'boin) est à cheval entre les lagunes Aby Nord et Aby Sud. Les stations 2, 10 à 12 et 13 sont situées au niveau de la lagune Aby Sud. En outre, les stations 10 à 12 (Kakoukro, Angboudjou et Eboïndo I, respectivement) sont situées au niveau du chenal par lequel le système lagunaire communique avec l'océan.

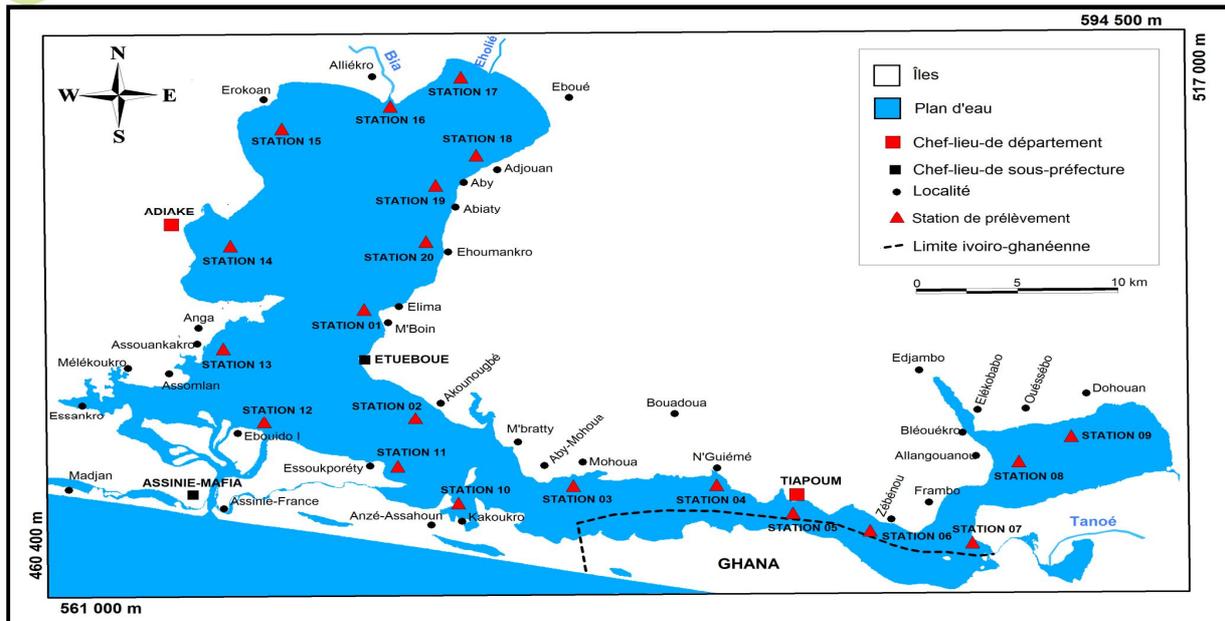


Figure 2: Stations d'échantillonnage

Outre les stations 16 et 17, la lagune Aby Nord est représentée par les stations 14 au niveau de l'agglomération d'Adiaké ; la station 15 entre la ville d'Adiaké et l'exutoire de la Bia et les stations 18 à 20 (Adjouan, Aby-Abiaty et Ehoumankro respectivement). Les stations 3 à 6 (Mowa, N'guiémé, Tiapoum et Zébénou respectivement) sont situées dans la lagune Tendo. La lagune Éhy est représentée par les stations 8 (Allangouanou) et 9. (Ouessébo). Les coordonnées des stations ainsi que la nature des sédiments prélevés sont présentées dans le tableau 1.

TABLEAU I: COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE ET NATURE DES SEDIMENTS

Noms des stations	Numéros des stations	Coordonnées géographiques (UTM)		Nature des sédiments
		X	Y	
Eléman-M'boin	1	476200	578100	Vase
Akounougbe	2	478700	571600	Vase
Mowa	3	486500	567500	Vase
N'guiémé	4	493600	567500	vase + sable + coquillage
Tiapoum	5	497300	565600	vase + coquillage
Zébénou	6	501100	564600	Vase
Tanoé	7	506100	565300	vase + coquillage
Allangouanou	8	508600	568800	Vase
Ouessébo	9	511200	570300	Vase
Kakoukro	10	480800	566500	vase + sable+ coquillage
Angboudjou	11	477800	568700	Sable
Eboïndo I	12	471200	571400	Sable
Assouankakro	13	469200	575800	vase + Sable
Adiaké	14	469600	581900	Vase
Erokoan	15	472200	588900	vase + coquillage
Bia	16	477600	590200	vase + coquillage
Eholié	17	481100	591900	vase sableuse +débris végétaux + coquillage
Adjouan	18	482300	58800	vase +débris végétaux + coquillage
Aby-Abiaty	19	479800	585500	vase + coquillage
Ehoumankro	20	479300	582100	vase + coquillage

Le découpage saisonnier de la région d'Adiaké se présente comme suit: la grande saison sèche de décembre à mars, la grande saison des pluies d'avril à juillet, la petite saison sèche d'août à septembre et la petite saison des pluies d'octobre à novembre [43] [44].

