



**HAL**  
open science

# Connaissances de la population française sur les perturbateurs endocriniens

Élisa Bonnerandi

► **To cite this version:**

Élisa Bonnerandi. Connaissances de la population française sur les perturbateurs endocriniens. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03667644

**HAL Id: dumas-03667644**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03667644v1>**

Submitted on 13 May 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**Faculté des sciences  
médicales et paramédicales**  
Aix-Marseille Université

**Connaissances de la population Française  
sur les perturbateurs endocriniens**

# **T H È S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES ET PARAMÉDICALES**

**DE MARSEILLE**

**Le 10 Mai 2022**

**Par Madame Élisabeth BONERANDI**

**Née le 21 août 1992 à Marseille 12<sup>ème</sup> (13)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur CASTINETTI Frédéric**

**Président**

**Monsieur le Professeur GROB Jean-Jacques**

**Assesseur**

**Madame le Docteur CIBOIS-HONNORAT Isabelle**

**Directeur**

**Monsieur le Docteur (MCU-PH) CUNY Thomas**

**Assesseur**





**Faculté des sciences  
médicales et paramédicales**  
Aix-Marseille Université

**Connaissances de la population Française  
sur les perturbateurs endocriniens**

# **T H È S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES ET PARAMÉDICALES  
DE MARSEILLE**

**Le 10 Mai 2022**

**Par Madame Élisabeth BONERANDI**

**Née le 21 août 1992 à Marseille 12<sup>ème</sup> (13)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur CASTINETTI Frédéric**

**Président**

**Monsieur le Professeur GROB Jean-Jacques**

**Assesseur**

**Madame le Docteur CIBOIS-HONNORAT Isabelle**

**Directeur**

**Monsieur le Docteur (MCU-PH) CUNY Thomas**

**Assesseur**

## FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

<b>Doyen</b>	:	<b>Pr. Georges LEONETTI</b>
Vice-Doyen aux affaires générales	:	Pr. Patrick DESSI
Vice-Doyen aux professions paramédicales	:	Pr. Philippe BERBIS
Conseiller	:	Pr. Patrick VILLANI

### **Asseseurs :**

➤ aux études	:	Pr. Kathia CHAUMOITRE
➤ à la recherche	:	Pr. Jean-Louis MEGE
➤ à l'unité mixte de formation continue en santé	:	Pr. Justin MICHEL
➤ pour le secteur NORD	:	Pr. Stéphane BERDAH
➤ Groupements Hospitaliers de territoire	:	Pr. Jean-Noël ARGENSON
➤ aux masters	:	Pr. Pascal ADALIAN

### **Chargés de mission :**

➤ sciences humaines et sociales	:	Pr. Pierre LE COZ
➤ relations internationales	:	Pr. Stéphane RANQUE
➤ DU/DIU	:	Pr. Véronique VITTON
➤ DPC, disciplines médicales & biologiques	:	Pr. Frédéric CASTINETTI
➤ DPC, disciplines chirurgicales	:	Dr. Thomas GRAILLON

## ÉCOLE DE MEDECINE

<b>Directeur</b>	:	<b>Pr. Jean-Michel VITON</b>
------------------	---	------------------------------

### **Chargés de mission**

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marie-Aleth RICHARD
▪ DFASM	:	Pr. Marc BARTHET
▪ Préparation aux ECN	:	Dr Aurélie DAUMAS
▪ DES spécialités	:	Pr. Pierre-Edouard FOURNIER
▪ DES stages hospitaliers	:	Pr. Benjamin BLONDEL
▪ DES MG	:	Pr. Christophe BARTOLI
▪ Démographie médicale	:	Dr. Noémie RESSEGUIER
▪ Etudiant	:	Elise DOMINJON

## ÉCOLE DE DE MAIEUTIQUE

**Directrice** : **Madame Carole ZAKARIAN**

**Chargés de mission**

- 1<sup>er</sup> cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Cécile NINA

## ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

**Directeur** : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

**Chargés de mission**

- Masso- kinésithérapie 1<sup>er</sup> cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Joannie HENRY
- Mutualisation des enseignements : Madame Géraldine DEPRES

## ÉCOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

**Directeur** : **Monsieur Sébastien COLSON**

**Chargés de mission**

- Chargée de mission : Madame Sandrine MAYEN RODRIGUES
- Chargé de mission : Monsieur Christophe ROMAN

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	DEVIN Robert
	ALDIGHERI René		DEVRED Philippe
	ALESSANDRINI Pierre		DJIANE Pierre
	ALLIEZ Bernard		DONNET Vincent
	AQUARON Robert		DUCASSOU Jacques
	ARGEME Maxime		DUFOUR Michel
	ASSADOURIAN Robert		DUMON Henri
	AUFFRAY Jean-Pierre		ENJALBERT Alain
	AUTILLO-TOUATI Amapola		FAUGERE Gérard
	AZORIN Jean-Michel		FAVRE Roger
	BAILLE Yves		FIECHI Marius
	BARDOT Jacques		FARNARIER Georges
	BARDOT André		FIGARELLA Jacques
	BERARD Pierre		FONTES Michel
	BERGOIN Maurice		FRANCES Yves
	BERLAND Yvon		FRANCOIS Georges
	BERNARD Dominique		FUENTES Pierre
	BERNARD Jean-Louis		GABRIEL Bernard
	BERNARD Jean-Paul		GALINIER Louis
	BERNARD Pierre-Marie		GALLAIS Hervé
	BERTRAND Edmond		GAMERRE Marc
	BISSET Jean-Pierre		GARCIN Michel
	BLANC Bernard		GARNIER Jean-Marc
	BLANC Jean-Louis		GAUTHIER André
	BOLLINI Gérard		GERARD Raymond
	BONGRAND Pierre		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BONNEAU Henri		GIUDICELLI Sébastien
	BONNOIT Jean		GOUDARD Alain
	BORY Michel		GOUIN François
	BOTTA Alain		GRILLO Jean-Marie
	BOTTA-FRIDLUND Danielle		GRIMAUD Jean-Charles
	BOUBLI Léon		GRISOLI François
	BOURGADE Augustin		GROULIER Pierre
	BOUVENOT Gilles		GUYS Jean-Michel
	BOUYALA Jean-Marie		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BREMOND Georges		HASSOUN Jacques
	BRICOT René		HEIM Marc
	BRUNET Christian		HOUEL Jean
	BUREAU Henri		HUGUET Jean-François
	CAMBOULIVES Jean		JAQUET Philippe
	CANNONI Maurice		JAMMES Yves
	CARTOUZOU Guy		JOUVE Paulette
	CAU Pierre		JUHAN Claude
	CHABOT Jean-Michel		JUIN Pierre
	CHAMLIAN Albert		KAPHAN Gérard
	CHARPIN Denis		KASBARIAN Michel
	CHARREL Michel		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CHAUVEL Patrick		LACHARD Jean
	CHOUX Maurice		LAFFARGUE Pierre
	CIANFARANI François		LAUGIER René
	CLAVERIE Jean-Michel		LE TREUT Yves
	CLEMENT Robert		LEGRE Régis
	COMBALBERT André		LEVY Samuel
	CONTE-DEVOLX Bernard		LOUCHET Edmond
	CORRIOL Jacques		LOUIS René
	COULANGE Christian		LUCIANI Jean-Marie
	CURVALE Georges		MAGALON Guy
	DALMAS Henri		MAGNAN Jacques
	DE MICO Philippe		MALLAN- MANCINI Josette

## PROFESSEURS HONORAIRES

DELPERO Jean-Robert  
DESSEIN Alain  
DELARQUE Alain

MALMEJAC Claude  
MARANINCHI Dominique  
MARTIN Claude



## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	MATTEI Jean François	UNAL Daniel
	MERCIER Claude	VAGUE Philippe
	MICHOTEY Georges	VAGUE/JUHAN Irène
	MIRANDA François	VANUXEM Paul
	MONFORT Gérard	VERVLOET Daniel
	MONGES André	VIALETTES Bernard
	MONGIN Maurice	WEILLER Pierre-Jean
	MUNDLER Olivier	
	NAZARIAN Serge	
	NICOLI René	
	NOIRCLERC Michel	
	OLMER Michel	
	OREHEK Jean	
	PAPY Jean-Jacques	
	PAULIN Raymond	
	PELOUX Yves	
	PENAUD Antony	
	PENE Pierre	
	PIANA Lucien	
	PICAUD Robert	
	PIGNOL Fernand	
	POGGI Louis	
	POITOUT Dominique	
	PONCET Michel	
	POUGET Jean	
	PRIVAT Yvan	
	QUILICHINI Francis	
	RANQUE Jacques	
	RANQUE Philippe	
	RAOULT Didier	
	RICHAUD Christian	
	RIDINGS Bernard	
	ROCHAT Hervé	
	ROHNER Jean-Jacques	
	ROUX Hubert	
	ROUX Michel	
	RUFO Marcel	
	SAHEL José	
	SALAMON Georges	
	SALDUCCI Jacques	
	SAMBUC Roland	
	SAN MARCO Jean-Louis	
	SANKALE Marc	
	SARACCO Jacques	
	SARLES Jacques	
	SARLES - PHILIP Nicole	
	SASTRE Bernard	
	SCHIANO Alain	
	SCOTTO Jean-Claude	
	SEBAHOUN Gérard	
	SEITZ Jean-François	
	SERMENT Gérard	
	SOULAYROL René	
	TAMALET Jacques	
	TARANGER-CHARPIN Colette	
	THIRION Xavier	
	THOMASSIN Jean-Marc	

## EMERITAT

### 2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

### 2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

### 2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

### 2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

### 2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

### 2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

### 2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

### 2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

## EMERITAT

### 2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETTES Bernard	31/08/2019

### 2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

### 2018

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019
M. le Professeur	RIDINGS Bernard	31/08/2021

### 2019

M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2020
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2020
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2020
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2020
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2020
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2020
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2020

### 2020

M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2021
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2021

## EMERITAT

M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2021
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2021
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2021
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2021

2021

M. le Professeur	BOUBLI Léon	31/08/2024
M. le Professeur	LEGRE Régis	31/08/2024
M. le Professeur	RAOULT Didier	31/08/2024
M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2022
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2022
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2022
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2022
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2022
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2022
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2022

<b>1967</b>	
MM. les Professeurs	DADI (Italie) CID DOS SANTOS (Portugal)
<b>1974</b>	
MM. les Professeurs	MAC ILWAIN (Grande-Bretagne) T.A. LAMBO (Suisse)
<b>1975</b>	
MM. les Professeurs	O. SWENSON (U.S.A.) Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)
<b>1976</b>	
MM. les Professeurs	P. FRANCHIMONT (Belgique) Z.J. BOWERS (U.S.A.)
<b>1977</b>	
MM. les Professeurs	C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.) C.GIBBS (U.S.A.) J. DACIE (Grande-Bretagne)
<b>1978</b>	
M. le Président	F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)
<b>1980</b>	
MM. les Professeurs	A. MARGULIS (U.S.A.) R.D. ADAMS (U.S.A.)
<b>1981</b>	
MM. les Professeurs	H. RAPPAPORT (U.S.A.) M. SCHOU (Danemark) M. AMENT (U.S.A.) Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne) S. REFSUM (Norvège)
<b>1982</b>	
M. le Professeur	W.H. HENDREN (U.S.A.)
<b>1985</b>	
MM. les Professeurs	S. MASSRY (U.S.A.) KLINSMANN (R.D.A.)
<b>1986</b>	
MM. les Professeurs	E. MIHICH (U.S.A.) T. MUNSAT (U.S.A.) LIANA BOLIS (Suisse) L.P. ROWLAND (U.S.A.)
<b>1987</b>	
M. le Professeur	P.J. DYCK (U.S.A.)
<b>1988</b>	
MM. les Professeurs	R. BERGUER (U.S.A.) W.K. ENGEL (U.S.A.) V. ASKANAS (U.S.A.) J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.) A. DAVIGNON (Canada) A. BETTARELLO (Brésil)
<b>1989</b>	
M. le Professeur	P. MUSTACCHI (U.S.A.)

<b>1990</b>	
MM. les Professeurs	J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
<b>1991</b>	
MM. les Professeurs	J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
<b>1992</b>	
MM. les Professeurs	H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
<b>1994</b>	
MM. les Professeurs	G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
<b>1995</b>	
MM. les Professeurs	D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
<b>1997</b>	
MM. les Professeurs	C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
<b>1998</b>	
MM. les Professeurs	O. JARDETSKY (U.S.A.)
<b>1999</b>	
MM. les Professeurs	J. BOTELLA LLUSIA (Espagne) D. COLLEN (Belgique) S. DIMAURO (U. S. A.)
<b>2000</b>	
MM. les Professeurs	D. SPIEGEL (U. S. A.) C. R. CONTI (U.S.A.)
<b>2001</b>	
MM. les Professeurs	P-B. BENNET (U. S. A.) G. HUGUES (Grande Bretagne) J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)
<b>2002</b>	
MM. les Professeurs	M. ABEDI (Canada) K. DAI (Chine)
<b>2003</b>	
M. le Professeur Sir	T. MARRIE (Canada) G.K. RADDI (Grande Bretagne)
<b>2004</b>	
M. le Professeur	M. DAKE (U.S.A.)
<b>2005</b>	
M. le Professeur	L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)
<b>2006</b>	
M. le Professeur	A. R. CASTANEDA (U.S.A.)

**2007**

M. le Professeur

S. KAUFMANN (Allemagne)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHIARONI Jacques
<i>ALBANESE Jacques Surnombre</i>	CHINOT Olivier
ALIMI Yves	CHOSSEGROS Cyrille
AMABILE Philippe	COLLART Frédéric
AMBROSI Pierre	COSTELLO Régis
ANDRE Nicolas	COURBIERE Blandine
ARGENSON Jean-Noël	COWEN Didier
ASTOUL Philippe	CRAVELLO Ludovic
ATTARIAN Shahram	CUISSET Thomas
AUDOUIN Bertrand	DA FONSECA David
AUQUIER Pascal	DAHAN-ALCARAZ Laetitia
AVIERINOS Jean-François	DANIEL Laurent
AZULAY Jean-Philippe	DARMON Patrice
BAILLY Daniel	DAUMAS Aurélie
BARLESI Fabrice	DAVID Thierry
BARLIER-SETTI Anne	D'ERCOLE Claude
BARLOGIS Vincent	D'JOURNO Xavier
BARTHET Marc	DEHARO Jean-Claude
BARTOLI Christophe	DELAPORTE Emmanuel
BARTOLI Jean-Michel	DENIS Danièle
BARTOLI Michel	DISDIER Patrick
BARTOLOMEI Fabrice	DODDOLI Christophe
BASTIDE Cyrille	DRANCOURT Michel
BELIARD-LASSERRE Sophie	DUBUS Jean-Christophe
BENSOUSSAN Laurent	DUFFAUD Florence
BERBIS Philippe	DUFOUR Henry
BERBIS Julie	DURAND Jean-Marc
BERDAH Stéphane	DUSSOL Bertrand
BEROUD Christophe	EBBO Mikaël
BERTRAND Baptiste	EUSEBIO Alexandre
BERTUCCI François	FABRE Alexandre
BEYER-BERJOT Laura	FAKHRY Nicolas
BLAISE Didier	FAURE Alice
BLIN Olivier	FELICIAN Olivier
BLONDEL Benjamin	FENOLLAR Florence
BOISSIER Romain	FIGARELLA/BRANGER Dominique
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FLECHER Xavier
BONELLO Laurent	FOUILLOUX Virginie
BONNET Jean-Louis	FOURNIER Pierre-Edouard
BOUFI Mourad	FRANCESCHI Frédéric
BOYER Laurent	FUENTES Stéphane
BREGÉON Fabienne	GABERT Jean
BRETELLE Florence	GABORIT Bénédicte
BROUQUI Philippe	GAINNIER Marc
BRUDER Nicolas	GARCIA Stéphane
BRUE Thierry	GARIBOLDI Vlad
BRUNET Philippe	GAUDART Jean
BURTEY Stéphane	GAUDY-MARQUESTE Caroline
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GENTILE Stéphanie
CASANOVA Dominique	GERBEAUX Patrick
CASTINETTI Frédéric	GEROLAMI/SANTANDREA René
CECCALDI Mathieu	GILBERT/ALESSI Marie-Christine
CHAGNAUD Christophe	GIORGI Roch
CHAMBOST Hervé	GIOVANNI Antoine
CHAMPSAUR Pierre	GIRARD Nadine
CHANEZ Pascal	GIRAUD/CHABROL Brigitte
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GONCALVES Anthony
CHARREL Rémi	GRANEL/REY Brigitte
CHAUMOITRE Kathia	GRANDVAL Philippe
	GREILLIER Laurent



PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AMABILE Philippe	COLLART Frédéric	GUIS Sandrine
AMBROSI Pierre	COSTELLO Régis	GUYE Maxime
ANDRE Nicolas	COURBIERE Blandine	GUYOT Laurent
ARGENSON Jean-Noël	COWEN Didier	<i>GUY'S Jean-Michel Retraite le 24/09/2021</i>
ASTOUL Philippe	CRAVELLO Ludovic	HABIB Gilbert
ATTARIAN Shahram	CUISSET Thomas	HARDWIGSEN Jean
AUDOUIN Bertrand	DA FONSECA David	HARLE Jean-Robert
AUQUIER Pascal	DAHAN-ALCARAZ Laetitia	HOUVENAEGHEL Gilles
AVIERINOS Jean-François	DANIEL Laurent	JACQUIER Alexis
AZULAY Jean-Philippe	DARMON Patrice	JOURDE-CHICHE Noémie
BAILLY Daniel	DAUMAS Aurélie	JOUBE Jean-Luc
BARLESI Fabrice	DAVID Thierry	KAPLANSKI Gilles
BARLIER-SETTI Anne	D'ERCOLE Claude	KARSENTY Gilles
BARLOGIS Vincent	D'JOURNO Xavier	<i>KERBAUL François détachement</i>
BARTHET Marc	DEHARO Jean-Claude	KRAHN Martin
BARTOLI Christophe	DELAPORTE Emmanuel	LAFFORGUE Pierre
BARTOLI Jean-Michel	DENIS Danièle	LAGIER Jean-Christophe
BARTOLI Michel	DISDIER Patrick	LAMBAUDIE Eric
BARTOLOMEI Fabrice	DODDOLI Christophe	LANCON Christophe
BASTIDE Cyrille	DRANCOURT Michel	LA SCOLA Bernard
BELIARD-LASSERRE Sophie	DUBUS Jean-Christophe	LAUNAY Franck
BENSOUSSAN Laurent	DUFFAUD Florence	LAVIEILLE Jean-Pierre
BERBIS Philippe	DUFOUR Henry	LE CORROLLER Thomas
BERBIS Julie	DURAND Jean-Marc	LECHEVALLIER Eric
BERDAH Stéphane	DUSSOL Bertrand	LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale
BEROUD Christophe	EBBO Mikael	LEONE Marc
BERTRAND Baptiste	EUSEBIO Alexandre	LEONETTI Georges
BERTUCCI François	FABRE Alexandre	LEPIDI Hubert
BEYER-BERJOT Laura	FAKHRY Nicolas	LEVY Nicolas
BLAISE Didier	FAURE Alice	MACE Loïc
BLIN Olivier	FELICIAN Olivier	MAGNAN Pierre-Edouard
BLONDEL Benjamin	FENOLLAR Florence	MANCINI Julien
BOISSIER Romain	FIGARELLA/BRANGER Dominique	MEGE Jean-Louis
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FLECHER Xavier	MERROT Thierry
BONELLO Laurent	FOUILLOUX Virginie	METZLER/GUILLEMAIN Catherine
BONNET Jean-Louis	FOURNIER Pierre-Edouard	MEYER/DUTOUR Anne
BOUFI Mourad	FRANCESCHI Frédéric	MICCALEF/ROLL Joëlle
BOYER Laurent	FUENTES Stéphane	MICHEL Fabrice
BREGEON Fabienne	GABERT Jean	MICHEL Gérard
BRETELLE Florence	GABORIT Bénédicte	MICHEL Justin
BROUQUI Philippe	GAINNIER Marc	MICHELET Pierre
BRUDER Nicolas	GARCIA Stéphane	MILH Mathieu
BRUE Thierry	GARIBOLDI Vlad	MILLION Matthieu
BRUNET Philippe	GAUDART Jean	MOAL Valérie
BURTEY Stéphane	GAUDY-MARQUESTE Caroline	MORANGE Pierre-Emmanuel
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GENTILE Stéphanie	MOULIN Guy
CASANOVA Dominique	GERBEAUX Patrick	MOUTARDIER Vincent
CASTINETTI Frédéric	GEROLAMI/SANTANDREA René	NAUDIN Jean
CECCALDI Mathieu	GILBERT/ALESSI Marie-Christine	NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
CHAGNAUD Christophe	GIORGI Roch	NICOLLAS Richard
CHAMBOST Hervé	GIOVANNI Antoine	NGUYEN Karine
CHAMPSAUR Pierre	GIRARD Nadine	OLIVE Daniel
CHANEZ Pascal	GIRAUD/CHABROL Brigitte	OLLIVIER Matthieu
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GONCALVES Anthony	OUAFIK L'Houcine
CHARREL Rémi	GRANEL/REY Brigitte	OVAERT-REGGIO Caroline
CHAUMOITRE Kathia	GRANDVAL Philippe	PAGANELLI Franck
	GREILLIER Laurent	<i>PANUEL Michel Surnombre</i>

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PAPAZIAN Laurent	ROLL Patrice	VALERO René
PAROLA Philippe	ROSSI Dominique	VAROQUAUX Arthur Damien
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure	ROSSI Pascal	VELLY Lionel
PELLETIER Jean	ROUDIER Jean	VEY Norbert
PERRIN Jeanne	SALAS Sébastien	VIDAL Vincent
PESENTI Sébastien	SARLON-BARTOLI Gabrielle	VIENS Patrice
PETIT Philippe	SCAVARDA Didier	VILLANI Patrick
PHAM Thao	SCHLEINITZ Nicolas	VITON Jean-Michel
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	SEBAG Frédéric	VITTON Véronique
PIQUET Philippe	SIELEZNEFF Igor	<i>VIEHWEGER Heide Elke détachement</i>
PIRRO Nicolas	SIMON Nicolas	VIVIER Eric
POINSO François	STEIN Andréas	XERRI Luc
RACCAH Denis	SUISSA Laurent	ZIELEZKIEWICZ Laurent
RANQUE Stéphane	TAIEB David	
REGIS Jean	THOMAS Pascal	
REYNAUD/GAUBERT Martine	THUNY Franck	
REYNAUD Rachel	TOSELLO Barthélémy	
RICHARD/LALLEMAND Marie-Alet	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès	
RICHERI Raphaëlle	<i>TRIGLIA Jean-Michel Surnombre</i>	
ROCHE Pierre-Hugues	TROPIANO Patrick	
ROCH Antoine	TSIMARATOS Michel	
ROCHWERGER Richard	TURRINI Olivier	

**PROFESSEUR DES UNIVERSITES**

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
FERON François  
LE COZ Pierre  
LEVASSEUR Anthony  
RANJEVA Jean-Philippe  
SOBOL Hagay