III.2. TRAITEMENT ET ANALYSE DES ECHANTILLONS DE SEDIMENTS

Après les prélèvements, les échantillons de sédiments sont soyeusement emballés dans du papier aluminium pour éviter toute contamination extérieure, puis conservés dans une caisse, à l'abri de la lumière afin d'éviter toute dégradation des échantillons. Au laboratoire, ces échantillons de sédiments sont étalés et séchés à l'air ambiant pendant 4 ou 5 jours. Une fois séchés, les sédiments sont broyés dans un mortier et tamisés avec un tamis dont les mailles ont un diamètre de 500 µm. Vingt (20) g de chaque échantillon de sédiments sont pesés puis extraits dans des tubes à essai avec un solvant organique.

Pour ce faire, 20 mL d'isooctane pour chromatographie (99,8%) sont additionnés au contenu de chaque tube à essai. Les tubes à essai sont ensuite agités pendant 10 minutes et les surnageants sont recueillis après 24 heures de décantation. Les extraits sont purifiés sur une colonne de florisol (60 mesh) préalablement désactivé (5%) après passage à 500°C au four pendant 24 heures. Les extraits purifiés sont ensuite traités aux copeaux de cuivre afin d'éviter toute interférence entre les composés organiques recherchés et les sulfures que peuvent contenir ces extraits. Pour ce faire, des copeaux de cuivre sont ajoutés aux contenus des vials qui sont ensuite agités vigoureusement pendant quelques minutes. Si les échantillons contiennent du sulfure, il se forme un précipité bleu de sulfate de cuivre. Les éluats sont préconcentrés au rotavapeur et récupérés dans des vials, prêts pour l'injection. En l'absence de sulfure, les extraits des échantillons sont préconcentrés au rotavapeur puis injectés. Les échantillons de sédiments ont été analysés au Laboratoire Central d'Agrochimie et d'Écotoxicologie (L.C.A.E) à Abidjan/ Côte d'Ivoire.

L'analyse des échantillons de sédiments a été faite à l'aide du chromatographe en phase gazeuse couplé au spectromètre de masse (GC-MS) de marque GCMS-QP2010 plus. Les conditions analytiques sont les suivantes: au niveau du chromatographe en phase gazeuse, le volume de l'injection est 1 µL, le mode d'injection est le « split » et la température de l'injecteur est 250°C. La colonne utilisée est une colonne DB5 de marque RESEK et elle a une longueur de 30 m. Son diamètre externe est 0,32 mm et le diamètre interne 0,25 mm. La nature de la phase stationnaire est Rtx-5 crossbond. Elle est constituée de 5% de diphényl et de 95% de diméthylpolysiloxane. Le gaz vecteur utilisé est l'hélium avec un débit de 50mL/min et une pression de 21,5 kPa. La programmation de la température de la colonne est présentée dans le tableau 2.

Taux (°C/min)	Température finale (°C)	Durée (min)
-	70	2
15	150	5
10	250	5
8	300	20

Tableau 2: Programmation de la température

La température initiale dans le four est maintenue à 70 °C pendant 2 minutes. Elle passe de 70 °C à 150 °C à des pas de 15°C par minute puis elle est maintenue à 150 °C pendant 5 minutes. Après cinq (5) minutes, la température passe de 150 °C à 250°C à des pas de 10 °C par minute et elle est maintenue ensuite à 250 °C pendant cinq (5) minutes. Enfin, la température passe de 250 °C à 300 °C à des pas de 8 °C par minute et est maintenue à 300 °C pendant 20 minutes. La température de l'interface entre le chromatographe en phase gazeuse et le spectromètre de masse est 200 °C. Au niveau du spectromètre de masse (SM), la température de la source est 300°C et les molécules de l'extrait injecté sont ionisées dans la source du spectromètre par ionisation électronique (IE). L'analyseur est quadripolaire en mode SIM (Single Ion Monitoring) et la température du détecteur est 300°C. Les bibliothèques de spectres utilisées pour l'identification des composés sont : Pesticides, Wiley et Nist.

III.3. DETERMINATION DES CONCENTRATIONS DES COMPOSES

La détermination des concentrations des molécules trouvées a été réalisée par la méthode de calibration interne. L'étalon interne utilisé est l'imidaclopride de concentration 2 mg/mL. Le principe de cette méthode est la suivante : avant l'extraction, les échantillons à analyser sont dopés avec de l'imidaclopride de concentration connue avec exactitude. On procède ensuite à l'extraction et à la purification des échantillons de sédiments selon la méthode [45] d'extraction des pesticides dans les sédiments. Lors du traitement des chromatogrammes des échantillons, le pic de l'étalon interne est identifié et sa surface sur le chromatogramme est connue (Figure 3). Les concentrations des molécules étant proportionnelles à leurs surfaces sur les chromatogrammes, on détermine par une règle de trois, à partir de l'imidaclopride de concentration connue, les concentrations des molécules présentes dans les échantillons analysés. Les paramètres tels que la masse de l'échantillon, le volume final d'extraction et le facteur de dilution sont pris en compte dans la détermination des concentrations des molécules présentes dans les échantillons analysés.