**PROFESSEUR CERTIFIE**

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne

**PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI-TEMPS**

REVIS Joana

**PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GENERALE**

GENTILE Gaëtan

**PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à TEMPS PLEIN DES DISCIPLINES MEDICALES**

BOUSSUGES Alain

**PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES**

DUTAU Hervé

# MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AHERFI Sarah	GELSI/BOYER Véronique	ROBERT Thomas
ANGELAKIS Emmanouil ( <i>disponibilité</i> )	GIUSIANO Bernard	ROMANET Pauline
ATLAN Catherine ( <i>disponibilité</i> )	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	SABATIER Renaud
BEGE Thierry	GONZALEZ Jean-Michel	SARI-MINODIER Irène
BENYAMINE Audrey	GOURIET Frédérique	SAVEANU Alexandru
BIRNBAUM David	GRAILLON Thomas	SECQ Véronique
BONINI Francesca	GUERIN Carole	SOLER Raphael
BOUCRAUT Joseph	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	STELLMANN Jan-Patrick
BOULAMERY Audrey	GUIDON Catherine	SUCHON Pierre
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GUIVARCH Jokthan	TABOURET Emeline
BOUSSEN Salah Michel	HAUTIER Aurélie	TOGA Isabelle
BUFFAT Christophe	HRAIECH Sami	TOMASINI Pascale
CAMILLERI Serge	IBRAHIM KOSTA Manal	TROUDE Lucas
CARRON Romain	JALOUX Charlotte	TROUSSE Delphine
CASSAGNE Carole	JARROT Pierre-André	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CERMOLACCE Michel	KASPI-PEZZOLI Elise	VELY Frédéric
CHAUDET Hervé	L'OLLIVIER Coralie	VENTON Geoffroy
CHRETIEN Anne-Sophie	LABIT-BOUVIER Corinne	VION-DURY Jean
COZE Carole	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	ZATTARA/CANNONI Hélène
CUNY Thomas	LAGARDE Stanislas	
DADOUN Frédéric ( <i>disponibilité</i> )	LAGIER Aude ( <i>disponibilité</i> )	
DALES Jean-Philippe	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DARIEL Anne	LAMBERT Isabelle	
DEGEORGES/VITTE Joëlle ( <i>disponibilité</i> )	LENOIR Marien	
DEHARO Pierre	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DELLIAUX Stéphane	LOOSVELD Marie	
DELTEIL Clémence	MAAROUF Adil	
DESPLAT/JEGO Sophie	MACAGNO Nicolas	
DEVILLIER Raynier	MARLINGE Marion	
DUBOURG Grégory	MAUES DE PAULA André	
DUCONSEIL Pauline	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUFOUR Jean-Charles	MEGE Diane	
ELDIN Carole	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
FOLETTI Jean- Marc	NOUGAIREDE Antoine	
FRANKEL Diane	PAULMYER/LACROIX Odile	
FROMNOT Julien	RADULESCO Thomas	
GASTALDI Marguerite	RESSEGUIER Noémie	
GAUDRY Marine	ROBERT Philippe	

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DESNUES Benoît	RUEL Jérôme
BARBACARU/PERLES T. A.	MARANINCHI Marie	THOLLON Lionel
BERLAND Caroline	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THIRION Sylvie
BOYER Sylvie	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	VERNA Emeline
COLSON Sébastien	POGGI Marjorie	
DEGIOANNI/SALLE Anna	POUGET Benoît	

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic

**MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE  
MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS**

BARGIER Jacques  
FIERLING Thomas  
FORTE Jenny  
JANCZEWSKI Aurélie  
NUSSLI Nicolas  
ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle  
THERY Didier

**MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS**

BOURRIQUEN Maryline  
EVANS-VIALLAT Catherine  
LAZZAROTTO Sébastien  
LUCAS Guillaume  
MATHIEU Marion  
MAYENS-RODRIGUES Sandrine  
MELLINAS Marie  
ROMAN Christophe  
TRINQUET Laure

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES -  
PRATICIENS HOSPITALI PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES  
UNIVERSITES mono-appartenants**

**ANATOMIE 4201**

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)  
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)  
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)  
LAGIER Aude (MCU-PH) *disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

**ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203**

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)  
DANIEL Laurent (PU-PH)  
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)  
GARCIA Stéphane (PU-PH)  
XERRI Luc (PU-PH)

DALES Jean-Philippe (MCU-PH)  
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)  
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)  
MACAGNO Nicolas (MCU-PH)  
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)  
SECQ Véronique (MCU-PH)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;  
MEDECINE URGENCE 4801**

ALBANESE Jacques (PU-PH) *Surnombre*  
BRUDER Nicolas (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)  
ZIELEZKIEWICZ Laurent (PU-PH)

BOUSSEN Salah Michel (MCU-PH)  
GUIDON Catherine (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne (PRCE)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT  
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)  
PERRIN Jeanne (PU-PH)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)  
POUGET Benoît (MCF)  
VERNA Emeline (MCF)

**BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501**

CHARREL Rémi (PU PH)  
DRANCOURT Michel (PU-PH)  
FENOLLAR Florence (PU-PH)  
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)  
LA SCOLA Bernard (PU-PH)

AHERFI Sarah (MCU-PH)  
ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH) *disponibilité*  
DUBOURG Grégory (MCU-PH)  
GOURIET Frédérique (MCU-PH)  
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)  
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)

LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)  
DESNUES Benoit (MCF) ( 65ème section )  
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401**

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)  
GABERT Jean (PU-PH)  
GUIEU Régis (PU-PH)  
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)  
FROMNOT Julien (MCU-PH)  
MARLINGE Marion (MCU-PH)  
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)  
ROMANET Pauline (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

ROLL Patrice (PU-PH)

FRANKEL Diane (MCU-PH)  
GASTALDI Marguerite (MCU-PH)  
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)  
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

**BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301**

GUEDJ Eric (PU-PH)  
 GUYE Maxime (PU-PH)  
 TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)  
 RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)  
 VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatistiques, Informatique Médicale  
ET TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION 4604**

GAUDART Jean (PU-PH)  
 GIORGI Roch (PU-PH)  
 MANCINI Julien (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)  
 DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)  
 GIUSIANO Bernard (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)  
 BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

**CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
 BLONDEL Benjamin (PU-PH)  
 FLECHER Xavier (PU PH)  
 OLLIVIER Matthieu (PU-PH)  
 ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
 TROPIANO Patrick (PU-PH)

**CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702**

BERTUCCI François (PU-PH)  
 CHINOT Olivier (PU-PH)  
 COWEN Didier (PU-PH)  
 DUFFAUD Florence (PU-PH)  
 GONCALVES Anthony (PU-PH)  
 HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)  
 LAMBAUDIE Eric (PU-PH)  
 PADOVANI Laetitia (PH-PH)  
 SALAS Sébastien (PU-PH)  
 VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)  
 TABOURET Emeline (MCU-PH)

**CARDIOLOGIE 5102**

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)  
 BONELLO Laurent (PU PH) BONNET Jean-Louis (PU-PH)  
 CUISSET Thomas (PU-PH) DEHARO Jean-Claude (PU-PH)  
 FRANCESCHI Frédéric (PU-PH) HABIB Gilbert (PU-PH)  
 PAGANELLI Franck (PU-PH) THUNY Franck (PU-PH)

DEHARO Pierre (MCU PH)

**CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
 BEYER-BERJOT Laura (PU-PH)  
 HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
 MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
 SEBAG Frédéric (PU-PH)  
 SIELEZNEFF Igor (PU-PH)  
 TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)  
 BIRNBAUM David (MCU-PH)  
 DUCONSEIL Pauline (MCU-PH)  
 GUERIN Carole (MCU PH)  
 MEGE Diane (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402**

*GUYS Jean-Michel (PU-PH) Retraite le 24/09/2021*  
 FAURE Alice (PU PH)  
 JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
 LAUNAY Franck (PU-PH)  
 MERROT Thierry (PU-PH)  
 PESENTI Sébastien (PU-PH)  
 VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) détachement

DARIEL Anne (MCU-PH)

**CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503**

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
 GUYOT Laurent (PU-PH)

FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
 D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
 DODDOLI Christophe (PU-PH)  
 FOUILLOUX Virginie (PU-PH)  
 GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
 MACE Loïc (PU-PH)  
 THOMAS Pascal (PU-PH)

LENOIR Marien (MCU-PH)  
 TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE, RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛLOGIE 5004**

BERTRAND Baptiste (PU-PH)  
 CASANOVA Dominique (PU-PH)

HAUTIER Aurélie (MCU-PH)  
 JALOUX Charlotte (MCU PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
 AMABILE Philippe (PU-PH)  
 BARTOLI Michel (PU-PH)  
 BOUFI Mourad (PU-PH)  
 MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
 PIQUET Philippe (PU-PH)  
 SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)

GAUDRY Marine (MCU PH)  
 SOLER Raphael (MCU-PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
 DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)  
 GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
 GRANDVAL Philippe (PU-PH)  
 VITTON Véronique (PU-PH)

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

**GENETIQUE 4704****DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
 DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)  
 GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)  
 GROB Jean-Jacques (PU-PH)  
 RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

BEROUD Christophe (PU-PH)  
 KRAHN Martin (PU-PH)  
 LEVY Nicolas (PU-PH)  
 NGYUEN Karine (PU-PH)  
  
 ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

**DUSI**

COLSON Sébastien (MCF)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)  
 EVANS-VIALLAT Catherine (MAST)  
 LUCAS Guillaume (MAST)  
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)  
 MELLINAS Marie (MAST)  
 ROMAN Christophe (MAST)  
 TRINQUET Laure (MAST)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
 BRETTELLE Florence (PU-PH)  
 CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)  
 COURBIERE Blandine (PU-PH)  
 CRAVELLO Ludovic (PU-PH)  
 D'ERCOLE Claude (PU-PH)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)  
 CASTINETTI Frédéric (PU-PH)

CUNY Thomas (MCU PH)



**EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION**

4601

AUQUIER Pascal (PU-PH)  
BERBIS Julie (PU-PH)  
BOYER Laurent (PU-PH)  
GENTILE Stéphanie (PU-PH)

LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)  
RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section)

**IMMUNOLOGIE 4703I**

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)  
MEGE Jean-Louis (PU-PH)  
OLIVE Daniel (PU-PH)  
VIVIER Eric (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)  
CHRETIEN Anne-Sophie (MCU PH)  
DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)  
DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)  
JARROT Pierre-André (MCU PH)  
ROBERT Philippe (MCU-PH)  
VELY Frédéric (MCU-PH)

**MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503**

BROUQUI Philippe (PU-PH)  
LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)  
MILLION Matthieu (PU-PH)  
PAROLA Philippe (PU-PH)  
STEIN Andréas (PU-PH)

ELDIN Carole (MCU-PH)

**MEDECINE D'URGENCE 4805**

GERBEAUX Patrick (PU PH)  
*KERBAUL François (PU-PH) détachement*  
MICHELET Pierre (PU-PH)

**MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU  
VIEILLISSEMENT ; ADDICTOLOGIE 5301**

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)      BENYAMINE Audrey (MCU-PH)  
DISDIER Patrick (PU-PH)  
DURAND Jean-Marc (PU-PH)  
EBBO Mikael (PU-PH)  
GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
HARLE Jean-Robert (PU-PH)  
ROSSI Pascal (PU-PH)  
SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

**HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION 4701**

BLAISE Didier (PU-PH)  
COSTELLO Régis (PU-PH)  
CHIARONI Jacques (PU-PH)  
GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)  
MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)  
VEY Norbert (PU-PH)

DEVILLIER Raynier (MCU PH)  
GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
IBRAHIM KOSTA Manal (MCU PH)  
LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
LOOSVELD Marie (MCU-PH)  
SUCHON Pierre (MCU-PH)  
VENTON (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

**MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603**

BARTOLI Christophe (PU-PH)  
LEONETTI Georges (PU-PH)  
PELLISSIER-ALICOT Anne-Laure (PU-PH)  
PIERCECCHI-MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

DELTEIL Clémence (MCU PH)  
TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BERLAND Caroline (MCF) (1ère section)

**MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905**

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)  
VITON Jean-Michel (PU-PH)

**MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602**

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

**MEDECINE GENERALE 5303**

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

FIERLING Thomas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

FORTE Jenny (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

NUSSLI Nicolas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle

(MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

(nomination au 1/10/2019)

**NUTRITION 4404**

BELIARD Sophie (PU-PH)

DARMON Patrice (PU-PH)

RACCAH Denis (PU-PH)

VALERO René (PU-PH)

*ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité*

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

**ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)**

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)

SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

**OPHTALMOLOGIE 5502**

DAVID Thierry (PU-PH)

DENIS Danièle (PU-PH)

**OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**

DESSI Patrick (PU-PH)

FAKHRY Nicolas (PU-PH)

GIOVANNI Antoine (PU-PH)

LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)

MICHEL Justin (PU-PH)

NICOLLAS Richard (PU-PH)

*TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH) Surnombre*

RADULESCO Thomas (MCU-PH)

REVIS Joana (PAST) (Orthophonie) (7ème Section)

**NEPHROLOGIE 5203**

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanne (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

MOAL Valérie (PU-PH)

ROBERT Thomas (MCU-PH)

**NEUROCHIRURGIE 4902**

DUFOUR Henry (PU-PH)

FUENTES Stéphane (PU-PH)

REGIS Jean (PU-PH)

ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)

SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

GRAILLON Thomas (MCU PH)

TROUDE Lucas (MCU-PH)

**NEUROLOGIE 4901**

ATTARIAN Sharham (PU PH)

AUDOIN Bertrand (PU-PH)

AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)

CECCALDI Mathieu (PU-PH)

EUSEBIO Alexandre (PU-PH)

FELICIAN Olivier (PU-PH)

PELLETIER Jean (PU-PH)

SUISSA Laurent (PU-PH)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

**PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904**

DA FONSECA David (PU-PH)

POINSO François (PU-PH)

GUIVARCH Jokthan (MCU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -  
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)

MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)

SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)

RANQUE Stéphane (PU-PH)

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

MATHIEU Marion (MAST)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

TOGA Isabelle (MCU-PH)

### PEDIATRIE 5401

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARLOGIS Vincent (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

FABRE Alexandre (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

MICHEL Gérard (PU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

TOSELLO Barthélémy (PU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)

### PHYSIOLOGIE 4402

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

BOUSSUGES Alain (PR associé à temps plein)

BONINI Francesca (MCU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

*DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)*

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

LAGARDE Stanislas (MCU-PH)

LAMBERT Isabelle (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

### PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903

BAILLY Daniel (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

RICHERI Raphaëlle (PU-PH)

CERMOLACCE Michel (MCU-PH)

### PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101

ASTOUL Philippe (PU-PH)

BARLESI Fabrice (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

### PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PSYCHOLOGIE SOCIALE

AGHABABIAN Valérie (PR)

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

DUTAU Hervé ( Pr Associé des universités à 1/2 temps)

### RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

*PANUEL Michel (PU-PH) surnombre*

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

### RHUMATOLOGIE 5001

GUIS Sandrine (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

### THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804

AMBROSI Pierre (PU-PH)

DAUMAS Aurélie (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

GAINNIER Marc (PU-PH)  
PAPAZIAN Laurent (PU-PH)  
ROCH Antoine (PU-PH)

HRAIECH Sami (MCU-PH)

BASTIDE Cyrille (PU-PH)  
BOISSIER Romain (PU-PH)  
KARSENTY Gilles (PU-PH)  
LECHEVALLIER Eric (PU-PH)  
ROSSI Dominique (PU-PH)

## REMERCIEMENTS

À Monsieur le Professeur CASTINETTI Frédéric, merci de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury de thèse.

À Madame le Docteur CIBOIS-HONNORAT Isabelle, merci d'être ce médecin passionné qui a à cœur de transmettre à ses élèves. Merci d'avoir accepté d'être ma directrice de thèse, et de m'avoir guidée pour mener à bien cette étude.

À Monsieur le Professeur GROB Jean-Jacques, merci d'avoir compris la signification et l'importance toute particulière de votre présence au sein de ce jury de thèse. Merci pour la bienveillance dont vous avez toujours fait preuve envers moi.

À Monsieur le Docteur CUNY Thomas, merci d'avoir accepté de siéger au sein de mon jury et de vous être tant impliqué dans la réalisation de ce travail. Merci infiniment pour votre disponibilité, votre gentillesse et vos conseils, qui ont été d'une aide précieuse.

Merci également à toutes les personnes croisées au cours de mes études, qui m'ont apporté soutien, bonne humeur, compétences et confiance en moi.

Je pense à tous les membres de l'équipe du service d'hépatogastroentérologie du Pr Coton à l'HIA Laveran, qui ont tous été d'une bienveillance inespérée à mon égard. Je pense au Dr Cibois-Honorat et à sa famille qui m'ont si bien accueillie. Je pense à mes co-internes des urgences de la Timone avec qui j'ai connu la galère inimaginable de la première vague de COVID 19. À toute l'équipe du centre hospitalier d'Allauch, des standardistes jusqu'au chef de service en passant par les cuisiniers et évidemment toutes les équipes soignantes, merci pour leur gentillesse et leur humanité. À toutes ces femmes formidables qui se battent chaque jour pour les plus précaires, femmes et enfants, au sein de la PMI d'Aubagne. Et enfin, merci au Docteur SANCINI de m'avoir apporté bonne humeur, soutien et compétences pendant le dernier stage de mon internat.

À mes amis, de ceux qui m'ont accompagnée au tout début de mes études, à ceux qui partagent mon quotidien aujourd'hui. Ils ont, sûrement sans le savoir, contribué à l'équilibre dont j'ai eu besoin au fil de ces longues années d'études.

Merci à Louis et Thomas, mes deux plus anciens amis, qui m'ont accompagnée au cours des multiples péripéties de mon parcours et dont l'éloignement ne change en rien le lien qui nous unit.

Et surtout, un merci tout particulier à mon ami Benoît-Joseph, mon binôme au cours de toutes ces années de médecine, qui m'a toujours soutenue, cru en moi et poussée vers le haut. Ta personnalité hors norme et ta force sans faille m'ont portée jusqu'à aujourd'hui. Je n'y serai jamais arrivé sans toi. Merci pour tout ce que tu es, tu as le cœur sur la main et toutes les personnes qui ont eu la chance de croiser ton chemin savent à quel point ton amitié est précieuse.

Merci à ma belle-famille, en particulier ma belle-mère Nicole, pour tout ce qu'elle m'apporte. Merci pour votre dévouement, votre amour et votre accueil au sein de votre famille. Merci de m'avoir confié votre bien le plus précieux et accordé votre confiance pour en prendre soin.

Merci à mon frère Antoine, pilier de ma vie, que j'aime autant que j'admire. Merci d'être ce frère tête en l'air mais toujours attentionné et protecteur envers ta petite sœur. Je ne sais pas comment je pourrais vivre sans toi.

Je remercie tous les autres membres de ma famille, en particulier Cécile, Marie-Laure, Lucille, Skander, Bernadette, Dominique, Hervé, Frank et Hélène pour leur amour et leur soutien. Vous êtes tous un peu déjantés à votre manière mais je ne vous changerais pour rien au monde. Merci pour ces moments précieux passés en famille. Merci aussi à tous ceux qui ne sont plus là, pour tout ce qu'ils m'ont apporté durant mon enfance.

Merci à mes parents, mes deux modèles d'intégrité, de dévouement et de réussite. Je suis tellement fière et chanceuse d'être leur fille.

À ma maman chérie, merci pour ton soutien de chaque instant. Tu as toujours été là pour moi, dans les bons et les mauvais moments, tu m'as aidée à grandir, à évoluer, à avancer. Tu m'as toujours supportée, même quand j'étais insupportable. Merci pour ton amour infini qui m'a permis d'affronter les travers de la vie. Tout ce que j'ai, toutes mes réussites, c'est à toi que je les dois. Merci d'être la meilleure mère du monde.

Et merci à toi, mon fantastique papa. Merci pour tout ce que tu as été, et tout ce que tu représentes pour moi. Il y a des émotions qui sont trop douloureuses pour pouvoir être exprimées. Tu m'as tellement apporté dans ma vie mais tellement pris le jour où tu es parti. J'aurais tant aimé que tu sois près de moi pour me voir grandir, devenir adulte, devenir docteur... J'espère que quelque part de là-haut tu valides mes choix, et que tu es fier de moi.

Et enfin, merci à cette personne merveilleuse qui partage ma vie, mon mari. Merci pour ta patience sans limite, ton amour sans faille et ton soutien de chaque instant. Tu es le plus beau cadeau que la vie m'ait fait, et je suis heureuse de commencer avec toi ce nouveau chapitre de notre vie.

*« Par un beau matin de printemps, vous marchez dans la campagne le nez au vent à l'affût de sensations nouvelles. De fines feuilles, vert tendre, remplacent peu à peu les bourgeons ; la nature s'éveille, mais aucun chant d'oiseau ne vient chatouiller vos tympans. Les oiseaux ne sont pas atteints de mutisme, ni n'ont perdu le goût de chanter. Chanter est leur façon de marquer leur territoire pour la recherche de nourriture et pour la reproduction. Ils ont tout bonnement disparu » - Rachel Carson -1962 - Silent Spring*

# SOMMAIRE

<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>II. GÉNÉRALITÉS.....</b>	<b>5</b>
1. Historique .....	5
2. Définitions.....	8
3. Caractéristiques toxicologiques des perturbateurs endocriniens.....	9
3.1. Modes d'expositions .....	9
3.2. Mécanismes d'action.....	9
3.3. Effets et principes toxicologiques des PE .....	10
3.4. Polluants Organiques Persistants (POP).....	11
4. Les perturbateurs endocriniens du quotidien et leurs impacts sanitaires.....	12
5. Réglementation sur les PE .....	13
5.1. A l'échelle Européenne.....	13
5.2. A l'échelle nationale .....	16
<b>III. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....</b>	<b>19</b>
1. Type d'étude .....	19
2. Population étudiée .....	19
3. Le questionnaire .....	19
4. Analyse des données .....	20
5. Recherche bibliographique .....	21
<b>IV. Résultats .....</b>	<b>22</b>
1. Caractéristiques de l'échantillon.....	22
2. Auto évaluation des connaissances sur les PE et ressenti .....	24
3. Evaluation des connaissances.....	25
4. Habitudes de vie .....	32
5. Attentes et préoccupations .....	33
6. Comparaison des sous-groupes .....	36
6.1. Comparaison selon l'âge .....	36
6.2. Comparaison selon le genre .....	36
6.3. Comparaison selon le fait d'avoir ou non des enfants .....	37
6.4. Comparaison selon le lieu de vie.....	38
6.5. Comparaison selon le statut de professionnel de santé .....	38
6.6. Comparaison selon la catégorie socio professionnelle .....	38
6.7. Comparaison selon le risque ressenti.....	39
<b>V. Discussion .....</b>	<b>40</b>
1. Interprétation des résultats .....	40
1.1. Données socio-démographiques.....	40
1.2. Comparaison avec études antérieures.....	42
2. Forces et limites de l'étude.....	45
3. Perspectives .....	46
<b>VI. Conclusion.....</b>	<b>53</b>



<b>VII. Bibliographie .....</b>	<b>54</b>
<b>VIII. Annexes .....</b>	<b>71</b>
ANNEXE 1 : Déclaration de Wingspread .....	71
ANNEXE 2 : Les perturbateurs endocriniens de notre quotidien et leurs impacts sanitaires .....	76
ANNEXE 3 : Questionnaire Thèse .....	95
ANNEXE 4 : Résultats des analyses en sous-groupe .....	100
<b>IX. Liste des abréviations .....</b>	<b>104</b>
<b>X. Serment d’Hippocrate .....</b>	<b>105</b>

## **I. Introduction**

Même si les facteurs de vulnérabilité diffèrent d'un individu à l'autre, il est admis que les facteurs environnementaux influencent, voire déterminent, l'apparition de certaines pathologies. Ils seraient responsables, d'après L'OMS de près d'un quart des pathologies chroniques et des décès dans le monde (1).

La pollution environnementale est donc un problème de santé publique majeur dont se saisissent progressivement des autorités sanitaires, gouvernementales et les populations à travers le monde depuis les années 1990.

Les perturbateurs endocriniens (PE) sont partie intégrante des pollutions environnementales impactant la santé animale et humaine. Le concept des PE, apparu en 1991, a longtemps été débattu, ignoré, parfois nié, avant d'être propulsé au cœur de l'actualité par des alertes répétées des scientifiques et par des scandales sanitaires comme celui du Distilbène.

Les PE jouent un rôle dans l'augmentation de l'incidence de multiples pathologies : troubles de la fertilité, troubles métaboliques, cancers, malformations fœtales, troubles neurodéveloppementaux... L'importance de la fenêtre d'exposition est un paramètre fondamental qui permet de déterminer les populations à protéger en priorité des PE, que sont les enfants -depuis leur conception in utero jusqu'à la période pubertaire- ainsi que les femmes en âge de procréer.

Omniprésents dans notre quotidien, il est quasiment impossible pour l'Homme de ne pas être exposé aux PE. Les études de biosurveillance françaises montrent que 100% de la population de notre pays est exposé aux PE (2). Les modes d'expositions connus sont principalement les voies alimentaire, cutanée, transplacentaire, mais également respiratoire, intraveineuse ou via l'allaitement maternel. Les sources d'expositions sont innombrables, et peuvent provenir de l'ensemble des produits du quotidien de chaque français : Alimentations, vêtements, cosmétiques, produits ménagers, produits de bricolages, plastiques, meubles, jouets...

Depuis l'année 2014, les autorités publiques françaises ont mis en place plusieurs plans nationaux ayant pour objectif principal de réduire l'exposition de la population aux PE. Ces stratégies nationales reposent sur la recherche, l'évolution de la législation et l'information des populations.

En 2016, une première étude a mis en évidence que les connaissances des femmes en âge de procréer sur les PE étaient très faibles (3). 5 ans plus tard, après 2 stratégies nationales sur les PE (SNPE 1 et 2) et à l'aube du commencement du Plan National Santé Environnement 4 (PNSE 4), nous avons choisi de réévaluer les connaissances de l'ensemble de la population française sur les PE.

Nous n'avons pas restreint notre étude aux seules femmes en âge de procréer car il nous a semblé pertinent de penser que, pour protéger efficacement les populations cibles, l'ensemble de la population française doit acquérir des connaissances sur le sujet.

En effet, la réduction de l'exposition aux PE passe par une modification des comportements de consommation. Or, même si les femmes assument toujours la majorité des tâches domestiques, plusieurs études montrent que les hommes participent de plus en plus à certaines tâches notamment aux courses, à la cuisine ainsi qu'au bricolage ; trois zones stratégiques donc pour lutter contre l'exposition aux PE au sein des foyers (4)(5).

L'objectif principal de notre étude était donc de proposer un état des lieux des connaissances de la population française âgée de plus de 16 ans sur les PE. Notre étude a finalement porté sur un échantillon non représentatif de la population française âgée de plus de 16 ans. Nous voulions également observer si certains facteurs biologiques ou sociaux ont un impact sur le niveau de connaissances sur les PE. Nous voulions également connaître les modes d'informations reçues par la population ainsi que leurs attentes et préoccupations concernant les PE.

## II. Généralités

### 1. Historique

Le concept de perturbateurs endocriniens a progressivement émergé suite à l'observation de modifications environnementales, animales et humaines en lien avec l'exposition à certaines substances. L'histoire des perturbateurs endocriniens peut être mise en parallèle avec l'histoire de la chimie, de la révolution industrielle, et l'essor des produits phytosanitaires.

Le recours aux substances chimiques date de plusieurs millénaires. Historiquement utilisée à visée médicinale, la chimie a rapidement été mise au service de l'agriculture. L'usage du soufre, par exemple, remonte à la Grèce antique.

C'est à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle que débute l'histoire contemporaine des pesticides industriels, avec le développement de la chimie minérale et la synthèse des organochlorés. Puis, les recherches sur les armes chimiques lors de la première guerre mondiale permettent d'accroître les connaissances des scientifiques internationaux et permettent à partir des années 1930 une utilisation massive des pesticides.

Dans les années 1950, la biologiste Américaine Rachel Carson mène des études sur l'impact de ces nouvelles substances sur la faune et la flore. Elle constate une nette diminution des populations d'oiseaux, notamment au printemps. C'est à partir de cette observation qu'elle écrira « *Silent Spring* », ouvrage publié en 1962 qui dénonce l'utilisation massive des pesticides et autres produits chimiques et leurs conséquences sur l'environnement.

Elle plaide pour un usage contrôlé des pesticides et une transition vers une agriculture biologique. Dans son livre, elle met notamment en lien la pollution des sols par les pesticides, tout particulièrement le dichlorodiphényl-trichloroéthane (DDT), et la diminution de plusieurs espèces d'oiseaux dont le grand Aigle Américain (6).

Son livre connaît dès sa parution un vif succès avec plus de 500 000 ventes aux Etats unis, et participe à une prise de conscience collective à la fois politique, scientifique et populaire. Au total, environ 2 millions d'exemplaires seront vendus dans le monde.

C'est sous l'influence de cet ouvrage que sera fondée l'Environmental Protection Agency (EPA) en 1970. Plus tard, en 1974, la science donnera raison à Rachel Carson et le DDT sera interdit aux USA. Elle deviendra ainsi la pionnière du mouvement écologiste.

Après Rachel Carson, nombre de scientifiques ont observé des anomalies de la reproduction dans le monde animal, en y faisant un lien avec l'exposition à de multiples substances chimiques.

À partir des années 1980, le professeur d'embryologie Louis Guillette s'intéressa au lac Apopka en Floride, reconnu comme étant une zone de déversement important de DDT et ses métabolites (5).

Il publiera plusieurs études mettant en lien ces contaminations et des anomalies de l'appareil reproducteur des alligators du lac, autant mâles (anomalies morphologiques des OGE, taux de testostérone abaissé) que femelles (ovocytes anormaux, taux oestrogénique anormalement élevé) provoquant des troubles de la reproduction et une diminution de la population du lac (7). Les travaux du Pr Guillette montreront des taux de DDE (dichlorodiphényldichloréthylène), métabolite du DDT, 10 à 20 fois supérieurs dans le sang des alligators de ce lac que dans celui des animaux des lacs voisins et 100 fois plus dans les œufs. Il sera prouvé par la suite l'action anti androgénique et oestrogénique du DDE, induisant notamment une féminisation des organes sexuels des alligators mâles.

Les exemples similaires sont nombreux. Des malformations des organes génitaux et des troubles de la reproduction ont été décrits chez de nombreux animaux : masculinisation des gastéropodes marins femelles suite à une exposition au Tributylétain (TBT, retrouvé dans les peintures) (8), production de vitellogénine (VTG) par les poissons mâles (9), mais également diminution de la reproduction des phoques exposés aux PCB (10), troubles de la reproduction et anomalies des organes génitaux externes chez les ours polaires (11), les panthères de Floride exposées aux DDE et PCB (12), les mouettes etc...

Si les observations dans le monde animal ont permis les premiers liens entre exposition à ces substances chimiques et perturbation du système endocrinien, des exemples sur l'Homme ont rapidement été observés et mis au cœur de l'actualité.

L'exemple le plus connu étant celui du Distilbène®(13) .

À partir des années 1940 le diéthylstilbestrol (DES), œstrogène de synthèse, est utilisé chez les femmes enceintes avec comme indication initiale la diminution du risque de fausse couche. Cette indication était basée sur l'observation que lors d'un avortement spontané, les femmes enceintes avaient un taux d'œstrogène abaissé.

En France, le DES est commercialisé essentiellement sous 3 noms commerciaux : le Distilbène®, Furostilboestrol® et le Stilboestrol-Borne®(14). Alors qu'aux Etats unis le nombre de prescriptions de DES commence à chuter dès les années 1950 suite à une étude évoquant la possible inefficacité de la substance (15), le DES continue d'être régulièrement utilisé en France.

À la fin des années 60, la notice d'utilisation du Vidal recense 5 indications chez la femme enceinte. En 1964, le DES est utilisé dans plus de 1,2% des naissances en France (16). À partir des années 70, plusieurs études mettent en lien des cas d'adénocarcinomes à cellules claires du col utérin chez des jeunes femmes et leur exposition in utéro au DES (17). Rapidement, plusieurs pays notamment les Etats Unis et le Canada recommandent de ne plus utiliser ce produit chez la femme enceinte. De plus, les progrès scientifiques permettent de mettre en évidence que le taux d'œstrogène bas observé chez les femmes ayant fait une fausse couche n'est non pas une cause, mais la conséquence de l'arrêt de la grossesse.

En France, le DES sera contre indiqué chez la femme enceinte à partir de 1977.

Les principales autres complications documentées chez les jeunes femmes exposées in utéro – les « filles DES » – sont des anomalies structurales et fonctionnelles des organes génitaux internes (adénose, hypoplasie du col utérin, utérus en T, hypoplasie utérine, trompes grêles...) entraînant des troubles de la fertilité, des risques de fausse couche et d'accouchement prématuré augmentés. De même, chez les hommes exposés in utéro, il est observé des atteintes de l'appareil uro-génital plus fréquentes qu'en population générale (cryptorchidie, hypotrophie testiculaire, hypospadias...) (18). Les effets du DES sont même décelables jusqu'à la 3<sup>ème</sup> génération d'exposés, soit les petits enfants des femmes enceintes exposées initialement (19). Des atrésies de l'œsophage et des troubles du développement cérébral ont été également observés (14).

L'exemple du DES illustre ainsi l'effet transgénérationnel des perturbateurs endocriniens.

Dans les années 1970, c'est un pesticide qui a fait parler de lui : le Chlordécone (20).

Cet insecticide organochloré était massivement utilisé dans les cultures de bananiers aux Antilles pour lutter contre les charançons.

À partir des années 1975, il a été observé chez les ouvriers d'une entreprise Américaine fabriquant le Chlordécone des troubles neurologiques sévères ainsi que des troubles spermatiques (oligospermie, diminution de la mobilité des spermatozoïdes et anomalies morphologiques). Le scandale est tel que les Etats Unis ferment l'usine et interdisent l'utilisation du Chlordécone dès 1977.

Pourtant, la substance reste autorisée et donc utilisée dans les Antilles Françaises jusqu'en 1993. Les études sur le Chlordécone montrent qu'il exerce une action œstro-mimétique (21).

Très persistant dans l'environnement, le chlordécone est bio-accumulable et la quasi-totalité des populations de la Martinique et de la Guadeloupe est toujours imprégnée par le Chlordécone à l'heure actuelle, bien que la substance soit interdite depuis près de 30 ans (22).

En effet, l'étude KANNARI initiée en 2013 par l'ANSES et Santé publique France montre que le chlordécone est détecté chez 90% de la population antillaise participant à l'étude (23).

Plusieurs études montrent les effets toxiques du Chlordécone sur les populations exposées et leur descendance : troubles du développement cognitif et moteur chez les enfants (24), augmentation du risque de prématurité, dysthyroïdie, augmentation du risque de cancer de la prostate...(20)

Il sera classé parmi les substances cancérogènes en 1979 par l'OMS.

En 1991, suite à ses recherches dans les grands lacs américano-canadiens, la zoologiste et épidémiologiste Théodora Colborn organise dans le Winsconsin la conférence de Wingspread (25), réunissant une vingtaine de chercheurs et scientifiques afin de faire le point sur les connaissances de chacun sur ces différentes substances libérées dans l'environnement. C'est lors de cette conférence que sont employés pour la toute première fois les mots de « perturbateurs endocriniens ».

La déclaration de Wingspread, rédigée d'un commun accord entre les participants, alerte sur la toxicité endocrinienne de nombreuses substances chimiques et naturelles. Les participants à la conférence de Wingspread, décrivent également les différents mécanismes d'actions des perturbateurs endocriniens, et l'impact transgénérationnel de l'exposition à ces produits. Ils en appellent à la vigilance et à la réalisation d'études approfondies sur le sujet (Annexe 1).

Si cette conférence a un rayonnement important dans le monde scientifique, elle ne permet pas de sursaut des autorités gouvernementales ni dans la population générale.

C'est en 1995 puis en 1996, suite à deux publications, que les perturbateurs endocriniens vont devenir un problème de santé publique mondialement reconnu.

En 1995, un rapport Danois sur le déclin de la fertilité masculine due aux perturbateurs endocriniens permettra le premier sursaut mondial (26).

Puis, dans les suites de la conférence de Wingspread, T. Colborn publie en 1996 « *Our Stolen Future* » en collaboration avec Dianne Dumanoski et John Peterson Myers. Ce livre, dont la préface fut signée par Al Gore, écologiste et vice-président Américain à l'époque, sera un succès mondial et mettra les perturbateurs endocriniens au cœur de l'actualité environnementale.

## 2. Définitions

Souvent débattue, la définition des perturbateurs endocriniens a évolué avec les connaissances scientifiques sur le sujet. Plusieurs instances internationales ont ainsi proposé leur définition aux cours des 3 dernières décennies, malgré le manque de consensus entre les différents experts.

En 1996, lors d'un colloque organisé à Weybridge par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la commission Européenne (CE) et l'Organisation pour la Coopération et le Développement Economique (OCDE), une première définition est proposée pour caractériser les PE: « *une substance étrangère à l'organisme qui produit des effets délétères sur l'organisme ou sa descendance, à la suite d'une modification de la fonction hormonale* » (27)

L'Agence Américaine de de Protection de l'Environnement (EPA), livre en 1996 une définition relativement différente : « *un agent exogène qui interfère avec la production, la libération, le transport, le métabolisme, la liaison, l'action ou l'élimination des ligands naturels responsables du maintien de l'homéostasie et de la régulation du développement de l'organisme* » (28)

En 2002, L'OMS modifie cette définition en y ajoutant des précisions : « *Un perturbateur endocrinien est une substance ou un mélange de substances exogènes, qui altère la (ou les) fonction(s) du système endocrinien et provoquant ainsi des effets sanitaires nocifs dans un organisme intact, sa descendance, ou sur des populations* » (29)

Même si les définitions diffèrent et co-existent, on retrouve plusieurs points communs permettant d'établir 4 points essentiels pour définir un PE (30) :

- Un PE doit agir sur le système hormonal
- Un PE doit engendrer un effet biologique observable
- Cet effet biologique doit être nocif pour l'organisme
- L'effet nocif observé doit être expliqué par l'action sur le système hormonal, et non par un mécanisme de toxicité directe

À noter donc que les substances qui interagissent avec le système hormonal sans avoir d'effet nocif sur celui-ci, ne sont pas considérées comme des perturbateurs endocriniens.

De la même façon, toutes les substances pouvant causer des troubles de la fertilité ou autres problèmes de santé ne sont pas systématiquement considérées comme des PE, si elles n'interagissent pas via le système endocrinien.

### **3. Caractéristiques toxicologiques des perturbateurs endocriniens**

#### **3.1. Modes d'expositions**

Les perturbateurs endocriniens sont omni présents dans notre environnement, que ce soit dans l'air, l'eau, les sols ou encore les produits alimentaires. Ainsi, il est quasi impossible pour l'Homme de ne pas être en contact avec un ou plusieurs PE.

Les voies d'expositions sont multiples : cutanée, digestive, respiratoire, par voie intraveineuse, transplacentaire ou encore via l'allaitement maternel.

En France, l'étude ELFE réalisée en 2011 révélait que 99% des femmes enceintes étaient imprégnées par des phtalates.

Plus récemment, l'étude ESTEBAN (31) réalisée dans le cadre du Grenelle sur l'environnement entre 2014 et 2016 a montré que l'intégralité de la population française est exposée aux PE, avec des résultats variés entre 97% et 100% d'exposition selon les substances étudiées.

Cette étude de biosurveillance a été réalisée sur 2503 adultes et 1104 enfants, âgés de 6 à 74 ans et issus de la population française. De multiples prélèvements (urinaires, sanguins et phanères) ont été réalisés afin de mesurer l'imprégnation de la population française en plusieurs classes de substances : les bisphénols, les parabènes, les composés perfluorés, les retardateurs de flamme polybromés, les phtalates, les métaux lourds et le plomb. Cette étude révèle que les enfants sont encore plus exposés que la population adulte aux composés perfluorés.

La voie d'imprégnation respiratoire a longtemps été considérée comme minoritaire, excepté en milieu professionnel. Pourtant, comme le montre une étude française publiée en 2014, les PE sont omniprésents dans l'air, notamment au sein des foyers (32). L'étude de biosurveillance ESTEBAN retrouve également une association statistiquement significative entre l'aération du lieu de vie et le taux d'imprégnation en PE (2). En effet, l'air intérieur, de par son confinement, présente des taux supérieurs en PE que l'air extérieur.

#### **3.2. Mécanismes d'action**

Les PE peuvent agir sur l'ensemble du système hormonal (33).

Cependant, les perturbateurs endocriniens n'agissent pas tous de la même façon. Plusieurs mécanismes d'action ont été décrits selon les substances (25) :

- Action agoniste ou effet mimétique : l'activation inappropriée d'un récepteur hormonal entraîne des conséquences néfastes pour l'organisme. C'est le cas par exemple du DDT qui se lie et active les récepteurs des œstrogènes entraînant une action œstro-mimétique.
- Action antagoniste : la molécule inhibe l'action de l'hormone endogène en se fixant sur le récepteur naturel de l'hormone sans entraîner de réponse, et empêche donc la transmission du signal habituel de l'hormone.
- Les PE peuvent perturber la synthèse et la dégradation des hormones et de leurs récepteurs.



### 3.3.Effets et principes toxicologiques des PE

L'approfondissement des connaissances sur les perturbateurs endocriniens a permis de mieux connaître leurs mécanismes toxicologiques. Ces mécanismes ne sont pas forcément propres aux PE et peuvent être retrouvés chez d'autres substances.

- **Effets différés**

Il existe un temps de latence entre le moment de l'exposition au PE et les effets constatés.

- **Effets non proportionnels à la dose**

Classiquement, la toxicologie repose sur la relation dose-effet, ce qui n'est pas valable pour les perturbateurs endocriniens chez qui on observe des mécanismes d'action beaucoup plus complexes.

De multiples études ont montré que la relation entre la dose et l'effet n'est pas toujours proportionnelle concernant les PE. Selon les substances, des effets plus importants ont été décrits à faible dose plutôt qu'à forte dose.

Par exemple, une étude publiée en 2011 montre que le bisphénol A augmente à faible dose d'exposition le risque de cancer de la glande mammaire chez les souris, mais pas à forte dose (34). Ces constatations ont permis d'établir le concept de « courbes non monotone », par opposition aux relations dose-effet linéaires classiques (35).

- **L'effet cocktail**

L'effet cocktail est le résultat d'une exposition simultanée à plusieurs substances, qui, lorsqu'elles sont associées engendrent des effets toxiques bien supérieurs que lorsque l'individu y est exposé de manière isolée. Ce concept suggère donc des interactions entre les différentes substances (36).

Plusieurs études ont démontré cet effet. Par exemple, une étude publiée en 2017 a évalué les effets de mélanges de plusieurs substances reconnues comme anti-androgéniques -issues de produits pharmaceutiques et de pesticides- sur des cultures organotypiques d'explants de testicules fœtaux (37). Cette étude montre que les mélanges ont une action anti androgénique jusqu'à mille fois supérieure aux substances isolées.

De plus, certaines doses de PE non toxiques de manière individuelle ont montré des effets toxiques lorsqu'elles sont mélangées.

Les interactions entre les PE s'avèrent complexes et variées, parfois capables de s'additionner, de s'amplifier ou même de s'inhiber.

Cette notion complexifie les recherches toxicologiques sur les PE, car de nombreuses études se sont focalisées sur l'effet individuel de chaque substance, ce qui n'est pas représentatif de l'exposition réelle des Hommes, de la faune et de la flore aux PE (38) (39).

- **La fenêtre d'exposition**

Les effets des perturbateurs endocriniens sur les individus dépendent également de la période d'exposition. Certaines classes de populations sont plus vulnérables que d'autres face aux PE. En effet, la même exposition au même PE, sur des individus d'âge ou de sexe différent, n'induit pas les mêmes effets. Les périodes de vulnérabilité maximale identifiées sont : la période embryo-fœtale, la petite

enfance, ainsi que la période péri-pubertaire. Ces périodes correspondent aux phases de formation puis développement des organes et donc particulièrement sensibles aux variations hormonales. On les appelle « fenêtres critiques d'exposition ».

L'exemple du DES illustre l'importance de la fenêtre d'exposition.

- **Les effets transgénérationnels et épigénétiques**

Les PE ont des effets épigénétiques, c'est-à-dire qu'ils ont la capacité de moduler l'expression des gènes sans en modifier la structure (40).

Ces modifications épigénétiques reposent principalement sur des modulations de la méthylation ou de l'acétylation des gènes, et des modifications des histones (41).

Ces phénomènes, habituellement dynamiques et réversibles, peuvent également être persistants et héréditaires, comme le démontrent les exemples du distilbène et du chlordécone (42) (43).

### 3.4. Polluants Organiques Persistants (POP)

Certains PE sont regroupés sous le terme de polluants organiques persistants (POP).

Les POP sont des substances présentant plusieurs caractéristiques :

- Elles sont persistantes dans l'environnement, et leur processus de dégradation est extrêmement long
- Lipophiles, elles s'accumulent préférentiellement dans les tissus adipeux, graisses animales et humaines, et contaminent ainsi l'ensemble de la chaîne alimentaire. C'est le processus de bio-accumulation (ou bio-amplification).
- Les POP sont des substances toxiques pour l'environnement, les écosystèmes et l'Homme.
- Les POP ont une capacité de dissémination dans l'environnement importante (eau, sols, atmosphère), permettant de retrouver des POP à grande distance de leur lieu d'émission (en Arctique par exemple (44)).

Les produits laitiers, la viande et les poissons gras sont ainsi des sources d'exposition importantes aux POP. L'homme, pouvant être considéré comme en haut de la chaîne alimentaire, atteint donc par bio-accumulation de fortes concentrations en POP puisqu'il consomme eau, animaux et végétaux eux même contaminés.

Certaines recherches suggèrent que plus l'imprégnation en POP dans le tissu adipeux est élevée, plus le cancer du sein est agressif, en particulier chez les femmes en surpoids (45).

Les POP peuvent être émis dans l'environnement de manière intentionnelle (pesticides...) ou non intentionnelle (incinérations de déchets, processus industriels...)

Lors de la convention de Stockholm, en 2001, une liste de POP internationalement reconnus a été établie (cf réglementation sur les PE).

#### **4. Les perturbateurs endocriniens du quotidien et leurs impacts sanitaires**

Les perturbateurs endocriniens peuvent être répartis en plusieurs groupes selon leur structure chimique, leur usage, leur mode d'action, ou encore leur capacité de persistance dans l'environnement. Certains sont des perturbateurs endocriniens avérés, d'autres seulement suspectés.

Même si leur structure chimique et leurs modes d'action diffèrent, on retrouve finalement des effets indésirables communs à de nombreux perturbateurs endocriniens. Les PE sont suspectés de jouer un rôle dans l'essor mondial de multiples problèmes de santé publique comme le diabète, l'obésité, certains cancers, les troubles de la reproduction ou du neurodéveloppement. Ces pathologies, bien que multifactorielles, sont très largement influencées par les pollutions environnementales dont les PE (46).

Cependant, les études sur les différents PE sont souvent sujettes à débat : réalisées in vitro ou sur modèle animal, de faible niveau de preuve, contradictoires...etc. Les études d'impact des facteurs environnementaux sont effectivement confrontées à des difficultés pratiques, méthodologiques et éthiques. En effet, en dehors des expositions à forte dose (scandale du distilbène, catastrophe de Seveso, ou expositions professionnelles), l'exposition aux PE se fait dans la population générale à faibles doses, de façon cumulative et « cocktail » ce qui rend l'association entre exposition et effets complexe à prouver et les biais nombreux.

Dans le cadre de ce travail de thèse, nous avons établi une liste non exhaustive des principales substances suspectées d'être des perturbateurs endocriniens ainsi que leurs effets potentiels sur la santé animale et humaine, disponible en Annexe 2.

## 5. Réglementation sur les PE

Les PE sont un problème de santé publique préoccupant et sont donc inclus dans les politiques de santé nationale, Européenne, voire internationale.