Les composés recherchés dans le cadre de cette étude sont les phtalates. Leurs limites de détection et de quantification et leurs taux de recouvrement sont les suivants :

- limite de détection : 0,3 µg/g ou 0,3mg/kg ;
- limite de quantification : 1µg/g ou 1 mg/kg ;
- taux de recouvrement : 88%.

Le spectrophotomètre en phase gazeuse couplé au spectromètre de masse (GC/MS) est recommandé par l'OMS, (2004) pour le dosage des esters de l'acide phtalique.

Temps de rétention (mn)

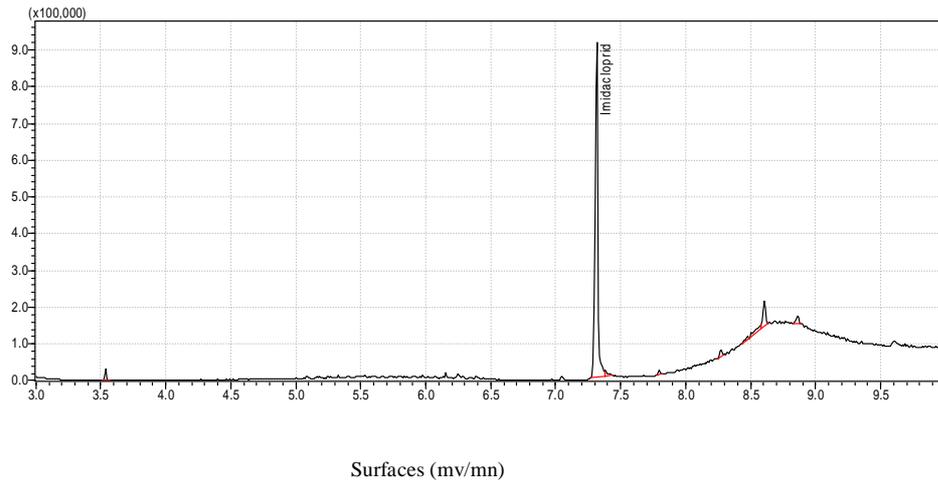
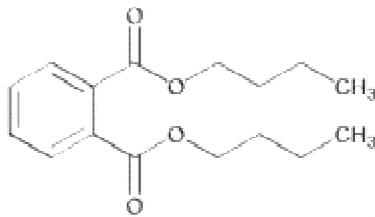


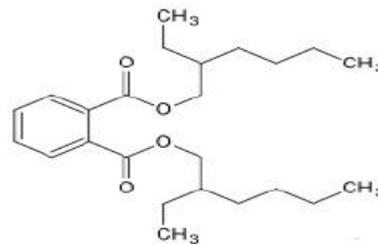
FIGURE 3: CHROMATOGRAMME DE L'IMIDACLOPRIDE (TEMPS DE RETENTION : 7MINS 41 S ; SURFACE 116147 MV/MN)

IV. RÉSULTATS ET DISCUSSION

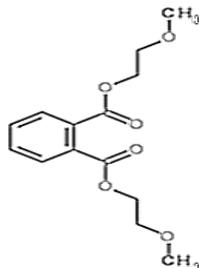
L'analyse des échantillons a révélé la présence dans les sédiments lagunaires de huit (08) phtalates. Ce sont le phtalate de dibutyle (DBP), le phtalate de di (2-éthylhexyle) ou phtalate de di (2-éthylhexyle) (DEHP), le phtalate de diméthylglycole ou de di (2-méthoxyéthyle) (DMEP), le phtalate de di (2-méthylpropyle) ou de di-isobutyle (DIBP), le phtalate de dihexyle (DHP), le phtalate de di-isodécyle (DIDP), le phtalate de butyloctyle (BOP) et le phtalate de didécyle (DDcP). Le tableau 3 présente, en fonction des saisons, les valeurs moyennes, les coefficients de variation et les valeurs extrêmes (minimum et maximum) des phtalates présents dans les sédiments lagunaires. En grande saison sèche, quatre phtalates sur huit sont présents dans les sédiments lagunaires.



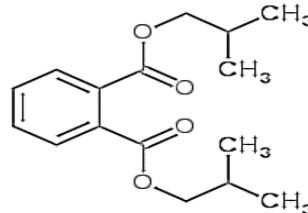
Phtalate de Dibutyle (DBP)



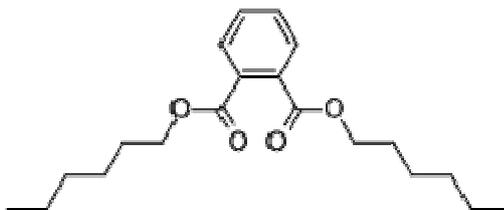
Phtalate de di (2-éthylhexyle) (DEHP)



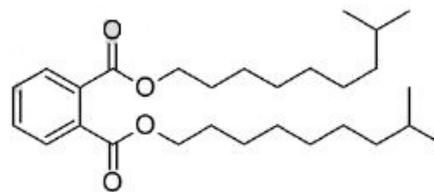
Phtalate de di (2-méthoxyéthyle) (DMEP)



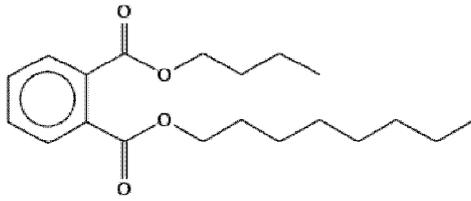
Phtalate de di-isobutyle (DIBP)



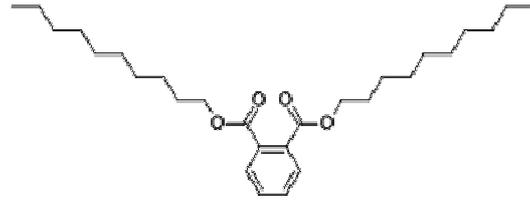
Phtalate de dihexyle (DHP)



Phtalate de di-isodécyle (DIDP)



Phthalate de butyloctyle (BOP)



Phthalate de didécyle (DDcP)

Ce sont: le DBP, le DEHP, le DMEP et le DIBP. Leurs concentrations moyennes sont 65,2 mg/kg, 34,1 mg/kg, 7,71 mg/kg et 59,8 mg/kg respectivement (Tableau III). Le DBP, le DIBP et le DEHP sont successivement les phtalates les plus abondants dans les sédiments lagunaires au cours de cette saison. En grande saison des pluies, six phtalates sur huit sont présents dans les sédiments lagunaires. Il s'agit du DBP, du DEHP, du DMEP, du DIBP, du DHP et du DIDP. Leurs concentrations moyennes sont 66, 4 mg/kg, 63,8 mg/kg, 25,6 mg/kg, 69,5 mg/kg, 3,94 mg/kg et 5,82 mg/kg respectivement (Tableau III). Le DIBP, le DBP, le DEHP et le DMEP sont successivement les phtalates les plus abondants dans les sédiments lagunaires au cours de cette saison. Cinq phtalates sur huit sont présents dans les sédiments lagunaires au cours de la petite saison sèche. Il s'agit du DBP, du DIBP, du DEHP, du DMEP et du BOP. Leurs concentrations moyennes sont 32 mg/kg, 31 mg/kg, 16,6 mg/kg, 4,64 mg/kg et 0,3 mg/kg respectivement (Tableau III). Le DBP, le DIBP, le DEHP sont successivement les phtalates les plus abondants dans les sédiments lagunaires au cours de cette saison. En petite saison des pluies, sept phtalates sur huit sont présents dans les sédiments lagunaires. Ce sont le DBP, le DEHP, le DMEP, le DIBP, le DHP, le DIDP et le DDcP. Leurs concentrations moyennes sont 23,5 mg/kg, 10,7 mg/kg, 44,8 mg/kg, 20,7 mg/kg, 2,17 mg/kg, 2,91 mg/kg et 2,37 mg/kg respectivement (Tableau III). Le DMEP, le DBP, le DIBP et le DEHP sont successivement les phtalates les plus abondants dans les sédiments lagunaires au cours de cette saison.

Quelle que soit la saison, le DBP, le DIBP, le DEHP et le DMEP sont présents dans les sédiments lagunaires (Tableau III). Ils y sont d'ailleurs les phtalates les plus abondants. Cela s'explique par le fait que ces phtalates font parties des phtalates couramment utilisés. Ils sont utilisés comme plastifiant de matière plastique et se retrouvent également dans les articles ou produits de consommation courante tels que les adhésifs, les revêtements en vinyle, les huiles lubrifiantes, les condensateurs électriques, les détergents, les câbles électriques et les produits cosmétiques (parfums, déodorants, lotions après rasage, shampoing, aérosols pour cheveux, vernis à ongles) [21]. Les phtalates présents dans les sédiments lagunaires sont plus diversifiés en saisons pluvieuses comparativement aux saisons sèches. En outre, à l'exception du DMEP en petite saison des pluies, les concentrations moyennes de ceux-ci sont plus élevées en grande saison des pluies. Les teneurs élevées en phtalates des sédiments lagunaires au cours des saisons pluvieuses sont le fait des eaux de ruissellement consécutives aux précipitations. En effet selon [18], les pertes par lessivage à partir de certaines applications font partir des principales voies d'apport de phtalates dans l'environnement. La présence du BOP et du DDcP dans les sédiments lagunaires en petite saison sèche et en petite saison des pluies respectivement pourrait être due à une contamination ponctuelle. Les phtalates présents dans les sédiments de la lagune Aby corroborent les travaux de [47] qui affirment que le DBP et le DEHP sont les phtalates les plus abondants dans les milieux aquatiques. En outre, selon [4], ces phtalates ont une grande dispersion vis-à-vis des autres constituants de leur famille de polluants, et par conséquent, ils sont les plus fréquemment rencontrés. L'abondance du DEHP dans les sédiments de la lagune Aby pourrait s'expliquer également par sa structure. En effet, les phtalates à chaîne longue sont susceptibles d'être plus persistants ; ils ont une forte affinité avec les sédiments et peuvent donc être moins disponibles à la dégradation microbienne [48]. Cependant, le DBP est plus présent dans les sédiments de la lagune Aby que le DEHP dont l'affinité pour la matière organique et les matières en suspension est grande ($\log K_{ow}$ de 7,50) [15]. Cette observation montre que le DEHP qui est le plastifiant le plus couramment utilisé pour le PVC [49] [50] [4], est en train d'être remplacé par d'autres phtalates qui présentent moins de risques sur la santé humaine [49]. Les coefficients de variation très élevés (supérieurs à 100 %) dénotent d'une importante variation temporelle des teneurs en phtalates des sédiments lagunaires. Les phtalates ont des effets néfastes sur l'homme, la faune et la flore aquatique. En effet, selon [4], l'exposition des poissons aux phtalates qui contaminent les milieux aquatiques est susceptible d'entraîner une altération de leur régulation endocrine et en conséquence une diminution de leurs performances individuelles. Chez le genre humain, les effets néfastes des phtalates sont multiples. Il s'agit entre autre de l'asthme, des allergies, de l'hypertension artérielle et du diabète chez l'enfant [51]-[53], d'atteinte à la fertilité de l'homme et de la femme, d'effets néfastes sur le fœtus, sur les issues de la grossesse et sur le nouveau-né [54]-[58]. Les phtalates seraient également responsables de la puberté précoce chez les fillettes et seraient aussi l'une des causes des accouchements prématurés, des cancers de sein, des échecs de l'implantation après une fécondation in vitro [59]-[61]. Le DIBP, le DEHP et le DMEP sont toxiques pour la reproduction et sont assimilés à des substances cancérogènes pour l'homme [18].