### 5.1.A l'échelle Européenne

Depuis 1983, l'Union Européenne élabore des programmes pour la recherche et le développement technologique, appelés également programme-cadre ou FP (pour Framework Programme). Le financement de ces programmes est assuré par l'UE. Neuf programmes-cadres ont vu le jour depuis 1983. Plusieurs ont intégré des budgets réservés à la recherche sur les PE. Le 5<sup>ème</sup> programme cadre (1998-2002) a permis la création du groupe de recherche européen « CREDO cluster », sur les PE.

L'UE a mis au point la **réglementation REACH** -*Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals*- (219), rédigée en 2006 et entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> juin 2007. Cette réglementation a pour objectif, comme son nom l'indique, de recenser, évaluer et contrôler l'utilisation des substances chimiques sur le marché Européen, puis de décider de les autoriser, les restreindre, voir les interdire. Le règlement REACH s'applique à toutes les substances chimiques, qu'elles soient fabriquées, importées, commercialisées, utilisées seules ou en mélanges dans l'UE.

Le règlement REACH repose sur un mode déclaratif et une bonne coopération des entreprises européennes : les entreprises européennes doivent déclarer toutes les substances chimiques qu'elles fabriquent ou utilisent en quantité égale ou supérieure à 1 tonne par an. Elles doivent identifier et gérer les risques liés à ces substances, puis démontrer comment les utiliser en toute sécurité. Elles enregistrent l'ensemble de ces données dans une base centralisée. Après enregistrement, la substance chimique peut être utilisée par l'entreprise.

L'Agence Européenne des produits chimiques (ECHA) récupère et analyse ces données. Elle évalue dans un deuxième temps la qualité et la conformité des données transmises.

Le règlement REACH a permis ainsi de recenser 22 757 substances sur la base de données de l'ECHA selon les dernières données d'octobre 2021 (220).

L'Agence Européenne des produits chimiques (ECHA) a ainsi mis au point une liste de 219 substances classées comme extrêmement préoccupantes (ou SVHC pour *Substances of Very High Concern*). Selon la réglementation REACH, les SVHC doivent être contrôlées et substituées lorsque cela est possible techniquement et économiquement. Cependant, des années sont parfois nécessaires pour légiférer sur une substance, et les substituts ne sont pas toujours possibles.

Selon l'article 33 du règlement européen REACH, le consommateur dispose d'un « droit de savoir », et doit être informé de la présence de ces substances dans les produits qu'il utilise. En pratique, la visibilité de la présence de ces produits et la notion de toxicité qu'ils représentent pour le consommateur est discutable.

Le règlement REACH, bien que ambitieux et novateur sur le plan mondial, a fait face à de nombreuses critiques, accusé de ne pas être appliqué correctement sous le poids notamment des lobbyings de l'industrie chimique. En 2018, une étude menée conjointement par l'Institut fédéral allemand d'évaluation des risques (BfR) et l'Agence allemande pour l'environnement (UBA) a rapporté que seul un tiers des substances sur le marché Européen était conforme à la réglementation (221). Un autre tiers des substances sur le marché était non conforme à la réglementation et le dernier tiers nécessitait des évaluations complémentaires.

L'ECHA a reconnu que, si la réglementation REACH a permis une avancée majeure dans la sécurité et le bon usage des produits chimiques, il persiste des lacunes dans les enregistrements et un manque de clarté dans les données transmises par certaines entreprises (222). L'ECHA déplore également que plusieurs entreprises ne signalent pas de manière systématique sur leurs produits la présence de substances classées extrêmement préoccupantes, ne respectant pas le règlement.

De plus, d'après REACH, ce sont aux entreprises de déclarer et évaluer la sécurité des substances chimiques qu'elles utilisent, ce qui provoque un conflit d'intérêt et la méfiance de militants écologistes. Plusieurs industriels ont été accusés de ne pas se plier au règlement et de déposer volontairement des dossiers incomplets, ou non conformes, leurs permettant de gagner du temps car les procédures de régularisation sont extrêmement longues (223).

Les ONG et militants écologistes dénoncent également que l'ECHA n'aurait l'obligation légale d'évaluer qu'un minimum de 5% des dossiers déposés, faute de moyens et de ressources humaines nécessaires. En cas de dossier non conforme ou incomplet, l'ECHA demande aux industriels de réaliser de nouvelles études, devenant tributaire de leur coopération (223).

Le Conseil Economique Social et Environnemental (CESE) a remis en janvier 2020 son avis concernant le règlement REACH. Ils considèrent que ce règlement est globalement une avancée positive dans la législation des produits chimiques, mais nécessite des améliorations (224).

L'UE a également instauré une réglementation européenne sur l'étiquetage et l'emballage des produits chimiques, le **CLP** [(CE) n° 1272/2008] pour « *Classification, Labelling, Packaging* », ayant pour objectif la protection de la santé humaine et de l'environnement (225).

Il impose aux industriels (fabricants, importateurs ou utilisateurs de substances chimiques) la classification, l'étiquetage et l'emballage de leurs produits chimiques de manière règlementée avant leur mise sur le marché.

L'une des principales missions du CLP est de classer les substances chimiques en fonction de leur dangerosité selon les risques physiques, relatifs à la santé ou à l'environnement, qu'elles représentent. Les substances ou mélanges classés comme « dangereux » sont alors soumis à une réglementation stricte.

Le règlement CLP permet une harmonisation des étiquetages, et établit des normes d'emballage de chaque substance.

Autre réglementation Européenne, **le règlement sur les produits biocides ou RPB**, [règlement (UE) n° 528/2012], voté en 2012 et appliqué depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2013, a pour objectif d'harmoniser et réglementer le marché Européen des produits biocides (notamment les pesticides).

Le principe de ce règlement repose sur une autorisation et une évaluation préalables de tous les produits biocides avant leur mise sur le marché. Cependant, les substances actives soumises à des réexamens peuvent être mises sur le marché en attendant une décision définitive concernant leurs autorisations, et de nouvelles substances actives en cours d'évaluation peuvent bénéficier d'autorisation temporaire de mise sur le marché (226).

C'est le cas par exemple du très médiatique glyphosate, qui possède une autorisation de mise sur le marché Européenne jusqu'en 2022, malgré une réévaluation en cours. Quatre états membres ont été missionnés de sa réévaluation (France, Hongrie, Pays Bas et Suède) avant sa prochaine autorisation prévue en décembre 2022.

Les Produits Organiques persistants sont réglementés à l'échelle internationale par la **convention de Stockholm** et le **protocole d'Aarhus**.

Le protocole d'Aarhus, a été adopté le 25 juin 1998 dans le cadre de la Convention de Genève sur la pollution transfrontalière longue distance sous l'égide de la Commission Économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-ONU ou UNECE en anglais). Il est entré en vigueur le 23 octobre 2003 en France.

Il a pour but de contraindre les pays signataires à interdire ou restreindre une liste de substances chimiques considérées comme POP (aldrine, chlordane, chlordécone, dieldrine, endrine, hexabromobiphényle, mirex et toxaphène).

La convention de Stockholm est un traité international adopté le 22 mai 2001 par 152 pays signataire, rédigé dans le cadre du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE). Elle a des objectifs similaires au protocole d'Aarhus, c'est à dire restreindre voire interdire certains POP. Entrée en vigueur le 17 mai 2004 en France, elle a permis d'établir une liste de POP élargie par rapport au protocole d'Aarhus et reconnue à l'échelle internationale.

Les POP sont classés dans trois annexes distinctes : dans l'annexe A, sont listés les POP dont l'utilisation et la production doivent être interdites, sauf dérogation exceptionnelle ; dans l'annexe B, sont listées les substances devant être restreintes ; et dans l'annexe C, les substances dont les émissions non contrôlées dans l'environnement doivent être réduites ou éliminées.

Parmi les POP inscrits sur la convention de Stockholm, on retrouve majoritairement des pesticides (DDT, chlordane, dieldrine, aldrine, endrine, heptachlore, hexachlorobenzène, chlordécone, mirex, lindane, pentachlorobenzène, toxaphène, alpha- et béta- hexachlorocyclohexane) ainsi que d'autres produits issus de l'industrie chimique (PCB, dioxines, furanes, des composés polybromés, des composés perfluorés comme le PFOS).

Plusieurs amendements ont été ajoutés au traité initial depuis sa rédaction, permettant notamment une mise à jour des substances considérées comme des POP. L'ECHA participe au recensement de nouvelles substances suspectées d'être des POP pour le compte de l'UE en vue de leur inscription sur les listes de la convention de Stockholm.

Ces actes législatifs sont appliqués dans l'Union européenne par le **règlement POP** [Règlement CE n°850/2004] depuis le 15 juillet 2019 (227) (228).

Il a pour objectif la protection de la santé humaine et de l'environnement face aux produits organiques persistants. Il permet de limiter ou interdire l'utilisation de certains POP ainsi que réduire et gérer les déchets industriels. Il se base sur les listes et objectifs établis dans la convention de Stockholm.

Le 11 décembre 2019, la Commission Européenne a affiché une nouvelle ambition écologique avec la présentation du « pacte vert pour l'Europe ». Cette feuille de route a pour objectif de rendre l'économie Européenne durable face aux défis environnementaux actuels. Dans ce cadre, le 14 octobre 2020 la CE a adopté une nouvelle stratégie sur les produits chimiques, afin d'aller vers un ambitieux « monde zéro pollution » et un environnement « sans substances toxiques » (229).

Cette nouvelle stratégie prévoit de limiter voire interdire autant que possible l'utilisation de produits chimiques nocifs dans les produits de consommation courantes tels que les jouets, les articles de puériculture, les cosmétiques, les détergents, les matériaux en contact avec des denrées alimentaires et les textiles. Elle a également pour objectif de mieux définir, évaluer et prendre en compte l'effet cocktail des perturbateurs endocriniens. Elle prévoit également de renforcer la recherche et l'innovation pour le développement de produits chimiques moins toxiques pour l'environnement et la santé et faciliter l'information des consommateurs.

Cette nouvelle stratégie vise également une révision du règlement REACH afin de prendre en compte la notion de mélange de substances chimiques et des effets cocktails.

Il sera intéressant d'observer les mesures concrètes de mise en œuvre de cette politique environnementale.

En juin 2020, l'UE a publiée en ligne trois listes appelées « ED LISTS » (pour Endocrine Disruptors Lists) permettant d'identifier les différents PE reconnues à l'échelle Européenne (230) :

- La première liste recense 100 PE avérés par les autorités sanitaires Européennes. Parmi eux, on retrouve plusieurs phtalates, le bisphénol A, certains parabènes, alkyphénols, les inifuges bromés, le mercure, le plomb, le cadmium, et de nombreux composés perfluorés et pesticides.
- La deuxième, les PE suspectés en cours d'évaluation au niveau Européen (83 substances).
- La troisième, les PE avérés à l'échelle nationale d'un pays de l'UE (9 substances) dont le triclocarban et le bisphénol AF.

Ces « ED LISTS » sont gérées et actualisées par le Danemark. Elles sont le fruit d'une coopération entre plusieurs Etats membres de l'UE : La France, le Danemark, la Suède, les Pays-Bas, la Belgique, et depuis 2020, l'Espagne.

Ces listes ont pour objectif d'identifier les substances les plus toxiques afin de les retirer du marché, d'améliorer la transparence des informations sur les PE et sensibiliser le grand public aux PE.

## 5.2.A l'échelle nationale

Depuis la conférence Européenne de Budapest en 2004, la France élabore approximativement tous les 5 des Plans Nationaux Santé et Environnement (PNSE), permettant d'intégrer la santé environnementale aux actions gouvernementales. Une première stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens a été mise en place en 2014 (SNPE 1), puis une seconde en 2019 (SNPE 2), en cours jusqu'en 2022. Ces stratégies s'intègrent dans le plan national santé et environnement 3 (PNSE 3). Au moment de la rédaction de ce travail, le PNSE numéro 4 vient de débiter en France.

Ces plans nationaux permettent d'approfondir les recherches et les connaissances sur les PE, et de faire évoluer les réglementations nationales et Européennes sur certaines substances.

Ces plans visent également à sensibiliser et mieux informer les ressortissants Français, afin de prévenir et limiter leur exposition aux PE. Ils s'intègrent et collaborent avec les politiques Européennes de réglementation sur les substances chimiques et les PE.

Le gouvernement Français s'est fixé 3 objectifs dans le cadre de la SNPE 2 :

- Former et informer la population et les professionnels
- Protéger l'environnement et la population
- Améliorer les connaissances sur les PE

Dans le cadre de la recherche, plusieurs études nationales de biosurveillance ont été mises en place en France :

- La cohorte ELFE (Etude Longitudinale Française depuis l'enfance), suit près de 20 000 enfants nés en 2011 pour une durée de 20 années. Son objectif est d'évaluer les déterminants environnementaux et sociétaux qui pourraient impacter le développement et la santé des enfants à court et long terme.  
Elle est sous la responsabilité de l'Institut national d'études démographiques (Ined) et l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), en partenariat avec l'Établissement Français du Sang (EFS). L'étude Elfe est soutenue par un ensemble de ministères et d'institutions publiques dont Santé Publique France.
- L'étude ESTEBAN est une étude de biosurveillance initiée en 2013 et conçue pour être renouvelée tous les 7 ans en France. Cette étude a permis d'évaluer le taux de l'imprégnation de la population française en de multiples substances chimiques dont plusieurs PE. L'étude permet également de mieux connaître les habitudes de vie de la population française (alimentation, activité physique) et mesurer la prévalence de certaines pathologies. Cette étude a été menée par Santé publique France en partenariat avec l'Inserm et l'Anses.
- La cohorte PELAGIE (Perturbateurs Endocriniens : Étude Longitudinale sur les Anomalies de la Grossesse, l'Infertilité et l'Enfance) : débuté en 2002, cette étude menée par l'Inserm a pour objectif d'évaluer l'impact des contaminants environnementaux sur le développement du fœtus puis de l'enfant. Elle inclut environ 3 500 duos mères-enfants habitant en Bretagne.

Ces études ont pour objectifs d'évaluer les sources d'expositions, d'imprégnation en PE de la population française, ainsi que leurs impacts sur la santé.

En découlent des recommandations scientifiques, et des plans d'information et de prévention.

Dans le but d'améliorer la recherche sur les PE, afin notamment de valider des méthodes d'essai pertinentes aux vues des propriétés toxicologique spécifiques des perturbateurs endocriniens, la plateforme de recherche PEPPER a été lancée fin 2019.

L'Anses a été missionnée d'établir une liste de substances suspectées d'être des PE. Le 15 avril 2021, une liste de 906 substances chimiques « d'intérêt » a donc été publiée. Parmi elles, 16 substances ont été classées prioritaires. L'établissement de cette liste permet de concentrer les recherches sur ces substances. L'Anses travaille en collaboration avec les autres autorités sanitaires européennes notamment pour tenir à jour les « ED LISTS ».

Dans le but de mieux communiquer et informer la population Française, plusieurs campagnes de sensibilisation ont été mises en place. Santé Publique France a par exemple mis au point en 2019, en partenariat avec le ministère de la santé, un site internet nommé « agir pour bébé », renommé depuis « 1000 premiers jours » donnant des conseils pratiques pour limiter l'exposition des nourrissons aux PE. Le gouvernement prévoit également des actions de sensibilisation dans les établissements scolaires ou recevant du public jeune.



Sur le plan industriel, le gouvernement français a mis à disposition en 2018 un guide méthodologique d'aide à la substitution de substances chimiques toxiques afin d'accompagner les entreprises vers une transition plus éco-responsable et économiquement viable. Ce guide a été élaboré par l'Ineris et le Mouvement des entreprises de France (Medef). L'Ineris a également créé un site internet d'information sur les substituts existants notamment pour les bisphénols, les phtalates, les alkyphénols et les composés perfluorés.

Les plans nationaux permettent donc de mobiliser tous les secteurs et moyens disponibles afin d'améliorer la protection de l'environnement et de la population française face aux PE.

### **III. Matériels et méthodes**

#### **1. Type d'étude**

Notre étude est une étude quantitative transversale descriptive, réalisée entre le 30/10/2021 et le 28/01/2022 sur un échantillon de 521 personnes issues de la population Française de plus 16 ans. Le recrutement de l'échantillon étudié s'est fait sur la base du volontariat.

#### **2. Population étudiée**

La population cible de cette étude était la population Française, âgée de 16 ans ou plus.

Les critères d'inclusion de notre étude étaient : Faire partie de la population Française, être consentant à l'utilisation des données recueillies.

Les critères de non inclusion étaient : la barrière linguistique.

Les critères d'exclusions étaient : L'âge inférieur à 16 ans.

#### **3. Le questionnaire [Annexe 3]**

Le recueil des données a été effectué à partir d'un questionnaire anonyme réalisé sur la plateforme informatique « GoogleForm ». Le questionnaire était strictement anonyme.

La diffusion du questionnaire s'est faite en ligne, à l'aide de différents groupes publics sur le réseau social « facebook ». Le questionnaire a été publié sur ces groupes et les personnes adhérentes y avaient donc accès et pouvaient décider librement d'y participer ou non.

La diffusion du questionnaire a été réalisée entre le 30/10/2021 et le 28/01/2022. Le recueil des données s'est arrêté lorsque le nombre de nouvelles réponses enregistrées par jour était égal à 0 pendant une durée 15 jours. Pour des raisons pratiques liées au timing de la réalisation de cette étude, le recueil de données ne pouvait pas être prolongé.

Le questionnaire a été élaboré en concertation avec plusieurs médecins : Le Dr Cibois Honnorat Isabelle et le Pr Castinetti Frédéric.

Il a été plusieurs fois modifié entre le mois de juin 2021 et le mois d'octobre 2021, afin d'être suffisamment concis pour obtenir le plus grand nombre de réponses mais suffisamment informatif pour permettre de répondre aux objectifs de l'étude.

Il se décompose en plusieurs parties :

- Une première partie informative sur l'objectif de l'étude et sur l'utilisation des données recueillies.

Une seconde partie permettant de recenser les données socio-démographiques des participants. Cette partie se compose de 6 questions.

Une troisième partie de 15 questions permettant d'analyser les connaissances des participants sur les PE en les questionnant sur plusieurs thématiques : les effets des PE, les populations vulnérables, les modes et sources d'expositions, ainsi que des moyens de prévention connus des participants. Cette partie permettait également d'observer les habitudes de vie des participants.

- Enfin, une dernière partie sur les attentes et préoccupations de la population, comprenant 4 questions + 1 question de rédaction libre, facultative.

Les questions étaient fermées, sous forme de QCM, excepté la question permettant de connaître l'âge des participants ainsi que la dernière question du questionnaire, facultative et ouverte.

Nous avons fait le choix de publier à la fin du questionnaire, à visée informative, une image ludique et facile à comprendre illustrant les modes d'exposition aux PE, issue du PNSE 3.

#### **4. Analyse des données**

Entre le 30/10/2021 et le 28/01/2022 nous avons obtenu 521 réponses.

Aucun participant n'a été exclu de l'étude.

Les données ont ensuite été extraites de la plateforme GoogleForm pour être retranscrites dans le logiciel Excel, après vérification de l'absence de critère d'exclusion.

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel GraphPad.

Le test de Fisher a été utilisé lors des analyses statistiques entre les différents sous-groupes étudiés dans notre étude, afin d'étudier l'existence d'une liaison entre deux variables qualitatives.

Les valeurs de  $p < 0,05$  étaient considérées comme significatives.

Nous avons choisi d'observer le taux de bonnes réponses de notre échantillon afin de mieux apprécier le niveau de connaissances de la population cible.

Dans cette étude, 11 questions permettaient d'évaluer le niveau de connaissances de notre échantillon et ont donc été analysées :

- Êtes-vous exposé dans votre quotidien aux perturbateurs endocriniens ?
- Pensez-vous que les perturbateurs endocriniens auxquels vos parents ont pu être exposés ont (ou pourraient avoir) un impact sur votre santé ?
- Pensez-vous que les perturbateurs endocriniens auxquels vous pourriez être exposé pourraient avoir un impact sur la santé de vos enfants ?
- Pensez-vous que les perturbateurs endocriniens peuvent avoir une part de responsabilité dans l'augmentation de l'incidence de certains cancers ?
- Pensez-vous que les perturbateurs endocriniens peuvent avoir une part de responsabilité dans l'augmentation de l'incidence de l'obésité ?
- Pensez-vous que les perturbateurs endocriniens peuvent causer des troubles de la fertilité ?
- Pensez-vous que les perturbateurs endocriniens peuvent entraîner des malformations fœtales ?
- A votre avis, quelles sont les populations les plus vulnérables face aux perturbateurs endocriniens ? (Plusieurs réponses possibles)
- Quels sont d'après vous les modes d'expositions aux perturbateurs endocriniens ? (Plusieurs réponses possibles)
- Dans quels produits ci-dessous pensez-vous qu'il puisse y avoir des perturbateurs endocriniens ? (Plusieurs réponses possibles)
- Quels gestes vous paraissent utiles pour lutter contre les perturbateurs endocriniens ? (Plusieurs réponses possibles)

La question sur l'auto évaluation des connaissances a été volontairement exclue car elle ne reflète pas les connaissances réelles de la population ; de même que la question « pensez-vous que votre exposition actuelle au PE peut avoir un impact sur votre santé ? » qui était trop sujette à interprétation notamment selon l'âge de la personne répondant à la question.

Pour calculer ce taux de bonnes réponses nous avons comptabilisé dans les 7 premières questions uniquement les réponses « oui ». Puis dans les 4 dernières questions à choix multiples nous avons comptabilisé :

- Le nombre de personnes ayant identifié les 4 populations vulnérables proposées
- Le nombre de personnes ayant identifié les 5 modes d'expositions proposés
- Le nombre de bonnes réponses pour chaque choix proposé, de manière individuelle, pour les questions visant à identifier les produits pouvant contenir des PE et les gestes utiles pour s'en protéger.

## **5. Recherche bibliographique**

La recherche bibliographique a été effectuée à travers différents moteurs de recherche et bases de données bibliographiques : Pubmed, Google Scholar, Google, Science direct, Dumas et Sudoc.

La recherche de mots clefs s'est fait grâce au Thésaurus médical en français et en anglais « HeTOP » développé par les Hôpitaux de Rouen.

Certains ouvrages papiers ont été également consultés.

## IV. Résultats

Notre étude a été menée sur un échantillon de 521 participants.

### 1. Caractéristiques de l'échantillon

Parmi 521 participants à notre étude, 348 (66,8%) étaient des femmes et 173 (33,2%) étaient des hommes. L'âge des participants été compris entre 17 ans et 80 ans. L'âge moyen était de 41 ans. La médiane était de 39 ans, et l'écart type de 14. Les participants ont été classés en 4 sous-groupes en fonction de leur âge : 14% (74) des participants avaient entre 17 et 24 ans, 36% (189) avaient entre 25 et 39 ans, 37% (190) avaient entre 40 et 59 ans et 13% (68) avaient 60 ans ou plus.

Dans cette étude nous avons choisi d'utiliser les catégories socio-professionnelles définies par l'INSEE pour classer les participants à notre étude en différents sous-groupes :

- Agriculteur exploitant : 1 participant, soit 0,2% de l'échantillon étudié
- Artisan, commerçant ou chef d'entreprise : 33 participants, soit 6,3%
- Cadre ou profession dite intellectuelle supérieure : 205 participants, soit 39,3%
- Profession dite intermédiaire : 42 participants soit 8,1%
- Employé : 123 participants soit 23,6%
- Ouvrier : 5 participants soit 1%
- Retraité : 35 participants soit 6,7%
- Sans activité professionnelle : 77 participants soit 14,8%

Dans notre échantillon, 72,7% de la population a déclaré vivre en zone urbaine (379), 10,2% en zone rurale (53) et 17,1% (89) en zone intermédiaire.

124 professionnels de santé ont participé à notre étude, soit 23,8% de notre échantillon.

Dans notre étude, 59,3% (309) des participants avait un ou plusieurs enfants, 37% (193) n'avaient pas d'enfant et 3,6% (19) n'avaient pas d'enfant mais avaient un projet de grossesse à court terme ou une grossesse en cours.