Saisons Phtalates	Grande Saison Sèche				Grande Saison des Pluies				Petite Saison Sèche				Petite Saison des Pluies			
	Moy	CV	Min	Max	Moy	CV	Min	Max	Moy	CV	Min	Max	Moy	CV	Min	Max
Phtalate de Dibutyle (DBP)	65,2	211,8	2,3	567	66,4	356	4	1064	32	187	0,8	203,1	23,5	360	3,4	380
Phtalate de Di (2-Ethylhexyle) (DEHP)	34,1	228,1	3,7	310,8	63,8	368	1,26	1057	16,6	215	1,9	35,3	10,7	306	1,3	146,6
Phtalate de Di (2-Methoxyethyl) (DMEP)	7,7	349,3	16,3	120	25,6	295	93,24	320,8	4,6	358	6,6	74	44,8	229	46,6	431,8
Phtalate de Di-Isobutyle (DIBP)	59,8	232,7	3,3	567	69,5	341	9,6	1064	31	194	1	203,1	20,7	409	4,8	380
Phtalate de Dihexyle (DHP)	ND	ND	ND	ND	3,9	310	34,8	44	ND	ND	ND	ND	2,2	314	17,4	26
Phtalate de Di-Isodécyle (DIDP)	ND	ND	ND	ND	5,8	447	ND	116,4	ND	ND	ND	ND	2,9	447	ND	58,2
Phtalate de Butyloctyle (BOP)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,31	447	0	6,3	ND	ND	ND	ND
Phtalate de Didécyle (DDcP)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,4	447	0	47,5

Tableau 3 : Moyennes (Moy), coefficients de variation (CV), valeur minimum (Min) et valeur maximum (Max) des phtalates présents dans les sédiments lagunaires

V CONCLUSION

L'étude de la contamination des sédiments de la lagune Aby par les esters de l'acide phtalique a révélé la présence dans ces sédiments de huit phtalates que sont le phtalate de dibutyle (DBP), le phtalate de di (2-éthylhexyle) ou phtalate de bis (2-éthylhexyle) (DEHP), le phtalate de diméthylglycole ou de di (2-méthoxyéthyle) (DMEP), le phtalate de di (2-méthylpropyle) ou de di-isobutyle (DIBP), le phtalate de dihexyle (DHP), le phtalate de di-isodécyle (DIDP), le phtalate de butyloctyle (BOP) et le phtalate de didécyle (DDcP). Le DBP, le DIBP, le DEHP et le DMEP sont les phtalates les plus abondants dans les sédiments lagunaires tandis que le DHP, le DIDP, le BOP et le DDcP sont moins présents. Les teneurs en phtalates des sédiments lagunaires sont fonction des saisons. En saisons pluvieuses, les phtalates sont diversifiés et leurs concentrations sont élevées comparativement aux saisons sèches. En outre, excepté le DMEP en petite saison des pluies, les concentrations des phtalates sont plus élevées en grande saison des pluies. Les phtalates présents dans les sédiments lagunaires constituent une menace pour la santé des populations à travers l'usage de l'eau et la consommation des produits de pêche. Il convient donc de rechercher les phtalates dans l'eau et les organismes aquatiques et de sensibiliser les populations sur les effets nocifs de ceux-ci.