Ces données sont représentées dans les figures ci-dessous.

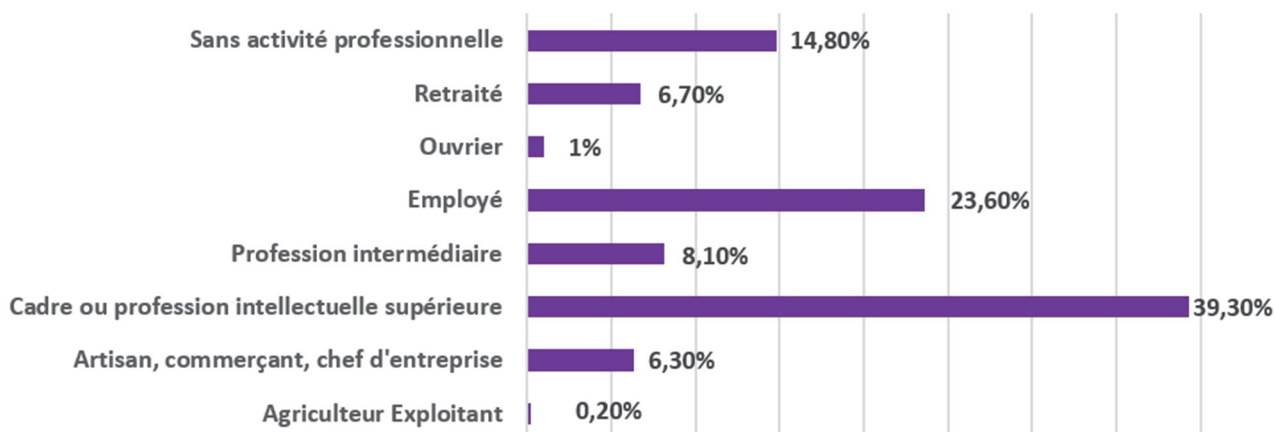


Figure 2 : Répartition de l'échantillon selon la catégorie socio professionnelle (selon l'INSEE)

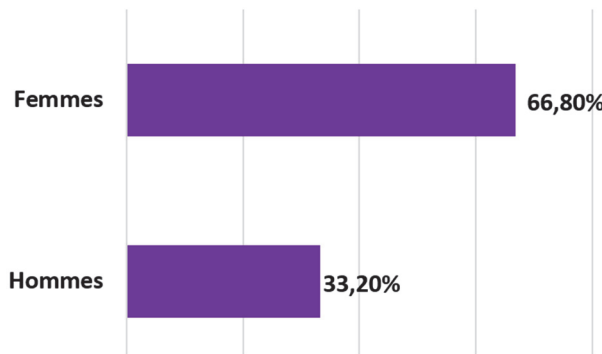


Figure 3 : Répartition de l'échantillon selon le genre

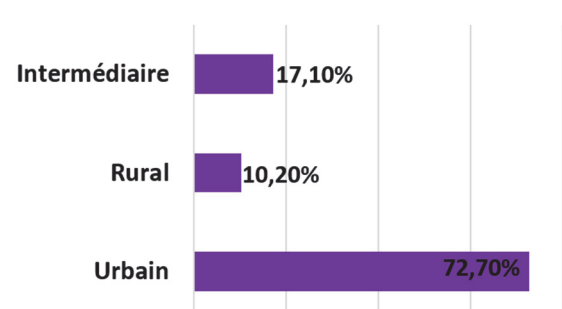


Figure 4 : Répartition de l'échantillon selon le lieu de vie

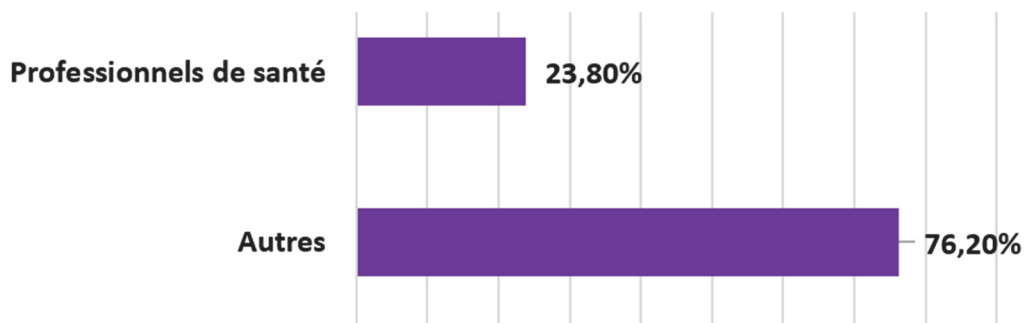


Figure 5: Répartition de l'échantillon professionnels de santé/autres

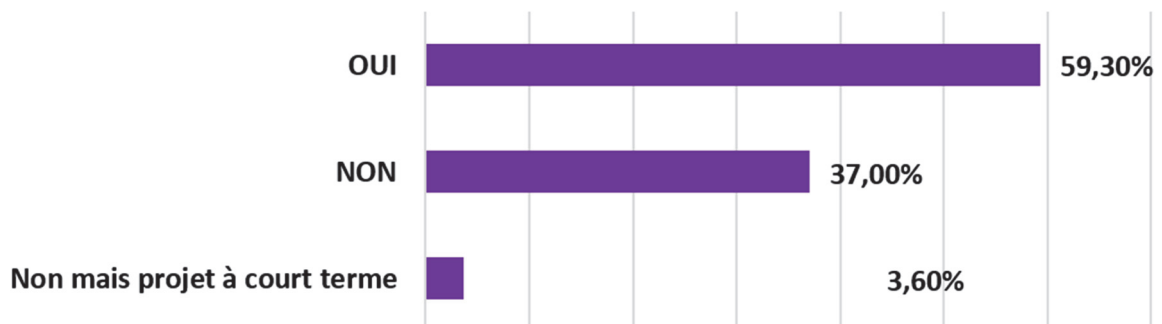


Figure 6 : Répartition de l'échantillon selon le fait ou non d'avoir des enfants

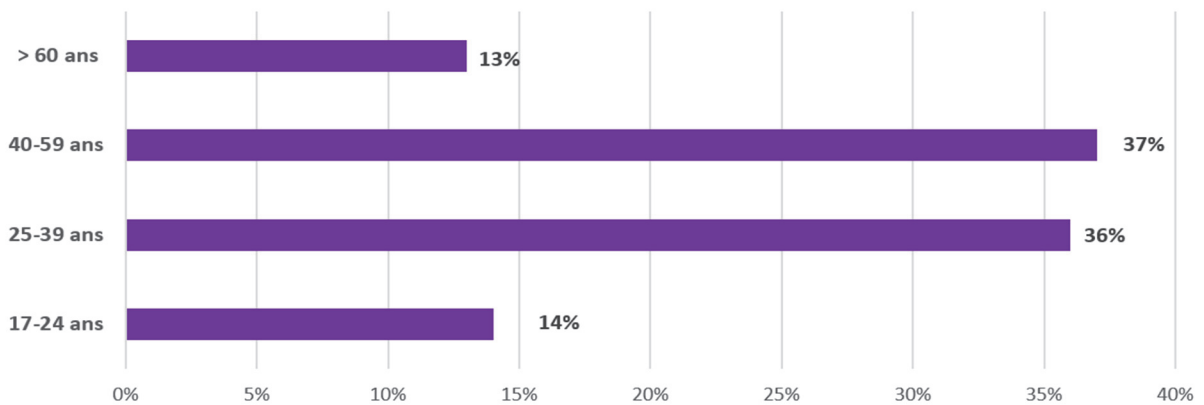


Figure 7 : Répartition de l'échantillon selon l'âge

## 2. Auto évaluation des connaissances sur les PE et ressenti

Nous avons demandé aux participants s'ils avaient déjà entendu parler des PE et dans quelles circonstances. Plusieurs réponses étaient possibles.

Seuls 6,7% des participants de notre étude n'avaient jamais entendu parler des PE, soit 35 personnes. 93,3% de notre échantillon avait donc connaissance du terme PE.

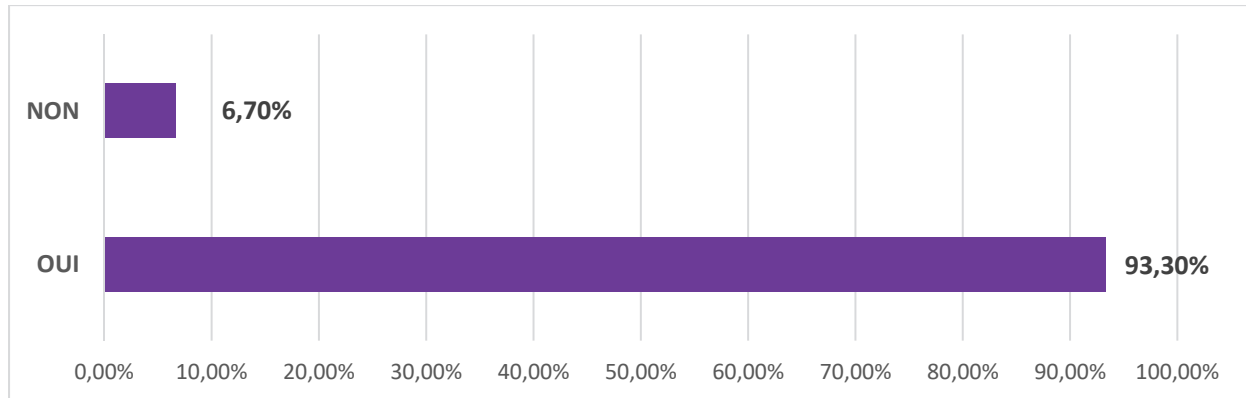


Figure 8 : « Avez-vous déjà entendu parler des perturbateurs endocriniens ? »

On observe que les médias et les réseaux sociaux étaient le principal moyen d'information retenu par les participants à notre étude (63,3%), suivi par l'entourage personnel (33,2%), professionnel (30,1%) et enfin via un professionnel de santé dans 8,3% des cas.

Ces données sont représentées dans le diagramme ci-dessous.

Nous avons ensuite voulu évaluer le niveau de connaissances sur les PE ressenti par notre échantillon. 42,6% (221) des participants à notre étude estiment savoir ce qu'est un PE, 46,4% (243) pensent avoir des connaissances partielles sur le sujet et 10,9% (57) des participants déclarent ne pas savoir ce qu'est un PE.

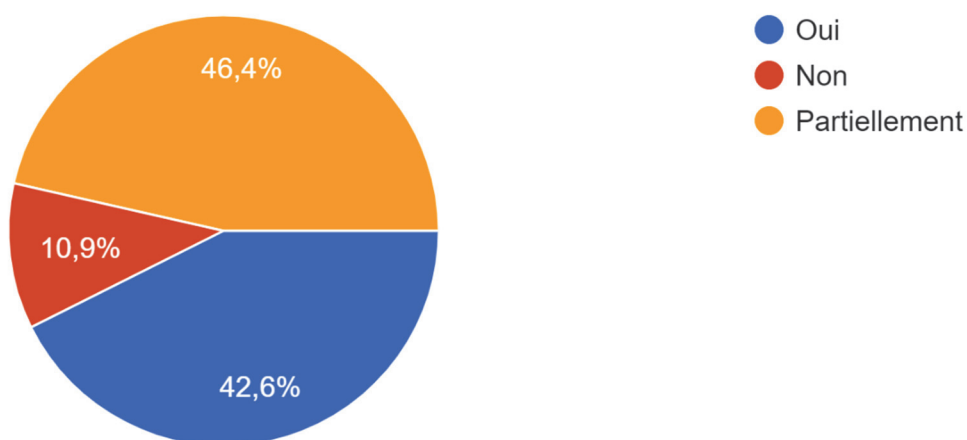


Figure 9 : Auto évaluation du niveau de connaissances sur les PE de l'échantillon via la question : « Pensez-vous savoir ce qu'est un perturbateur endocrinien ? »

Nous avons ensuite voulu savoir si les participants estimaient que leur exposition actuelle aux PE présentait un risque pour leur propre santé.

72,6% (378) des participants considéraient que oui les PE auxquels ils étaient actuellement exposés représentaient un risque pour leurs santé, 24,2% (126) ne savaient pas, et 3,3% (17) ne considéraient pas leur exposition actuelle aux PE comme un risque.

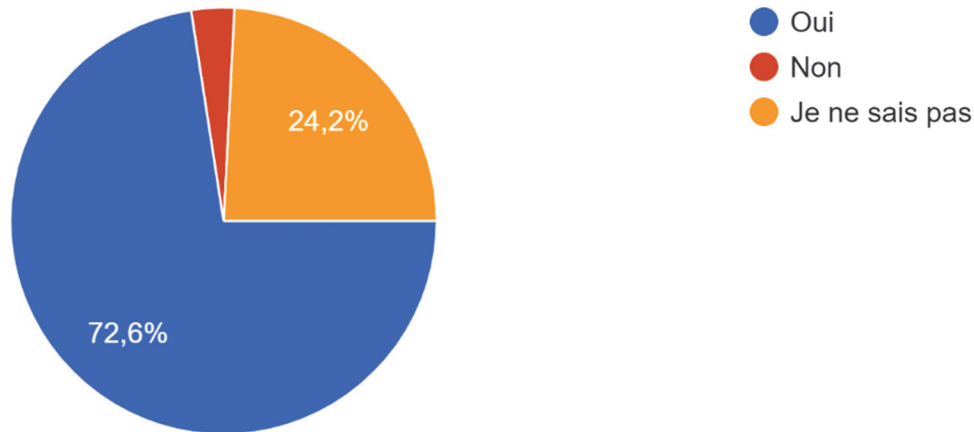


Figure 10 : « Pensez-vous que les PE auxquels vous êtes actuellement exposé peuvent avoir un impact sur votre santé ? »

### 3. Evaluation des connaissances

#### ✓ Exposition

Nous avons voulu déterminer si notre échantillon avait conscience de son exposition aux PE. 66,6% (347) des participants estimaient être exposés dans leur quotidien aux PE, 27,4% (143) ne savaient pas, et 6% (31) estimaient ne pas être exposés aux PE.

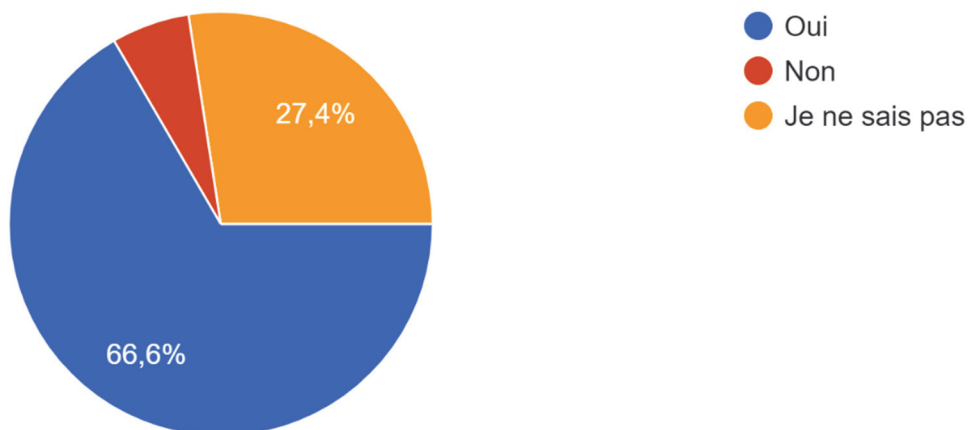


Figure 11 : « Êtes-vous exposé dans votre quotidien aux perturbateurs endocriniens ? »



## ✓ Effets

Nous avons ensuite focalisé notre étude sur les connaissances de notre échantillon sur les effets des PE.

Nous avons questionné les participants à notre étude sur l'effet transgénérationnel des PE, ainsi que sur le lien entre exposition aux PE et différentes problématiques de santé (augmentation de l'incidence de certaines pathologies comme cancer, obésité, troubles de la fertilité, malformations fœtales).

Pour évaluer la connaissance de notre échantillon sur l'effet transgénérationnel, nous avons d'abord demandé aux participants s'ils pensaient que l'exposition de leurs parents aux PE auraient pu avoir un impact sur leur propre santé. 56,8% (296) des participants ont répondu oui, 36,9% (192) ne savaient pas répondre et 6,3% (33) ont répondu non.

Puis, nous avons demandé s'ils pensaient que leurs propres expositions aux PE pourraient avoir un effet sur leurs enfants : 65,5% (341) ont répondu oui, 28,4% (148) ne savaient pas, et 6,1 % (32) ont répondu non.

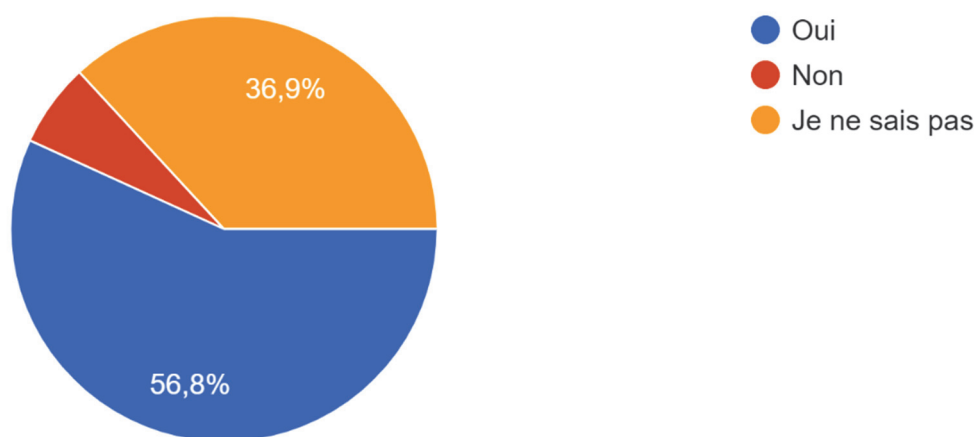


Figure 12 : Evaluation des connaissances de l'échantillon sur les effets transgénérationnels des PE via la question : « Pensez-vous que les PE auxquels vos parents ont pu être exposé ont (ou pourraient avoir) un impact sur votre santé ? »

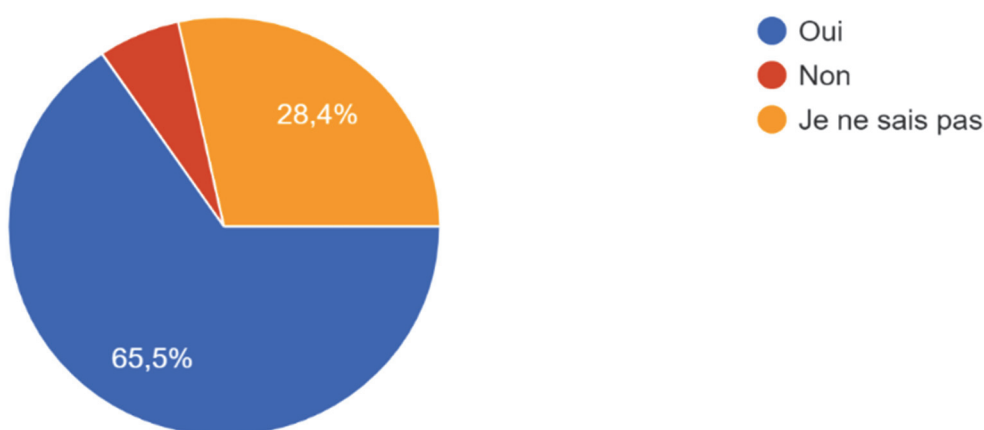


Figure 13 : Evaluation des connaissances de l'échantillon sur les effets transgénérationnels des PE via la question : « Pensez-vous que les PE auxquels vous pourriez être exposés pourraient avoir un impact sur la santé de vos enfants ? »

Concernant l'augmentation de l'incidence de certains cancers, 82,3% (429) de notre échantillon pensaient qu'il pouvait y avoir un lien avec l'exposition aux PE, 16,5% (86) ne savaient pas, et 1,2% (6) pensaient qu'il n'y avait pas de lien entre ces deux variables.

Concernant l'augmentation de l'incidence de l'obésité, 53,6% (279) des participants pensaient qu'il pouvait y avoir un lien avec l'exposition aux PE, 39,9% (208) ne savaient pas et 6,5% (34) ne pensaient pas qu'il puisse avoir de lien.

Concernant les troubles de la fertilité, 80,4% (419) participants pensaient que les PE pouvaient être responsables de trouble de la fertilité, 17,7% (92) ne savaient pas, et 1,9% (10) ne pensaient pas qu'il puisse avoir de lien.

Concernant les malformations fœtales, 61,2% des participants (319) pensaient qu'il existe un lien entre exposition aux PE et malformation fœtale, 34,7% (181) ne savaient pas, et 4% (21) ne pensaient pas qu'il puisse y avoir un lien.

Ces résultats sont illustrés dans les diagrammes ci-dessous.

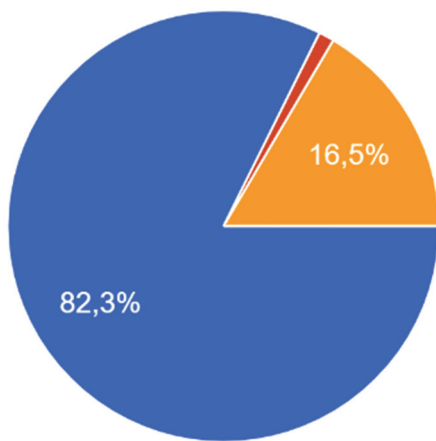


Figure 14 : « Pensez-vous que les perturbateurs endocriniens peuvent avoir une part de responsabilité dans l'augmentation de l'incidence de certains cancers ? »

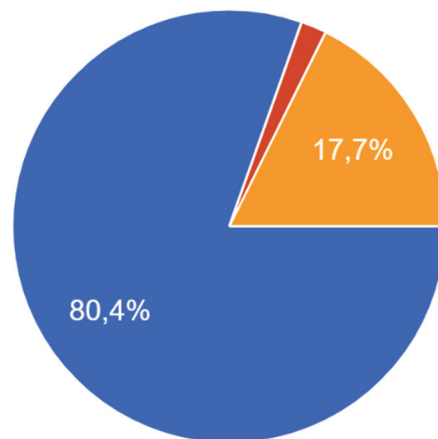


Figure 15 : « Pensez-vous que les perturbateurs endocriniens peuvent causer des troubles de la fertilité ? »

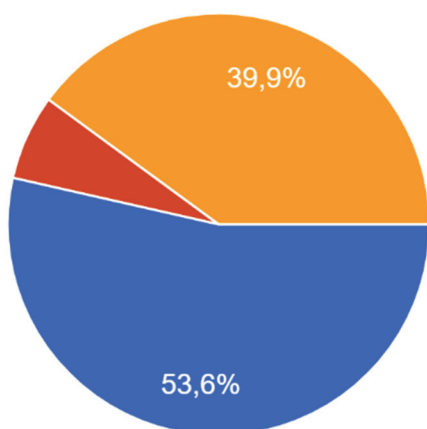


Figure 16 : « Pensez-vous que les perturbateurs endocriniens peuvent avoir une part de responsabilité dans l'augmentation de l'incidence de l'obésité ? »

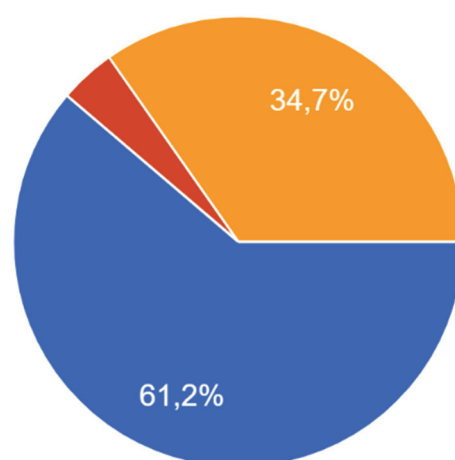
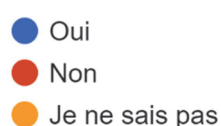


Figure 17 : « Pensez-vous que les PE peuvent entraîner des malformations fœtales ? »



6 questions au total portaient donc sur les effets des PE.