RÉFÉRENCES

- [1] Beauchamp J., *La pollution littorale*, D.E.S.S. Qualité et Gestion de l'Eau, Université de Picardie Jules Verne, <http://www.U-picardie.fr/beauchamp/cours.qge/pol-litt/pol-litt.htm>, 2003.
- [2] Leaute F., *Biogéochimie des contaminants organiques HAP, PCB et pesticides organochlorés dans les sédiments de l'étang de Thau*, Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, 255 p, 2008.
- [3] Chevreuil M., Blanchard M., Dargnat C., Gasperi J., Gourlay C., Lorgeoux C., Moilleron R., Moreau-Guidon E., Ollivon D., Teil M.-J. et Mouchel J.M., *La micropollution organique dans le bassin de la Seine*, Programme PIREN-SEINE, Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement de la Seine, 68 p, 2009.
- [4] Bergé A., *Identification des sources d'alkylphénols et de phtalates en milieu urbain. Comparaison des rejets à dominante urbaine (domestiques) par rapport à des rejets purement industriels*, Thèse de doctorat en sciences de l'univers et de l'environnement. Université Paris-Est, 290 p, 2012.
- [5] Bloundi M. K., *Étude géochimique de la lagune de Nador (Maroc oriental): Impacts des facteurs anthropiques*, Thèse en cotutelle École et Observatoire des Sciences de la Terre, Université Mohamed V- Agdal, 215 p, 2005.
- [6] UNESCO, *Zones côtières et petites îles : lieu de vie des deux tiers de la population Mondiale*, 1998
- [7] Peršić A., *Modalités de contamination par les polluants organiques persistants des réseaux trophiques lagunaires. Application de la méthode des isotopes stables*, Thèse de Doctorat en Sciences de l'Université de Paris XI, Orsay, 272 p, 2004.
- [8] Gourlay C., *Biodisponibilité des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les écosystèmes aquatiques : Influence de la matière organique naturelle et anthropique*, Thèse École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, 128 p, 2004.
- [9] Crespo A., *Présence et sources des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le bassin d'Arcachon*, Thèse Université Bordeaux 1, École Doctorale Des Sciences De l'Environnement, Spécialité : Géochimie et écotoxicologie, 458 p, 2009
- [10] Claon J.S., « *Exposition au mercure, à l'arsenic et au sélénium de l'écosystème et des populations riveraines de la lagune Aby (Côte d'Ivoire – Ghana) : recherche de bioindicateurs* », Thèse de l'Université de Montpellier I en cotutelle avec l'Université de Cocody (Côte d'Ivoire), 206 P, 2004.
- [11] Issola Y., A. M. Kouassi, B.K. Dongui, A. A. Adingra, J. Biemi, *Concentration des métaux lourds des sédiments d'une lagune côtière tropicale: lagune de Fresco (Côte d'Ivoire)*, Journal of applied Biosciences 18: 1009-1018, ISSN 1997-5902, 2009
- [12] El Morhit M., *Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien (Bas Loukkos)*, Thèse de Doctorat, Université Mohammed V-Agdal, 232 p, 2009.
- [13] Coulibaly A. S., Mondé S., Wognin V. A. et Aka K., *Analyse des éléments traces métalliques (ETM) dans les baies estuariennes d'Abidjan*, Afrique Science 05 (3) (2009) 77 - 96 ISSN 1813-548X, 2009.
- [14] Brignon J.-M. et Malherbe L., *Di (2-Ethylhexyl) phtalate*, INERIS-DRC-MECO, version N° 1 mai 2005, 32 p, 2005.
- [15] Dargnat C., *Sources, transfert et devenir des phtalates sur le bassin versant de la Seine. Caractérisation des dangers pour l'environnement et les écosystèmes*, Thèse de Doctorat Université Paris VI-Pierre et Marie Curie Spécialité : Géosciences et Ressources Naturelles (ED 398) 320 p, 2008.
- [16] Huang P.C., Tien C.J., Sun Y.M., Hsieh C.Y. et Lee C.C., *Occurrence of phthalates in sediment and biota: Relationship to aquatic factors and the biota-sediment accumulation factor*, Chemosphere 73, 539-544, 2008
- [17] Fatoki O., M. Bornman, L. Ravandhalala, L. Chimuka et A. Adeniyi, *Phthalate ester plasticizers in freshwater systems of Venda, South Africa and potentiel health effects*, Water SA (online) Vol. 36 no.1 pretoria, Jan. 2010.