Dans ces 6 questions, on constate avoir eu un taux global de 66,6% de « bonnes réponses » (2083/3126). C'est-à-dire que dans 66,6% des cas, notre échantillon connaissait les effets des PE proposés dans notre questionnaire.

✓ Populations vulnérables

Nous avons ensuite voulu interroger les participants à notre étude sur les populations vulnérables face aux PE. Pour rappel, l'exposition aux PE entraîne des effets secondaires principalement lors d'une exposition in utéro, chez les jeunes enfants ou les adolescents. Ce sont donc les populations à protéger en priorité de l'exposition aux PE, ainsi donc que les femmes en âge de procréer.

15,4% des participants à notre étude ne savaient pas quelles étaient les populations vulnérables face aux PE, soit 80 personnes.

On remarque que les populations cibles sont le plus majoritairement citées par les participants de notre étude :

- 351 personnes soit 67,4% de notre échantillon identifiaient les embryons/ou fœtus comme population vulnérable,
- 67,8% (353) et 54,9% (286) identifiaient respectivement les jeunes enfants et les adolescents comme population vulnérable
- 60,3% (314) identifiaient les femmes en âge de procréer comme population vulnérable

En revanche 29,9% (156 participants) et 24,6% (128 participants) identifient également à tort les adultes et les personnes âgées comme population à risque face à l'exposition aux PE.

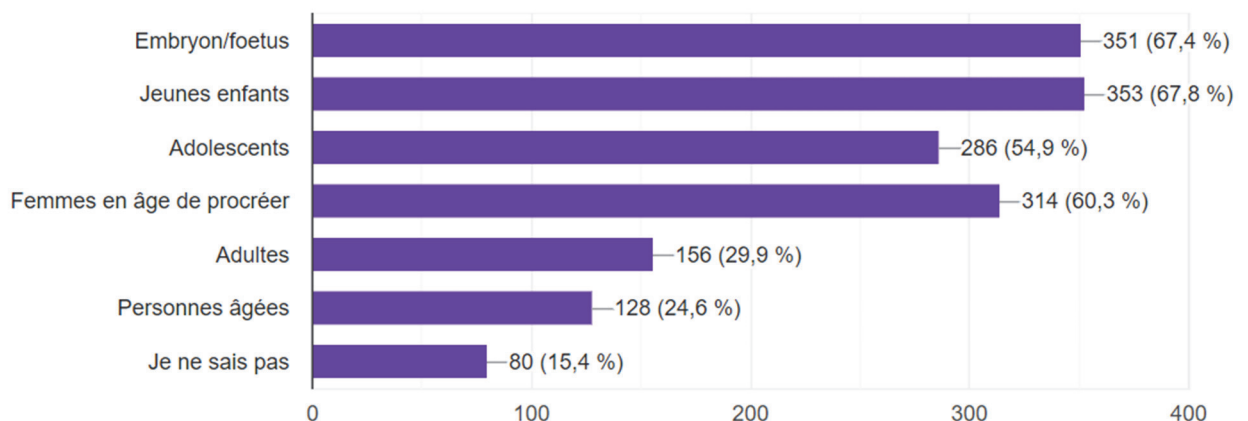


Figure 18 : « A votre avis, quelles sont les populations les plus vulnérables face aux perturbateurs endocriniens ? »

A noter que :

- 35,9% de l'échantillon (187) savaient identifier les 4 populations les plus vulnérables face aux PE, dont 61 personnes sans erreur (11,71% de l'échantillon)
- 298 personnes ont identifié un minimum de 3 populations cibles sur les 4 proposées soit 57,2% de l'échantillon
- 92 personnes ont identifié 2 des 4 populations cibles soit 17,66%
- 41 personnes n'ont identifié qu'une population cible soit 7,87%
- Et 90 personnes n'ont pas réussi à identifier une des 4 populations cibles soit 17,27%

## ✓ Voies d'expositions

Nous avons voulu ensuite savoir si les participants à notre étude connaissaient les modes d'expositions aux PE :

- 80,4% (419) des participants savaient que l'exposition aux PE peut se faire par voie alimentaire,
- 64,9% (338) par voie cutanée,
- 56% (292) par voie respiratoire,
- 41,5% (216) par l'allaitement maternel,
- Et 57,8% par l'exposition fœtal in utéro.

Ces résultats sont représentés dans le diagramme ci-dessous.

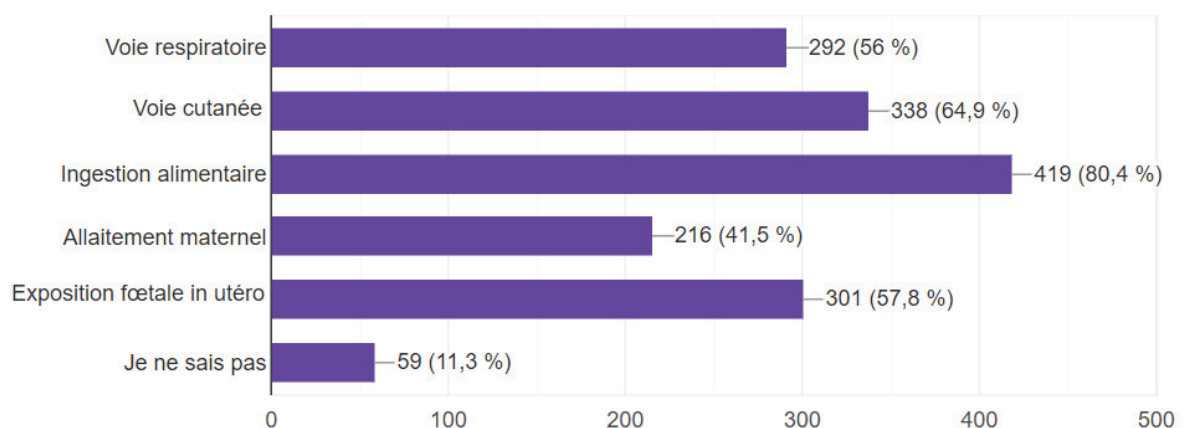


Figure 19 : « Quels sont d'après vous les modes d'expositions aux perturbateurs endocriniens ? »

Nous avons également observé la quantité de bonnes réponses de l'échantillon. Globalement, seul 21,7% de notre échantillon (113 personnes) savait identifier les 5 modes d'expositions proposés.

Par ailleurs :

- 209 personnes ont identifié au minimum 4 modes d'exposition (40,1%)
- 137 (26,3%) ont identifié 3 modes d'exposition
- 85 (16,3%) ont identifié 2 modes d'exposition
- 31 (6%) ont identifié 1 seul mode d'exposition
- Et 59 (11,3%) ne savaient pas identifier de mode d'exposition aux PE.

## ✓ Sources d'expositions

Nous avons présenté une liste de produits courants, à titre d'exemple, pouvant tous contenir des PE pour savoir si notre échantillon était capable d'identifier les sources d'exposition de la vie courante aux PE.

Les résultats sont représentés dans le diagramme ci-dessous.

Seulement 2,9% de notre échantillon, soit 15 participants, n'identifiaient aucun de ces produits comme pouvant contenir des PE.

On note que 4 types de produits étaient majoritairement identifiés par notre échantillon comme source de PE :

- Les produits cosmétiques (86,6% - 451)
- Les produits ménagers (80,2% - 418)
- Les contenants alimentaires plastifiés (74,9% - 390)
- Les peintures (71,4% - 372)

D'autres produits étaient identifiés par environ la moitié notre échantillon comme pouvant contenir des PE :

- Les médicaments (51,8% - 270)
- Les jouets (51,4% - 268)
- Les vêtements (50,1% - 261)
- Les viandes ou poissons (48,8%- 254)
- Les biberons (48,8% - 254)
- Les fruits et légumes (46,1% - 240)

3 types de produits étaient moins bien identifiés par notre échantillon comme pouvant contenir des PE : L'eau (29,8% - 155), les meubles (40,5% - 211) et les tickets de caisses (32,6% - 170).

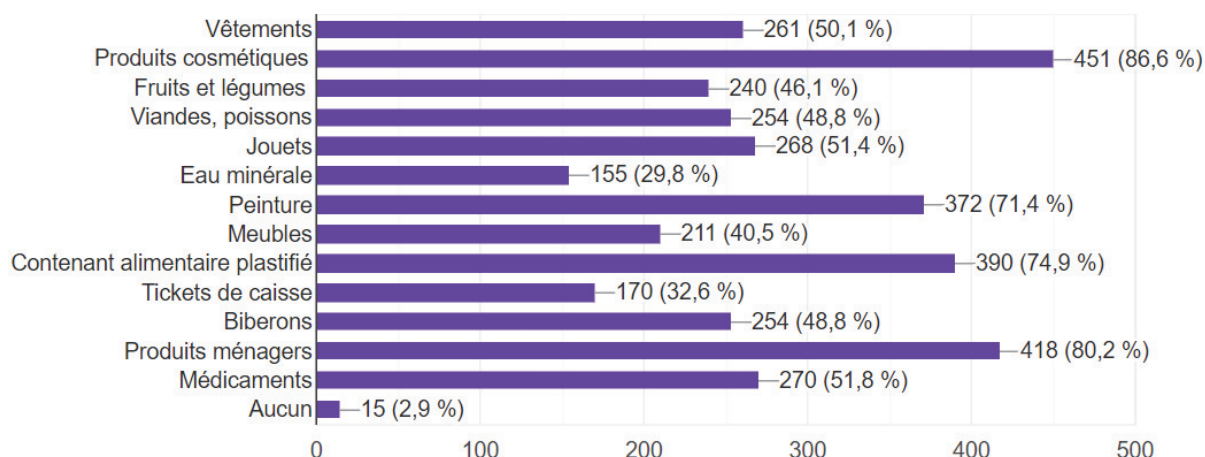


Figure 20 : « Dans quels produits ci-dessous pensez-vous qu'il puisse y avoir des perturbateurs endocriniens ? (Plusieurs réponses possibles) »

A noter que seules 46 personnes ont su identifier l'intégralité des produits pouvant contenir des perturbateurs endocriniens soit 8,8% de notre échantillon.

En moyenne, un produit contenant des PE été identifié par notre échantillon dans 54,8% des cas (3714 bonnes réponses sur 6773 réponses possible).

## ✓ Moyens de protection

Nous avons voulu savoir si notre échantillon connaissait des moyens de réduire son exposition aux PE. Nous avons donc proposé une liste d'actions courantes permettant ou non de se protéger des PE et demandé à notre échantillon d'identifier les moyens protecteurs.

A noter que 10,7% de notre échantillon (56) ne savaient pas identifier de moyen de se protéger des PE parmi les choix proposés.

- Concernant les emballages plastiques : 72,4% (377) de notre échantillon pensaient que limiter leur utilisation permet de réduire l'exposition aux PE
- Concernant la composition des produits transformés : 67,2% (350) de notre échantillon pensaient que regarder la composition des produits avant achat permet de réduire son exposition aux PE
- Concernant les Ecolabels : 65,3% (340) de notre échantillon pensaient que choisir des produits ménagers avec Ecolabels permet de réduire son exposition aux PE
- Concernant le lavage des vêtements neufs : 59,7% (311) pensaient que cela permet de réduire son exposition aux PE
- Concernant l'aération de son lieu de vie : 57% (297) de notre échantillon pensaient que l'aération permet de réduire son exposition aux PE
- Concernant l'alimentation : 53,4% (278) pensaient que choisir une alimentation biologique permet de réduire son exposition aux PE et 5,4% (28) pensaient de même pour l'alimentation vegan
- Concernant les applications pour smartphones : 46,3% (241) de notre échantillon pensaient qu'elles sont utiles pour choisir des produits sans PE.
- Concernant le gel hydroalcoolique : 18,2% (95 personnes) de notre échantillon pensaient à tort que se laver les mains au gel hydroalcoolique pouvait protéger des PE

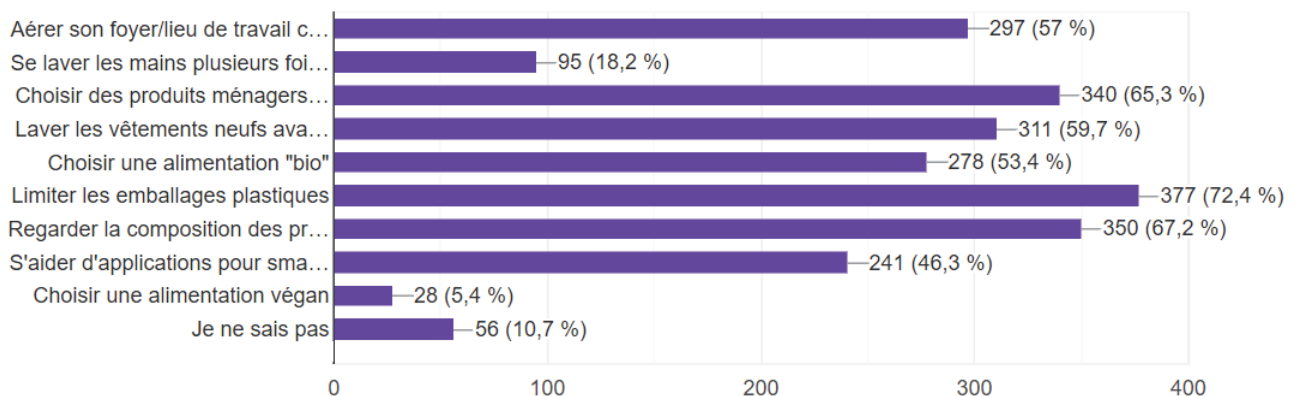


Figure 21 : « Quels gestes vous paraissent utiles pour lutter contre les perturbateurs endocriniens ? »

Au total, notre échantillon savait reconnaître un geste utile pour lutter contre les perturbateurs endocriniens dans 56,5% des cas.

## ✓ Synthèse des connaissances

Dans cette étude, 11 questions permettaient d'évaluer le niveau de connaissances global de notre échantillon. Selon les critères méthodologiques décrits ci-dessus, on observe un taux de bonnes réponses global de **56%** (8745 bonnes réponses sur 15630 réponses possibles).

#### 4. Habitudes de vie

Nous avons voulu questionner notre échantillon sur leurs habitudes de vie pour savoir si certains cherchaient à se protéger des PE.

Nous avons donc soumis à notre échantillon la même liste d'actions courantes préalablement citées et demandé si certaines faisaient partie de leur quotidien dans le but de se protéger des PE.

10,9% de notre échantillon soit 57 personnes ont déclaré ne pas utiliser de moyens de protection pour réduire leur exposition aux PE parmi la liste proposée.

- 63,7% de l'échantillon déclaraient aérer son lieu de vie (332)
- 59,5% de l'échantillon déclaraient limiter les emballages plastiques (310)
- 55,1% de l'échantillon déclaraient laver les vêtements neufs avant de les porter (287)
- 46,1% de l'échantillon déclaraient regarder la composition des produits avant achat (240)
- 44,3% de l'échantillon déclaraient choisir une alimentation « bio » (231)
- 43,4% de l'échantillon déclaraient choisir des produits ménagers avec Ecolabels (226)
- 26,1% de l'échantillon déclaraient s'aider d'application pour smartphone pour choisir ses produits de consommation (136)
- 2,9% de l'échantillon déclaraient avoir choisi une alimentation vegan (15)
- A noter également que 30,7% de l'échantillon déclaraient à tort se laver les mains plusieurs fois par jour avec une solution hydroalcoolique dans le but de se protéger des PE (160)

Les réponses sont présentées dans le diagramme ci-dessous.

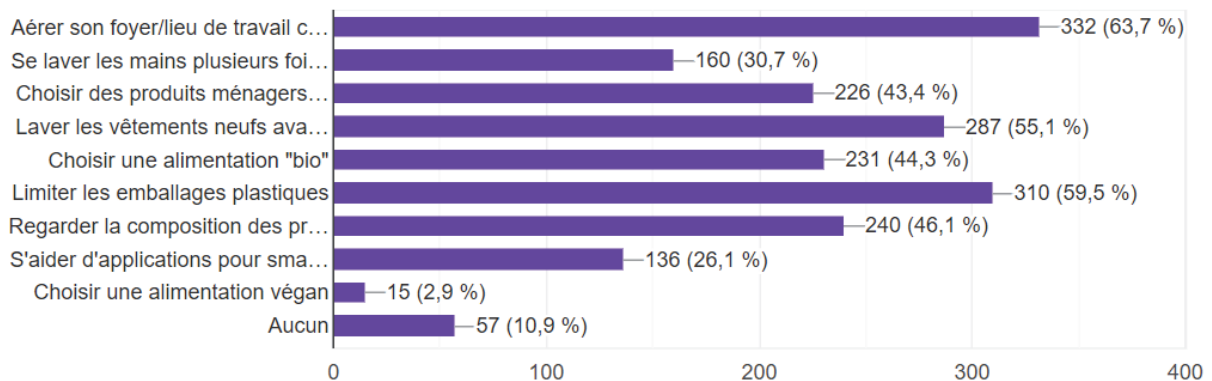


Figure 22 : Parmi ces gestes déjà cités, lesquels font partis de votre quotidien, dans le but spécifique de vous protéger des PE ?

## 5. Attentes et préoccupations

Dans la dernière partie de notre questionnaire, nous nous sommes attardés sur les attentes et préoccupations de notre échantillon concernant les PE.

Sur l'ensemble de notre échantillon, 53,9% déclaraient s'être déjà intéressés au sujet des PE et aux risques qu'ils représentent, soit 291 personnes et 46,1% de l'échantillon ne s'y être jamais intéressés.

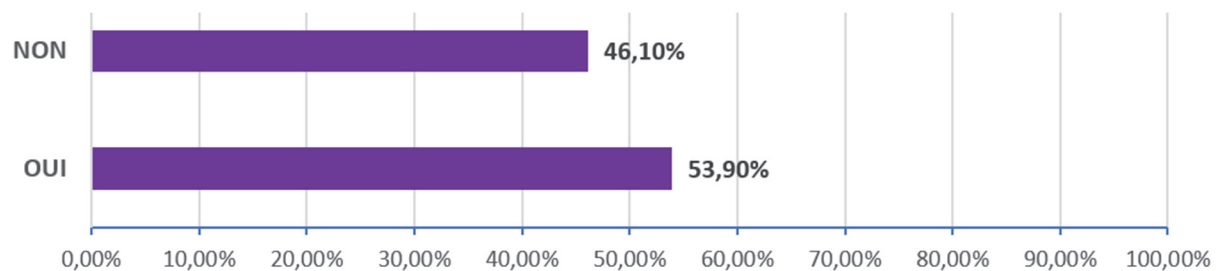


Figure 23 : « Avant de répondre à ce questionnaire, vous étiez vous déjà intéressé aux perturbateurs endocriniens et aux risques potentiels qu'ils représentent pour vous et vos enfants ? »

306 personnes soit 58,7% de notre échantillon déclaraient être inquiet de l'impact des PE sur sa santé ou celle de ses enfants, 2,9% (15) déclaraient ne pas être inquiet et 38,4% n'étaient que modérément inquiet (200).

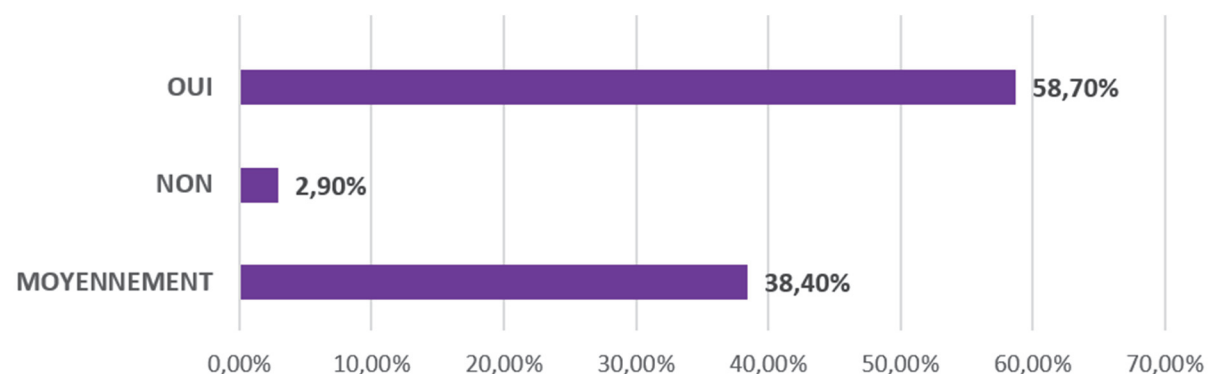


Figure 24 : « Etes-vous inquiets de l'impact des PE sur votre santé ou celle de vos enfants ? »

Nous avons questionné ensuite notre échantillon sur leur souhait de recevoir ou non plus d'informations sur les PE.

79,7% (415) de notre échantillon déclaraient vouloir recevoir plus d'informations sur les PE et 20,3% (106) ne souhaitaient pas en recevoir.



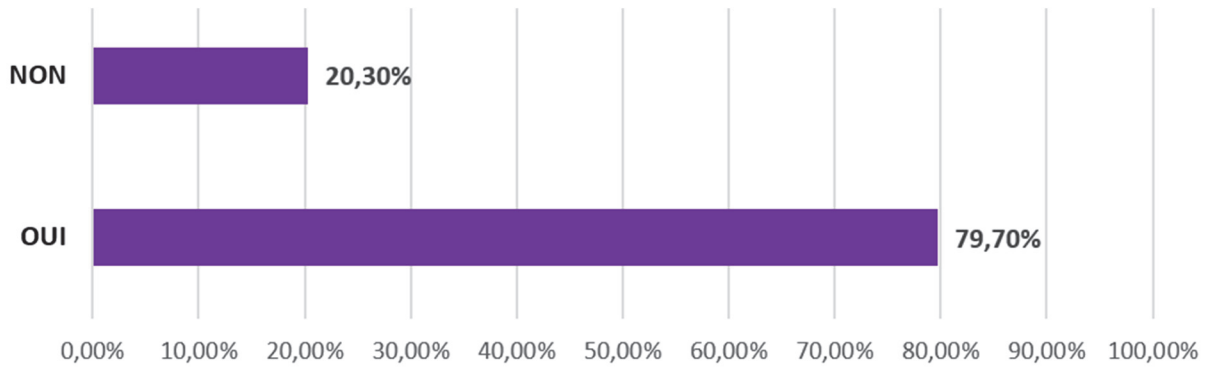


Figure 25 : Souhaiteriez-vous recevoir plus d'informations sur les perturbateurs endocriniens ?

Puis nous avons demandé à notre échantillon par quels moyens souhaitait-il recevoir plus d'informations sur les PE.

- 69,9% (364) de notre échantillon souhaitent obtenir plus d'informations via des campagnes de sensibilisation menées par le gouvernement ou les autorités sanitaires compétentes
- 48,8% (254) souhaitent obtenir plus d'informations via leurs médecin traitant ou autre professionnel de santé
- 46,8% (244) par la presse ou différents médias

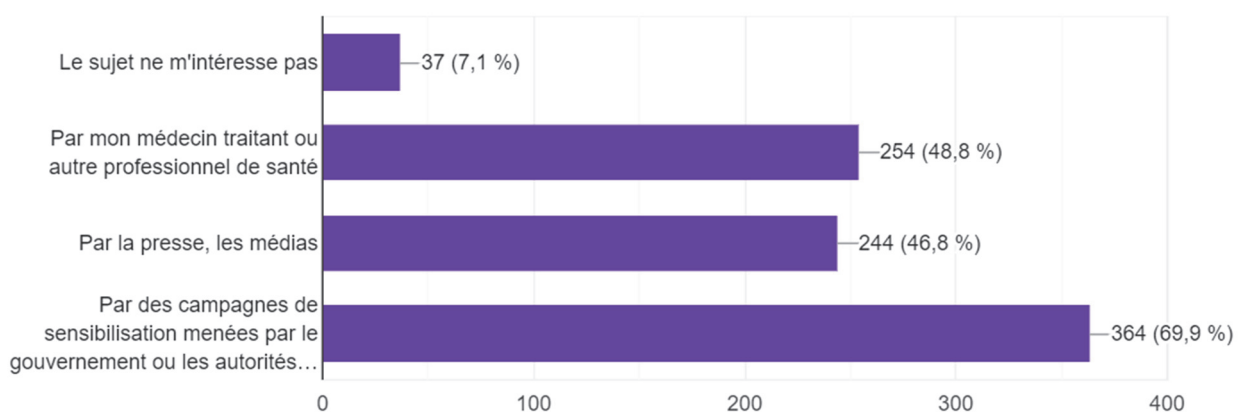


Figure 26 : Par quels moyens souhaiteriez-vous recevoir plus d'informations sur les PE.

Le dernier item de notre questionnaire était une question ouverte facultative qui demandait aux participants à l'étude si un autre moyen d'information ou de prévention contre les PE leur semblait adapté. Nous avons obtenu 189 réponses.

Sur ces 189 réponses, 18 étaient inexploitables, 11 citaient des moyens d'informations déjà proposés à la question précédente et n'ont donc pas été prises en compte. Sur les 160 réponses restantes :

- 29 personnes ont répondu « non »
- 57 personnes ont cité le milieu scolaire comme étant le moyen d'information à privilégier, soit 14,4% de l'échantillon totale de l'étude et 36,2% des répondants à cette question

- 33 personnes ont cité la création d'un label spécifique sans perturbateurs endocrinien à apposer sur les produits de consommation (alimentaires comme non alimentaire), soit 6,3% de l'échantillon totale de l'étude et 17,5% des répondants à cette question
- 33 personnes ont cité les réseaux sociaux comme moyen d'information à privilégier, soit 6,3% de l'échantillon totale de l'étude et 17,5% des répondants à cette question
- 3 personnes ont cité les applications pour smartphone
- 3 personnes ont cité les temps périnataux (suivi de grossesse, préparation à l'accouchement) comme lieu d'échange d'information et de prévention à privilégier
- 2 personnes ont évoqué la possibilité de créer une « newsletter santé » sur les perturbateurs endocriniens.

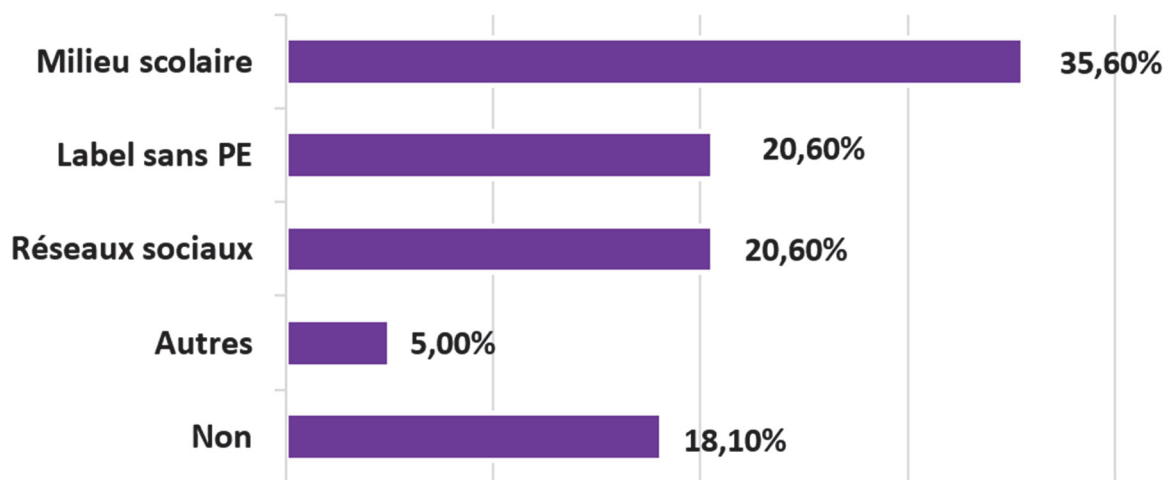


Figure 27 : « Avez-vous une idée d'un autre moyen d'information et de prévention contre les perturbateurs endocriniens ? » Diagramme réalisé à partir des 160 réponses obtenues exploitables.

## **6. Comparaison des sous-groupes**

Nous avons décidé de comparer ces résultats en fonction des différents sous-groupes identifiables dans notre échantillon.

Tous les résultats sont présentés sous forme de tableaux en Annexe 4.

### **6.1. Comparaison selon l'âge**

Concernant l'auto-évaluation des connaissances sur les PE, on constate une augmentation du niveau de connaissances ressenti avec l'âge. De même, plus l'âge augmente, plus les participants déclarent être inquiets et s'être déjà intéressés aux PE.

Concernant le lien entre troubles de la fertilité et exposition aux PE, ce sont le groupe 25-39 ans qui ont un taux de bonnes réponses le plus élevé ; les 3 autres groupes ayant un taux de réponses similaires.

On observe que sur la plupart des questions posées, le niveau de connaissances semble diminuer avec l'âge. Seule l'identification des populations vulnérables échappe à cette tendance.

Le souhait de recevoir plus d'information sur les PE diminue également avec l'âge.

Les résultats sont présentés dans le tableau 1-Annexe 4.

### **6.2. Comparaison selon le genre**

La comparaison des connaissances selon le genre permet de mettre en évidence que les femmes ont, de façon statistiquement significative, de meilleures connaissances que les hommes sur les PE.

Le niveau d'inquiétude et d'intérêt pour les PE était également plus important chez les femmes de notre échantillon.

Ces résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Questions	Hommes (N=173)	Femmes (N=348)	p
<b>Autoévaluation des connaissances</b>	38,2% (66)	44,4% (155)	0,1877
<b>Exposition aux PE</b>	56% (97)	71% (250)	<b>0,0004</b>
<b>Lien entre obésité et PE</b>	46,8% (81)	56,9% (198)	<b>0,0322</b>
<b>Lien entre cancer et PE</b>	69,9% (121)	88,5% (308)	<b>0,0001</b>
<b>Lien entre troubles de la fertilité et PE</b>	71% (123)	85% (296)	<b>0,0003</b>
<b>Lien entre malformations fœtales et PE</b>	53,8% (93)	64,9% (226)	<b>0,0169</b>
<b>Effet transgénérationnel</b>	48,6% (84)	60,9% (212)	<b>0,0085</b>
<b>Identification des populations vulnérables (≥3)</b>	52% (90)	59,8% (208)	0,1099
<b>Identification des modes d'expositions (≥4)</b>	34,7% (60)	42,8% (149)	0,0875
<b>Intérêt PE</b>	41% (71)	60,3% (210)	<b>0,0001</b>
<b>Inquiétude</b>	49,7% (86)	63,2% (220)	<b>0,0035</b>
<b>Demande d'informations supplémentaires</b>	73,4% (127)	82,8% (288)	<b>0,0152</b>

Tableau 1 : Tableau comparatif des connaissances sur les PE en fonction du genre

### 6.3. Comparaison selon le fait d'avoir ou non des enfants

Les populations les plus vulnérables face aux effets secondaires des PE sont les enfants, depuis leur développement intra-utérin jusqu'à la période péri pubertaire.

Il nous paraissait donc pertinent d'observer si, le fait d'avoir ou non des enfants influençait les connaissances de notre échantillon sur les perturbateurs endocriniens.

On constate que dans notre échantillon, la population avec enfant (ou projet à court terme) pensait avoir de meilleures connaissances que la population sans enfant ( $p=0,0347$ ). Ils étaient également plus inquiets de l'impact des PE sur la santé ( $p= 0,0426$ ), et déclaraient s'être plus renseignés sur les PE ( $p= 0,0011$ ).

En revanche notre étude n'a pas montré de lien statistiquement significatif entre le fait d'avoir un enfant et le niveau de connaissances sur les PE. Seule l'identification des populations vulnérables était statistiquement plus importante chez le groupe avec enfant ( $p= 0,0059$ )

#### 6.4. Comparaison selon le lieu de vie

Nous avons voulu comparer les connaissances de notre échantillon en fonction du lieu de vie.

Dans notre étude on observe que la population urbaine a globalement de meilleures connaissances que la population rurale sur les PE. Cependant cette tendance n'était pas statistiquement significative dans notre étude.

La population urbaine était plus en demande d'information supplémentaire que la population rurale sur les PE ( $p=0,0009$ ).

Les résultats comparatifs entre ces deux groupes sont présentés dans le tableau 4-annexe 4.

#### 6.5. Comparaison selon le statut de professionnel de santé

Les professionnels de santé dans notre échantillon avaient des connaissances statistiquement plus élevées sur les PE que les participants issus d'autres professions.

Ils semblaient également plus inquiets et plus demandeurs d'informations sur les PE, sans que cette différence soit statistiquement significative.

A noter que seuls 17,7% (22) du groupe professionnel de santé a su identifier les 4 populations les plus vulnérables sans erreur et 9,8% (39) du groupe autres profession.

Les résultats sont présentés dans le tableau 5-annexe 4.

#### 6.6. Comparaison selon la catégorie socio professionnelle

Selon l'INSEE, les catégories socio professionnelles (SP) favorisées sont : les cadres, les professions intellectuelles supérieures, les chefs d'entreprise de plus de 10 salariés et les professions intermédiaires. Les catégories SP moyennes sont les employés, les agriculteurs, les artisans et les commerçants. Et les catégories SP défavorisées sont les personnes sans emploi, saisonniers ou intérimaires.

Nous avons choisi de comparer dans notre échantillon les catégories favorisées avec les moyennes et défavorisées. A noter que la catégorie chef d'entreprise a été dans notre étude intégrée au groupe classe moyenne et défavorisée car il n'était pas possible d'identifier si parmi les 33 personnes ayant répondu être « artisan, commerçant ou chef d'entreprise » certains correspondaient à des chefs d'entreprise de plus de 10 salariés.

Dans notre étude on ne distingue globalement pas de différence de connaissances statistiquement significative selon les catégories socioprofessionnelles, excepté sur deux paramètres : concernant l'exposition aux PE, les catégories SP favorisées avaient une meilleure appréciation de leur exposition puisque 72,5% savaient être exposés aux PE contre 61,3% dans les catégories SP moyennes ou défavorisées ( $p=0,0071$ )

De plus, on constate également que les catégories SP favorisées avaient une meilleure connaissance des effets potentiels des PE sur la fertilité ( $p=0,0004$ ). Ces résultats sont présentés dans le tableau 6-Annexe 4.

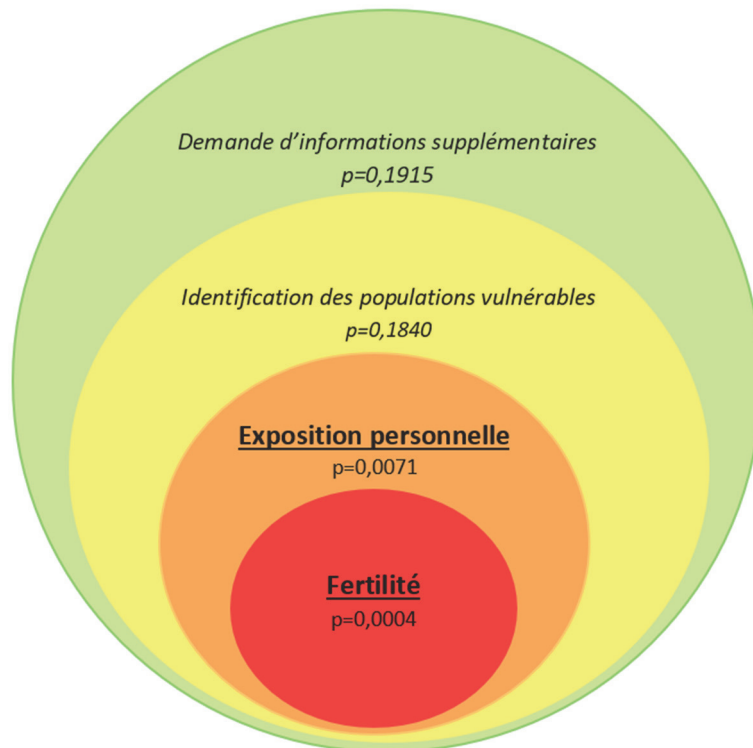


Figure 28 : Gradation de la puissance statistique des résultats issu de la comparaison selon les catégories socioprofessionnelles

### 6.7. Comparaison selon le risque ressenti

Nous avons voulu savoir si le risque ressenti par la population face aux PE induisait une différence dans le niveau de connaissance de la population.

Nous avons donc comparé nos résultats entre le groupe ayant répondu penser que leur exposition actuelle aux PE pouvait avoir un impact sur leur santé, et ceux ayant répondu ne pas savoir ou considérant que ce n'était pas le cas.

On constate que le groupe pensant que son exposition aux PE peut représenter un risque pour sa santé a, de façon statistiquement significative ( $p<0,0001$ ), de meilleures connaissances et un intérêt plus important pour les PE. L'inquiétude chez cette population est également majorée ( $p<0,0001$ ).

Les résultats sont présentés dans le tableau 7-Annexe 4.

## V. Discussion

Nous souhaitons proposer un état des lieux des connaissances de la population française de plus de 16 ans sur les perturbateurs endocriniens. Nous voulions également appréhender l'intérêt que porte la population française au sujet des perturbateurs endocriniens, ses préoccupations et les moyens disponibles pour transmettre mieux l'information.

### 1. Interprétation des résultats

#### 1.1. Données socio-démographiques

Notre échantillon n'est pas représentatif de la population française.

Dans notre échantillon, les femmes étaient sur-représentées par rapport aux hommes avec 66,8% de femmes et 33,2% d'hommes. Selon les données de recensement de la population de l'INSEE au 1<sup>er</sup> janvier 2022, les femmes représentent 51,7% de la population française (236).

Ce paramètre a un impact direct sur les résultats de notre étude car d'après les résultats de comparaison en sous-groupe, les femmes ont de meilleures connaissances sur les PE que les hommes. Elles sont également plus inquiètes et plus en demande d'informations supplémentaires sur le sujet. Ces résultats sont cohérents avec les études antérieures car les femmes ont en général plus d'intérêt sur les questions de santé et environnement que les hommes (237). On peut supposer que c'est pour cette raison que les femmes ont plus participé à notre étude que les hommes, puisque le mode de recrutement de notre étude était basé sur du volontariat.

Le niveau de connaissances de notre échantillon est donc très probablement surévalué comparé à la population française.

Concernant l'âge, on constate que comparativement aux données démographiques de l'INSEE les personnes de 60 ans ou plus sont sous représentées dans notre échantillon ; en France ils représentent 33% de la population de plus de 15 ans, alors qu'ils ne sont que 13% dans notre étude (238). La tranche d'âge 16-24 ans est représentée de façon similaire à sa proportion dans la population française (15% des plus des 15 ans), et les tranches d'âge entre 25-39 et 40-59 ans sont sur-représentées dans notre étude car elles représentent respectivement dans la population française 21% et 31% de la population de plus que 15 ans. On peut supposer que le mode de diffusion via les réseaux sociaux est responsable de ce recrutement hétérogène en fonction de l'âge, puisque les populations d'âge supérieur à 60 ans sont moins actives sur ces plateformes. En effet, selon une étude statistique réalisée en 2020, plus de 80% des moins de 40 ans utilisent les réseaux sociaux, contre 58% des plus de 60 ans et 38% des plus de 70 ans (239).

Dans notre étude on remarque que si l'intérêt pour les PE et l'inquiétude liée à leurs effets augmente avec l'âge, les connaissances en revanche sont globalement plus importantes chez les populations les plus jeunes. En effet, on constate dans notre étude que les jeunes ont une meilleure appréciation de leurs expositions aux PE et de meilleures connaissances sur les effets des PE (troubles métaboliques, cancers, malformations fœtales, effet transgénérationnel) et les modes d'expositions. Les troubles de la fertilité sont particulièrement identifiées par les jeunes actifs de 25-39 ans, population plus spécifiquement concernée par le sujet. On observe un véritable gap de connaissances entre les populations d'âge inférieur à 60 ans et ceux d'âge supérieur. Pourtant ce sont eux qui déclarent en majorité s'être déjà intéressés au sujet. Ces résultats sont cohérents avec des études antérieures, mais interrogent. En effet, le baromètre santé environnement 2015 de Nouvelle-Aquitaine (237) ce sont également les personnes âgées de plus de 55 ans qui sont le plus préoccupées par les questions de

santé environnementale. Dans le baromètre santé publique France 2019 (231) le sentiment d'être mieux informé sur les PE augmentait également avec l'âge. Alors pourquoi semblent ils avoir de moins bonnes connaissances dans notre étude ? Il serait intéressant d'étudier les déterminants responsables de cette contradiction. On peut supposer que, puisque les personnes d'âge supérieur à 60 ans semblent mieux identifier les personnes vulnérables face aux PE, ils se sentent par voie de conséquence moins concernés par ce sujet que par les autres pollutions environnementales dont ils subissent plus directement les effets.

Concernant les catégories socioprofessionnelles, notre échantillon n'était pas représentatif de la population française puisque les cadres ou professions intellectuelles supérieures étaient sur-représentés (240). Les catégories SP favorisées avaient une meilleure appréciation de leur exposition aux PE et de meilleures connaissances sur le lien entre trouble de la fertilité et exposition aux PE. Le reste des résultats n'était pas statistiquement significatif bien qu'on puisse supposer, au vu de nos résultats, que les catégories SP favorisées ont plus d'intérêt pour le sujet et sont plus en demande d'informations supplémentaires sur les PE. Ces résultats sont cohérents avec des études antérieures puisque les catégories socioprofessionnelles favorisées avaient plus d'intérêt pour les sujets de santé et environnement dans les baromètres santé environnement de Nouvelle-Aquitaine de 2015 et se sentaient mieux informées dans le baromètre santé publique France de 2019.

La population rurale était sous représentée dans notre échantillon puisque 32,8% de la population française vivait en zone rurale selon l'INSEE en 2017 (241). Notre étude laisse supposer que la population urbaine a de meilleures connaissances sur le sujet, sans que ces résultats ne soient statistiquement significatifs. L'échantillon du groupe population rurale était probablement trop faible dans notre étude pour savoir s'il existait un lien statistiquement significatif entre le lieu de vie et les connaissances sur les PE. Dans le baromètre santé environnement de Nouvelle Aquitaine 2015, il n'existe pas de différence d'intérêt pour les pollutions environnementales selon le lieu de vie. En revanche dans le baromètre de santé publique France 2019, les populations rurales se pensaient être mieux informées que les populations urbaines sur les PE.

Le taux de professionnels de santé ayant participé à notre étude était très élevé comparé au taux dans la population générale. Dans notre étude, près de 21% de notre échantillon était un professionnel de santé alors qu'ils ne représentent que 2,3% dans la population générale française. Ce paramètre participe à la sur estimation des connaissances sur les PE de notre échantillon.

Dans notre échantillon nous n'avons obtenu qu'une seule réponse d'un agriculteur exploitant ; c'est dommage car cette catégorie professionnelle fait partie des plus exposées aux PE via l'usage des pesticides. Par curiosité nous avons observé individuellement les réponses de cet agriculteur. Il était conscient de son exposition aux PE et de l'augmentation des risques de cancers et de troubles de la fertilité. En revanche, il ne savait pas identifier ni les populations vulnérables, ni les modes d'expositions, ni les gestes utiles pour limiter son exposition. Parmi les produits proposés pouvant contenir des perturbateurs endocriniens, il n'a identifié que les cosmétiques, les médicaments et la viande. Les fruits et légumes n'ont pas été cités. Il déclarait être modérément inquiet des effets des PE et nous souhaitait pas recevoir d'information supplémentaire sur le sujet. Dans le baromètre santé publique France de 2019, seul 29% des agriculteurs exploitants déclaraient être bien informés sur les PE. Il serait intéressant de réaliser une étude sur les connaissances sur les PE des professionnels particulièrement exposés, notamment les agriculteurs.



## 1.2. Comparaison avec études antérieures

On constate que dans notre étude, 66,6% de notre échantillon a conscience d'être exposé aux PE. En réalité, l'étude ESTEBAN montre que 100% de la population française est actuellement exposé. Globalement, les plus jeunes, les femmes et les catégories socio professionnelles les plus favorisées avait une meilleure appréciation de leur exposition aux PE dans notre étude.

Les résultats de l'étude ESTEBAN montrent que bien que 100% de la population française soit exposé aux PE, il existe des variables d'ajustement des niveaux d'imprégnation selon plusieurs facteurs (2). Les personnes âgées de plus de 59 ans présentaient des concentrations sériques bien plus élevées que les personnes âgées de moins de 35 ans. Cette différence s'explique par différents facteurs notamment par la bio accumulation des perturbateurs endocriniens POP dans l'organisme humain. Les personnes avec un IMC élevé montraient également des taux d'imprégnation en certains PE plus élevés, probablement à cause du caractère lipophile de nombreuses substances.

L'étude révèle également que les hommes et les femmes ne sont globalement pas exposés aux mêmes types de PE. Les hommes présentaient des taux d'imprégnation en composés perfluorés augmentés de 20 à 50% par rapport aux femmes ; les femmes des taux jusqu'à 26% plus élevés en Bisphénols. Les enfants étaient parfois plus exposés que les adultes à certaines substances, notamment aux Bisphénols A, S et F (100). Les personnes ayant fait des études supérieures étaient également plus imprégnées en PE. Notre étude suggère donc que le groupe étudié n'a qu'une vision partielle et sous-estimée de son exposition aux PE, en particulier les hommes et les personnes de plus de 59 ans.

En 2016 une étude menée sur 133 femmes françaises de 18 à 45 ans a été réalisée dans le cadre d'un travail de thèse pour évaluer les connaissances des femmes en âge de procréer sur les PE (3). Dans cette étude, 53% des femmes déclaraient avoir déjà entendu parler des PE, contre 93,3% de notre échantillon, tous sexes confondus. Dans cette même étude, seul 1% des femmes interrogées déclaraient savoir ce qu'était un PE contre 46,4% de notre échantillon. De même, 43% des femmes interrogées ne savaient pas citer 1 exemple de produit du quotidien pouvant contenir des PE, contre 2,9% dans notre échantillon. Dans cette même étude, 32,3% femmes pensaient que les PE pouvaient augmenter le risque de cancer, 21,1% le risque d'infertilité, et 9,8% les risques de malformations fœtale, ce qui est très inférieur aux valeurs retrouvées dans notre étude. Notre échantillon identifiait également mieux les populations les plus à risque face aux PE.

A partir de ces observations nos résultats suggèrent donc une considérable augmentation des connaissances de la population française sur les perturbateurs endocriniens depuis l'année 2016.

Nous pouvons supposer que cette progression est due à une médiatisation de plus en plus importante sur le sujet, ainsi qu'aux actions gouvernementales de sensibilisation, d'informations et de prévention menées depuis 2014 via les stratégies nationales sur les perturbateurs endocriniens (SNPE 1 et SNPE 2). 63,3% de notre échantillon déclarait avoir entendu parler des PE via les médias.

Depuis les années 1992, les baromètres santé publique France interrogent la population française sur des thématiques en matière de santé : opinions, comportements, et auto appréciation des connaissances. Le baromètre 2019 a été consacré aux thématiques santé et environnement, parmi lesquelles figurent les PE (231). Dans cette étude on constate que les PE sont le thème environnemental sur lequel les participants se sentaient le moins bien informés, avec seulement 28,5% des participants déclarant être bien informés sur le sujet et 25% déclarant n'en avoir jamais entendu parler. Dans notre étude, l'autoévaluation des connaissances montrait que 42,6% de la population estimait savoir ce qu'était un PE et seulement 6,7% n'en avait jamais entendu parler. Ces résultats suggèrent une meilleure diffusion de l'information sur les PE depuis 2019.