- [18] Almeras C., Cacan Y., Gérec V., Millet M., *Projet PERSAN les phtalates*, École des Hautes Études en Santé Publiques, 42 p, 2010.
- [19] Chatonnet P., Boutou S. et Plana A., *Contamination des vins et des spiritueux par des résidus de Phtalates. Nature des contaminants en présence, sources de contamination et moyens de prévention*, Revue des Œnologues N°152 Juillet 2014 25-30, 2014.
- [20] Blanchard M, Teil MJ, Motelay-Masséi A, Garban B, Ollivon D, Tiphagne K, Chevreuil M., *Transferts de phtalates en milieu urbain : de l'atmosphère aux eaux de surface*, Rapport PIREN Seine, 2003.
- [21] Anonyme, *Rapport au Parlement relatif aux perturbateurs endocriniens*, République Française, juin 2014, 111 p.
- [22] Lachambre M. et C. Fisson, *La contamination chimique : quel risque en estuaire de Seine*, Fiche substance : phtalates-DEHP, DBP, DEP, octobre 2007, 12P.
- [23] Heise S. and Litz N., *Deskstudy Phthalates*, German Federal Environmental Agency, Berlin, Germany, February 2004, Horizontal-14, 40 p.
- [24] INRS, *Phtalate de bis (2-éthylhexyle)*, Fiche toxicologique No 161, 9 p, 2004.
- [25] Edder P., D. Ortelli, A. Klein et S. Ramseier, *Métaux et micropolluants organiques dans les eaux et les sédiments du Léman*, Campagne 2007, Rapp. comm. int. Prot. Eaux Léman contre pollut., campagne 2007, 2008, 57-84
- [26] INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), *Rapport d'étude*, 22/02/2010. N° DRC-10-102861-02415A, Convention.
- [27] INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), *AQUAREF-Journée technique phtalates-V0*, 24 mars 2011, 69 p.
- [28] Ait El Cadi M, El Jaoudi R, Bouslimane Y, Bouklouze A, Cherrah Y, *Les perturbateurs endocriniens : quel risque pour la santé ? mt Médecine de la Reproduction*, Gynécologie Endocrinologie 2011 ; 13 (2) : 102-9 doi:10.1684/mte.2011.0352
- [29] Ouffoué Koffi S., Ahibo Koffi A., Villeneuve J.P., Sess D.E. & Nguessan Y.N., *Pollution of a tropical lagoon by determination of organochlorine compounds*, Tropicultura, 2009, 27, 77-82.
- [30] Soro G., Metongo B.S., Soro N., Ahoussi E.K., Kouamé F.K., Zade S.G.P. et Soro T., *Métaux lourds (Cu, Cr, Mn et Zn) dans les sédiments de surface d'une lagune tropicale africaine: cas de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire)*, Int. J. Biol. Chem. Sci 3 (6): 1408-1427, décembre 2009, ISSN 1991-8631.
- [31] Akpétou K. L., Kouassi A. M., Goula B. T. A, Assemian S. et Aka K., *Nutrients induction on lead, cadmium, manganese, zinc and cobalt speciation in the sediments of Aby lagoon (Côte d'Ivoire)*, International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(8), 2010, 3894-3900
- [32] Kouadio D.L., Traoré K.S., Bekro I.-A., Mambo V., Dembele A., Mamadou K., Mazellier P., Legube B., Houenou P., *Contamination des eaux de surface par les produits pharmaceutiques en zones urbaines de Côte d'Ivoire : cas du District d'Abidjan*, European Journal of scientific research, Vol. 27 N° 1 (2009), pp. 140-151
- [33] Affian, K., Robin, M., Maanan, M. Dighehi B., Djagoua E. V. & Kouamé F., *Heavy metal and polycyclic aromatic hydrocarbons in Ebrié lagoon sediments, Côte d'Ivoire*, Environmental Monitoring Assessment (2009), 159: 531
- [34] Hampoh A. H., Ehouman A. G. S., Brou K., Traoré K. S., Kone mamadou et Dembele A., *Niveau de contamination en polychlorobiphényles (PCB) dans les poissons frais pêchés dans la lagune de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire)*, European Scientific Journal (0214) ? Vol. 10, N° 27.
- [35] Ferreira de Oliveira T., *Étude d'un procédé de dépollution basé sur le couplage ozone/charbon actif pour l'élimination des phtalates en phase aqueuse*, Thèse de Doctorat, Université d'Orleans, 214 p.
- [36] Chantraine J.-M., *La lagune Aby (Côte d'Ivoire). Morphologie, Hydrologie, Paramètres physico-chimiques*, Doc. Sci. Centre de Rech. Océanogr. Abidjan, Vol. XI, n°2, Dec. 1980 : 39-77.
- [37] N'goran Y. N., *Biologie, écologie et pêche de l'ethmalose ; Ethmalosa Fimbriata (Bowdich, 1825) en lagune Aby (Côte d'Ivoire)*, Thèse de Doctorat de l'Université de de Bretagne Occidentale. Spécialité : Océanologie Biologique. 20 janvier 1995 227 p.
- [38] Durand J. R. et Skubich M., *Les lagunes ivoiriennes*, Aquaculture, 27 (1982) 211-250. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Printed in Netherlands.
- [39] Abé J., B. S. Bamba, S. Bakayoko, P. K. Koffi & S. Cissoko, *Influence des régimes hydrologiques sur les variations morphologiques actuelles d'une passe lagunaire en domaine microtidal tropical (la passe d'Assinie en lagune Aby - Côte d'Ivoire)*, Laboratoire de Physique et de géologie Marine, Centr. Rech. Océanogr, 52p, 1996.
- [40] Wango T.-E., Akpetou L. et Adopo K.L., *Simulation de la dispersion sel-eau douce dans la lagune Aby (Côte d'Ivoire)*, Rev. Ivoir. Sci. Technol., 24 (2014) 213-222.
- [41] Kambiré O., Adingra A.A., Eblin S.G., Aka N., Kakou A.C. et Koffi-Nevry R., *Caractérisation des eaux d'une lagune estuarienne de la Côte d'Ivoire : Lagune Aby*, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°, Décembre 2014, pp.95-110
- [42] Malan D. F., Aké Assi L., Tra Bi F. H., Neuba D., *Diversité floristique du parc national des îles Éhotilé (littoral est de la Côte d'Ivoire)*, Bois et Forêt des Tropiques, 2007, N° 292 (2). Diversité biologique flore, Côte d'Ivoire.

- [43] Seu-Anoï N. M., *Structuration spatiale et saisonnière des peuplements phytoplanctoniques et variabilité des facteurs abiotiques dans trois complexes lagunaires de la Côte d'Ivoire (Aby, Ebrié, Grand-Lahou)*, Thèse Unique Université de Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire, 135 p, 2012
- [44] Eblin S. G., Sombo A. P., G. Soro, Aka N., O. Kambiré O. et Soro N., *Hydrochimie des eaux de surface de la région d'Adiaké (sud-est côtier de la Côte d'Ivoire)*, Journal of Applied Biosciences 75 :6259-6271, ISSN 1997-5902
- [45] AOAC Official 01 Method: *Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate*, 2007.
- [46] O.M.S., *Directives de qualité pour l'eau de boisson. Troisième édition. Volume 1, recommandations*, 110 p, 2004.
- [47] Peijnenburg W. J. G. M. and J. Struijs, *Occurrence of phthalate esters in the environment Netherlands. Laboratory for Ecological Risk Assessment*, National Institute of Public Health and the Environment, P.O Box 1, 3720 BA Bilthoven, The Netherlands. *Ecotoxicology and Environmental Safety* Volume 63, Issue 2, February 2006, PP 204-215.
- [48] Dargnat C., *Analyse des sources de contamination du réseau hydrographique par les phthalates*, DEA Hydrologie, Hydrogéologie, Géostatistique et Géochimie, Université Pierre et Marie Curie, Université Paris-Sud, École des Mines de Paris & École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, 60 p, 2004.
- [49] Allizorpp M., Sintillo D. and Johnson P., *Hazardous chemicals in PVC flooring*, Greenpeace Research Laboratory Technical Note: 14/00, 2000 <http://eugreenpeace.org/downloads/chem/pvc>.
- [50] Causse R. et Sirdey T., *Recommandations portant sur les phthalates dans les dispositifs médicaux*. Agence Française de sécurité sanitaire des produits de santé, 2009
- [51] Larsson M, Hägerhed-Engman L, Kolarik B, James P, Lundin F, Janson S, Sundell J, Bornehag CG., *PVC--as flooring material--and its association with incident asthma in a Swedish child cohort study*. *Indoor Air*, 2010Dec;20(6):494-501. doi:10.1111/j.1600-0668.2010.00671.x. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21070375>.
- [52] Lin, S., Ku, H.Y., Su, P.H., Chen, J.W., Huang, P.C., Angerer, J., Wang, S.L., *Phthalate exposure in pregnant women and their children in central Taiwan*, *Chemosphere* 82, 655–947, 2011
- [53] Trasande L, Sathyanarayana S. et Spanier A. J., *Urinary phthalates are associated with higher blood pressure in childhood*, *J. pediatr.* 163 (3): 747-753 (e 741), 2013
- [54] Lin, C., Lee, C.-J., Mao, W.-M., Nadim, F., *Identifying the potential sources of di-(2-ethylhexyl) phthalate contamination in the sediment of the Houjing River in southern Taiwan*, *J. Hazard. Mater.* 161, 270-275, 2009.
- [55] Lambrot R, Muczynski V, Lecureuil C, Angenard G, Coffigny H, Pairault C, Moison D, Frydman R, Habert R, Rouiller-Fabre V., *Phthalates impair germ cell development in the human fetal testis in vitro without change in testosterone production*, *Environ Health Perspect*;117:32–37, 2009.
- [56] INRS, *Phthalate de dibutyle*, Fiche (DEMETER) (Document pour l'évaluation médicale des produits toxiques vis-à-vis de la reproduction.) 7 p, 2010.
- [57] Burdorf A, Brand T, Jaddoe VW, *The effects of work-related maternal risk factors on time to pregnancy, preterm birth and birth weight: the Generation R Study*, *Occup Environ Med.* 2011; 68:197–204. [PubMed]
- [58] Desdoits-Lethimonier C, Albert O, Le BB, Perdu E, Zalko D et Courant F, *Human testis steroidogenesis is inhibited by phthalates*, *Hum Reprod* 27:1451–1459, 2012.
- [59] Wolff MS, Teitelbaum SL, Pinney SM, Windham G, Liao L, Biro F, et al., *Investigation of relationships between urinary biomarkers of phytoestrogens, phthalates, and phenols and pubertal stages in girls*, *Environ Health Perspect* 118:1039, 2010
- [60] Lopez-Carillo L., Hernandez-Ramirez R.U., Calafat A.M., Torres-Sanchez L., Galvan-Portillo M., Needham L.L., Ruiz-Ramos R., Cebrian M.E., *"Exposure to phthalates and breast cancer risk in Northern Mexico"*, *Environmental Health Perspectives* 114 (4): 539–544. doi:10.1289/ehp.0901091. PMC 2854732. PMID 20368132, 2010.
- [61] Ferguson K.K., R. Loch-Carusio R. et Meeker J. D., *Urinary phthalate metabolites in relation to biomarkers of inflammation and oxidative stress: NHANES 1999–2006*, *Environ. Res.*, 111 (5) (2011), pp. 718–726.