Dans le baromètre santé publique France 2019, le sentiment d'information sur les PE n'était pas lié au sexe. Cependant les personnes résidant en zones rurales, les personnes de plus de 65 ans et les catégories socio-professionnelles favorisées déclaraient être mieux informées.

Nous n'avons pas observé cette tendance dans nos résultats -sauf pour l'âge- puisque sur l'autoévaluation des connaissances n'était pas statistiquement différent selon nos sous-groupes. Ces résultats peuvent s'expliquer par le manque de puissance de notre travail, un défaut de représentativité de la population française, mais aussi par une diffusion plus large de l'information à l'ensemble de la population depuis l'année 2019. En effet c'est en 2019 qu'a débuté la deuxième stratégie nationale sur les PE (SPNE 2) visant notamment à mieux informer la population sur le sujet. Une nouvelle étude est en cours sur le plan national dont les résultats seront publiés courant 2022. Il sera intéressant de comparer ces résultats pour observer si l'évolution de l'autoévaluation des connaissances par la population française est effective entre 2019 et 2022.

Dans le travail de thèse réalisé en 2016 préalablement cité (3), 10% des femmes déclaraient avoir reçu des informations sur les PE grâce à leur médecin traitant ou autre professionnel de santé, alors que dans notre étude ils n'étaient que 8,3%. Notre étude suggère donc que le travail de prévention fait par les professionnels de santé n'a pas progressé en France depuis 2016. A noter que pourtant, 48,8% de notre échantillon souhaiterait recevoir des informations sur les PE via un professionnel de santé.

Notre étude suggère que les professionnels de santé disposent de meilleures connaissances que la population générale sur les PE. Pourtant, les connaissances des professionnels de santé sur le sujet semblent perfectibles puisque dans notre échantillon seuls 53% d'entre eux pensent savoir ce qu'est un PE. On remarque également que seulement 17,7% du groupe professionnel de santé savait identifier sans erreur les 4 populations cibles à protéger en priorité des PE.

Les perturbateurs endocriniens ne font pas partie du programme obligatoire des études médicales ni de la plupart des études paramédicales. Il existe toutefois des formations supplémentaires, s'inscrivant dans le cadre de la formation médicale continue par exemple, qui permettent d'approfondir ses connaissances sur le sujet.

On peut supposer que ces lacunes jouent un rôle dans le manque d'informations délivrées par les professionnels de santé aux patients.

En effet, dans une étude réalisée en 2019 sur l'état des lieux des connaissances des acteurs de santé sur les risques des PE, il a été décrit que les professionnels de santé manquaient effectivement de connaissances, mais également d'occasions et de supports pour aborder le sujet avec leurs patients (232).

Dans une autre étude parue en 2019, 73,7% des professionnels de santé déclaraient ne pas informer les patients sur les PE de par un manque de connaissances théoriques sur le sujet (233).

Afin de pallier à ces lacunes, l'URPS médecins libéraux PACA a mis au point, en 2018, un guide d'une cinquantaine de pages à l'usage des médecins libéraux permettant de faire un point sur les effets des PE ainsi que les moyens de s'en protéger et les conseils à prodiguer aux patients (60). En 2020, l'URPS médecins libéraux PACA a réédité ce guide, en élaborant deux versions : un « dossier scientifique » et un « dossier pratique » permettant d'aborder le sujet de façon plus ludique et illustrée (234). Ce dossier pratique propose 16 fiches illustrées accessibles aux patients pouvant servir de support préventif. Il est accessible en ligne gratuitement permettant aux patients d'en prendre connaissance depuis leurs domiciles. Il est accessible également depuis peu via une application dédiée dont nous reparlerons au chapitre suivant. Ci-dessous, exemple de fiche proposée par le guide pratique de L'URSP-mi-PACA.



**Deux grands principes dans la cuisine**

- Privilégier les matériaux comme le verre, l'inox, la fonte, le bois non traité, ...
- Pas de plastique, surtout s'il est en contact avec des aliments chauds.

**JE PRIVILÉGIE**

- La vaisselle en verre, porcelaine, inox, ...
- Les plats et ustensiles de cuisson en verre, fonte, inox, ...
- Les boîtes de conservation en verre ou inox
- Les bouteilles et contenants isothermes en verre ou inox
- Les bouteilles et carafes en verre
- Les conserves en verre



**J'ÉVITE**

- La vaisselle en plastique ou mélaminé, surtout pour les enfants
- Le film alimentaire en contact direct avec les aliments
- Les gourdes et bouteilles en plastique
- Les poêles et casseroles avec revêtement antiadhésif
- Les moules en silicone ou avec revêtement antiadhésif

**SI JE NE PEUX PAS**

- Je ne réchauffe pas mes plats dans un contenant en plastique
- Je ne laisse pas mes bouteilles d'eau en plastique en plein soleil
- J'enlève les aliments vendus en barquette plastique et les transfère dans des récipients plus sains de retour à la maison
- J'utilise de préférence des plastiques notés 2 et 4 (p. XXXI)



**HDPE** Polyéthylène Haute Densité

**LDPE** Polyéthylène Basse Densité

Illustration 1 : Exemple de fiche de prévention et conseils pour limiter l'exposition de la population aux PE, réalisée par l'URPS-mi-PACA

Il serait intéressant de savoir si la diffusion de ces guides a été menée à large échelle et l'impact sur la pratique des professionnels de santé l'ayant lu.

En 2020, une étude multicentrique française a évalué l'impact d'une campagne de sensibilisation aux perturbateurs endocriniens par des professionnels de santé sur les comportements à risque d'exposition aux PE chez des patientes en période péri-conceptionnelle (235). Cette étude révèle que lorsque le sujet des PE endocrinien est abordé en consultation, les connaissances sur les PE augmentent chez les femmes et permet également une diminution de leur exposition, et une diffusion de l'information à leur entourage. La sensibilisation de ces femmes était plus importante lorsque le message leur était délivré par un médecin généraliste plutôt qu'une sage-femme. Cette étude illustre donc l'importance de la place du médecin généraliste dans la prévention de l'exposition de la population aux PE.

## **2. Forces et limites de l'étude**

Nous avons réussi à inclure 521 personnes à l'étude, ce qui représente un échantillon de taille relativement importante.

Le questionnaire était anonyme afin de respecter le règlement général sur la protection des données.

Notre étude proposait également, une fois le questionnaire terminé, une fiche de sensibilisation sur l'exposition aux PE et leurs effets secondaires afin d'inscrire ce travail dans une démarche de prévention et de sensibilisation. Cette fiche illustrée était issue du PNSE3.

Cette étude présente également certaines limites.

Tout d'abord, il existe un biais de sélection, induisant un manque de représentativité de l'échantillon par rapport à la population cible de notre étude.

Ce biais est induit par le mode de recrutement des participants à l'étude puisqu'il reposait sur du volontariat. On peut supposer que les personnes ayant un intérêt pour le sujet ont proportionnellement plus participé à cette étude, engendrant une surestimation des résultats.

En effet on remarque que ce sont les catégories de population ayant à priori le plus d'intérêt pour les pollutions environnementales qui sont sur représentées dans notre étude, notamment les femmes et les catégories SP favorisées (237).

De plus, le moyen de diffusion via les réseaux sociaux pouvait induire un biais de recrutement car il supposait avoir accès à du matériel informatique et internet ce qui peut exclure de fait certaines catégories sociales et les personnes plus âgées. En France, selon l'INSEE, 7% des ménages n'avait pas accès à internet en 2020 (242).

Concernant la validité de la méthode d'évaluation des connaissances de la population, il n'existe pas à ce jour de méthode validée pour réaliser ce genre d'étude. Il n'était pas possible d'interroger notre échantillon sur l'intégralité des connaissances scientifiques sur les PE pour des raisons pratiques évidentes. Nous avons donc volontairement sélectionné les items abordés, en choisissant les sujets qui nous paraissaient les plus pertinents.

### 3. Perspectives

La population française est de plus en plus préoccupée par les sujets de santé environnementale. Dans notre étude, près de 80% de notre échantillon déclarait vouloir recevoir plus d'information sur les PE, ce qui suggère une demande citoyenne très forte en France.

Il est donc essentiel de poursuivre et améliorer les campagnes de prévention sur les PE en France.

Avoir conscience que l'exposition environnementale à certains polluants peut avoir un impact sur sa propre santé est la première étape d'information à transmettre à la population pour susciter un intérêt pour un sujet donné. C'est ce que suggère notre étude puisque on constate un lien important entre le niveau de connaissances de notre échantillon et le ressenti de l'impact des PE sur sa santé. En effet le sous-groupe qui pensait que son exposition aux PE pouvait avoir un impact sur sa santé avait des connaissances bien supérieures sur le sujet -de façon très significative ( $p < 0,0001$ )- à ceux qui ne savaient pas ou ne pensaient pas que les PE pouvaient impacter leur santé.

Cependant, notre étude suggère que la population française semble bien mieux informée des effets des PE que des moyens de s'en protéger. En effet seul 35,9% de notre échantillon savait identifier l'intégralité des populations vulnérables, et seul 21,7% savait identifier tous les modes d'expositions aux PE proposés dans notre étude. L'exposition fœtale in utéro et l'exposition via l'allaitement maternel était les deux voies d'exposition les moins citées par notre échantillon, alors qu'elles représentent les deux modes de contaminations à éviter en priorité.

Si certains produits sont largement identifiés par la population comme pouvant contenir des PE (cosmétiques, peinture, plastiques, produits ménagers), d'autres produits, pourtant sources majeures d'exposition, ne sont perçus comme pouvant contenir des PE par globalement moins d'une personne sur deux : Viandes, poissons, fruits, légumes, vêtements, meubles, jouets, biberons etc.

Parallèlement, certains comportements de la vie quotidienne permettant de limiter son exposition aux PE semblent n'être connus que par une partie de la population : choisir une alimentation bio, réduire sa consommation de viande ou poisson, aérer son lieu de vie.

Ces notions sont essentielles pour pouvoir protéger la population des PE. Notre étude suggère donc d'accentuer l'information de la population sur l'identification des populations vulnérables et les moyens de les protéger.

- Evolution sur la perception des risques et impact sur les habitudes de vie

La prise de conscience collective sur la pollution environnementale permet une modification des comportements et habitudes de vie.

Lorsqu'on compare nos résultats avec ceux du baromètre santé environnement 2007, on constate que l'identification des produits pouvant contenir des substances nocives semble avoir depuis considérablement augmenté (243).

En 2007, 35,3% de la population française identifiait les cosmétiques comme pouvant contenir des substances nocives, contre 86,6% de notre échantillon. On constate dans la même étude que les produits ménagers sont également plus identifiés comme potentiellement vecteurs de substances nocives avec un score de 70% en 2007 et de 80% dans notre étude.

Cependant, notre étude suggère que les habitudes de consommation concernant ces catégories de produits n'ont pas forcément évoluées depuis 2007, malgré cette prise de conscience. En effet, en 2007, 60,8 % des français déclaraient vérifier systématiquement l'étiquetage lors de l'achat d'un nouveau produit ménager et 51,2 % lors de l'achat de nouveaux produits cosmétiques. Dans notre étude, seulement 46,1% de notre échantillon déclaraient vérifier la composition d'un produit avant achat pour se protéger des PE. Par ailleurs, 43,4% de notre échantillon choisissait des produits ménagers écolabellisés.

Sur le plan alimentaire en revanche, d'après l'Agence Française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique (ou « agence *bio* ») plus de 54% des français auraient fait évoluer leurs habitudes alimentaires ces 3 dernières années. Ces changements sont plus marqués chez les femmes, les catégories socioprofessionnelles élevées et les 18-24ans et ont été exacerbés par la crise sanitaire du COVID 19.

Cependant, notre étude suggère que certains modes d'exposition et les moyens de limitation d'exposition aux PE sont mal connus. Comme dit précédemment, moins de la moitié de notre échantillon a conscience que les fruits, légumes et les produits d'origine animale sont source d'exposition aux PE, alors que l'alimentation représente une voie d'exposition majeure aux PE. Par voie de conséquence, seulement 53% de notre échantillon pensait que consommer des produits labellisés agriculture biologique pouvait réduire l'exposition aux PE.

Pourtant, entre 2015 et 2020, la consommation de produits issus de l'agriculture biologique a doublé en France (244). En 2019, 46% de la population déclarait consommer régulièrement des produits bio (231), ce qui est en cohérence avec notre étude puisque 44,3% de notre échantillon déclarait consommer bio dans le but de se protéger des PE. D'après le baromètre 2021 de l'Agence Française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique, 73% des français déclarent consommer des produits bio, mais seulement 13% tous les jours et 34% au moins une fois par semaine(245).

Cette démarche de conversion de la population française vers le bio dispose donc d'une large marge de progression.

On constate dans notre étude que seulement 53% de notre échantillon considérait que la labellisation bio permet de réduire l'exposition aux PE. Dans l'étude de l'agence bio publiée en mars 2021, 50% des consommateurs déclaraient n'avoir pas ou peu confiance dans les produits labellisés bio. De la même façon, on constate dans notre étude que bien que plus de 80% de notre échantillon considère que les produits ménagers sont source d'exposition aux PE, seul 65,3% pensait qu'un produit écolabellisé pouvait permettre une diminution de l'exposition aux PE.

Les labels écologiques sont donc source de défiance auprès des consommateurs. Mais ont-ils raison ?

Un écolabel est un logo environnemental conforme à la norme ISO 14024 permettant d'établir des exigences internationales et obligatoires à l'obtention d'un écolabel.

Plusieurs caractéristiques sont nécessaires à l'obtention d'un écolabel (246) :

- La détermination de critères de composition précis comme par exemple des valeurs seuils à respecter, aussi bien pour la limitation de l'impact environnemental des produits que pour leur aptitude à l'usage.
- L'approche environnementale doit être multi-étapes : le calcul de l'impact environnemental d'un produit doit prendre en compte l'ensemble du cycle de vie du produit, depuis l'extraction des

matières premières jusqu'à son élimination, en passant par les étapes de fabrication, de distribution et d'utilisation.

- L'élaboration des critères de l'écolabel doit se faire après concertation des différents acteurs concernés : pouvoirs publics, représentants de professionnels (fabricants, distributeurs et prestataires), associations de consommateurs et de protection de l'environnement doivent être associés au processus.
- Le cahier des charges de l'écolabel doit être librement consultable
- La révision et mise à jour régulière des critères d'exigence de l'écolabel, permettant d'améliorer la fiabilité de l'écolabel et d'être en accord avec les progrès scientifiques et technologiques.
- La certification par un organisme indépendant

Il existe plusieurs types d'écolabel, qui peuvent être d'initiative institutionnelle (Commission Européenne par exemple) ou privée. Ils ont pour but de promouvoir des produits éco responsables et de fournir aux consommateurs un outil d'information facilement reconnaissable.

Cependant, aucun écolabel n'a spécifiquement été développé pour lutter contre les PE.

Les logo « AB » ou « Euro feuille » sont les deux labels officiels bio répondant à la législation Européenne (247). Seuls les produits agricoles ou denrées alimentaire issus d'agriculture biologique relèvent de ces label « bio ». Pour les produits transformés, 95% des ingrédients doivent être issus de l'agriculture biologique pour obtenir le label.

Les produits issus de la chasse, l'eau, le sel, les produits transformés non destinés à l'alimentation (humaine ou animale), les textiles et cosmétiques ne peuvent donc pas être certifiés au sens de la réglementation européenne par ces labels.

Cependant certains de ces produits peuvent être valorisés par la mention « fabriqué à partir d'une matière première issue de l'agriculture biologique ».

Ces labels permettent notamment de garantir qu'il n'a pas été utilisé de substances chimiques de synthèse comme les pesticides, désherbants ou engrais pour produire les denrées certifiées.

Le logo « AB » est un logo Français. Il n'est pas obligatoire. En revanche, le logo « Euro Feuille » est un logo Européen obligatoire pour les produits certifiés « bio ». Il est accompagné obligatoirement d'une mention indiquant le pays de provenance du produit (exemple : FR) puis de l'organisme certificateur.

Une alimentation « bio » permet de réduire l'exposition alimentaire à de très nombreux PE.

Cependant elle ne l'empêche pas complètement et pour plusieurs raisons, notamment :

- Les consommateurs de produits issus de l'agriculture biologique sont sur exposés au cuivre, via la bouillie bordelaise utilisée comme fongicide naturel. Certaines études suggèrent que le cuivre pourrait être un PE. L'agriculture biodynamique permet en revanche d'éviter cette exposition au cuivre.
- Les contenants alimentaires de produits « bio » peuvent contenir des PE, notamment s'ils sont en plastique.

D'autres labels existent mais sont parfois mal connus des consommateurs.

Il existe des écolabels pour quasiment toutes les catégories de produits disponibles sur le marché : alimentaire et ménagers bien sûr, mais également cosmétiques, meubles, textiles, jouets...

Certains labels sont développés dans un but de protection de la santé des consommateurs, et d'autres dans le but de protection de l'environnement. Ces deux notions ayant tendance à se rejoindre.

Le site internet développé par l'agence pour la transition écologique (ADME) permet d'obtenir facilement des informations sur les différents labels (248).

Dans ses fiches pratiques, l'URPS-mi-PACA propose également un tableau synthétique des différents écolabels disponibles (tableau 2)

























LABELS		Alimentaires	Hygiène et cosmétique	Entretien	Textiles
Institutionnels	Santé	 			
	Environnement				
Non institutionnels	Santé	 	      	   	   
	Environnement				  

Tableau 2 : Ecolabels permettant de réduire l'exposition des consommateurs aux PE. Tableau élaboré par l'URPS-mi-PACA

A l'heure actuelle, aucun écolabel n'a été développé spécifiquement dans le but de signifier au consommateur l'absence de perturbateurs endocriniens. Cependant de nombreux labels incluent dans leur cahier des charges l'interdiction de substances préoccupantes, de POP et de perturbateurs endocriniens. Ils représentent donc à l'heure actuelle un moyen simple -bien que perfectible- dont disposent les consommateurs pour réduire leur exposition aux les PE.

Une meilleure information de la population française sur les écolabels pourrait participer à la prévention de l'exposition aux PE. La création d'un label spécifique « sans perturbateur endocrinien » semble d'après notre étude être une alternative plébiscitée par la population française.

Au niveau alimentaire, outre que privilégier une alimentation bio, d'autres recommandations peuvent être données pour limiter l'exposition aux PE : laver, éplucher les fruits et légumes.

Limiter la consommation de produits transformés, contenant souvent des additifs et des parabènes.

Limiter les aliments gras d'origine animale contenant par bioaccumulation un taux plus élevé de POP et de métaux lourds. La conservation et la cuisson des aliments est également un point non négligeable pour se protéger des PE en évitant notamment les contenants alimentaires plastiques et les revêtements de cuisson anti adhésif. 72,4% de notre échantillon savait que limiter les emballages plastiques permet de réduire son exposition aux PE.



L'aération du milieu de vie est également une façon de limiter son exposition aux PE. Des études ont prouvés que l'air intérieur était plus pollué que l'air extérieur, via l'émission d'une multitude de composés organiques semi volatils : phtalates, alkylphénols, retardateurs de flammes, composés organochlorés etc (32). Dans une étude publiée en 2014, les chercheurs ont comparé les taux de 58 composés chimiques mesurés sur 3 sites intérieurs (appartement, crèche et bureau), aux taux retrouvés sur 3 sites extérieurs (Paris et banlieues) (32). La grande majorité des substances était 10 à 80 fois plus concentrées dans les milieux clos par rapport à l'air extérieur. Dans l'étude ESTEBAN, on constate une association significative entre le taux d'imprégnation en bisphénols et composé perfluoré et la fréquence d'aération de son foyer. Aérer son logement ou son lieu de travail est donc un moyen facile de diminuer son exposition aux PE, reconnu comme tel par 57% de notre échantillon. En 2007 dans le baromètre santé publique France, 50% de la population interrogée pensait que la pollution de l'air intérieur pouvait représenter un risque pour la santé. Notre étude suggère donc une augmentation des connaissances sur ce point de 7% en 14 ans ce qui est plutôt faible et laisse une marge de progression importante.

Depuis l'année 2017, des applications mobiles, issue d'initiatives privées, ont vu le jour. Elles ont pour objectif affiché de permettre aux consommateurs une meilleure visibilité sur leur produit de consommation au moment de l'achat. Les consommateurs peuvent « scanner » le code barre du produit en magasin et obtiennent ainsi un avis, souvent formulé par une note, sur les composants du produit. Parmi les informations délivrées par ces applications, la présence ou non de PE dans le produit concerné est régulièrement indiquée. Ces applications séduisent les classes d'âge les plus jeunes, généralement de moins de 40 ans. En décembre 2021, une de ces applications les plus connues déclarait recenser 16,5 millions d'utilisateurs en France, soit environ 24% de la population. Ce chiffre est en cohérence avec nos résultats car 26% de notre échantillon déclarait utiliser une de ces applications lors de ses achats pour se protéger des PE.

Ces applications semblent globalement plutôt fiables, même si elles sont parfois critiquées sur leur système de notation, considéré comme ayant un parti pris trop écologique et par une mise à jour des données parfois trop longue, pouvant induire le consommateur en erreur. Certaines sont poursuivies en justice par des groupes industriels qui les accusent de subir des dénigrement injustifiés.

Sur un plan purement pratique, elles ne sont pas accessibles à l'ensemble de la population puisqu'elles suggèrent avoir accès à un smartphone et réussir à s'en servir. Utiliser ces applications lors des courses représente également une perte de temps considérable avec une estimation du temps nécessaire multiplié par 3 (249).

Ces applications sont également source de défiance auprès des consommateurs français. Dans notre étude, moins d'une personne sur deux pensait qu'utiliser des applications mobiles pouvaient être utile pour limiter son exposition aux PE.

Ces applications sont une piste intéressante pour aider la population à limiter son exposition aux PE.

- Identification des moyens d'information

Notre étude permet également d'aborder des moyens de communications et d'informations plébiscitées par la population française.

Selon notre échantillon, l'information qu'ils avaient reçus sur les PE provenait majoritairement des réseaux sociaux ou des médias. Un tiers seulement de notre échantillon aurait reçu des informations sur les PE via son parcours professionnel ou scolaire, et un tiers via son entourage personnel. L'information délivrée par les professionnels de santé, comme décrite ci-dessus, était largement minoritaire (8,3%).

Notre étude suggère que la majorité de la population française souhaite recevoir des informations sur les PE à travers des campagnes de sensibilisation menées par l'état et les autorités sanitaires compétentes. Notre étude suggère également que près d'un français sur deux souhaite que les professionnels de santé participent activement aux messages de prévention et à l'information concernant les PE.

L'inclusion des perturbateurs endocriniens au programme scolaire et la création d'un label sans perturbateur endocrinien font également parti des propositions formulées par notre échantillon.

Le support majoritairement évoqué par notre échantillon est la diffusion de l'information sur les réseaux sociaux. Certains ont également spontanément évoqué la création d'une « newsletter santé ».

Il existe plusieurs études statistiques qui montrent que la population française privilégie la télévision et les réseaux sociaux comme support d'information, tout sujet confondu (250).

La part des réseaux sociaux dans la recherche d'informations grandit considérablement depuis 5 ans tout particulièrement chez les moins de 35 ans. Il serait intéressant de réaliser une autre étude sur les supports privilégiés par les français pour recevoir des informations de santé.

- Actions des autorités sanitaires et gouvernementales

Dans le cadre de la SNPE 2, les autorités gouvernementales se sont engagées à plus de transparence entre les produits chimiques utilisés par les industriels et les consommateurs.

La loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, dite « AGEC », prévoyait dans son article 13 qu'à partir du 1er janvier 2022, tous les produits contenant des PE avérés, présumés ou suspectés d'après l'Anses devaient être signalés comme tel (251). Cependant, bien que cette loi semblait être une avancée majeure, le décret précise que la mise à disposition de l'information peut être faite de façon « électronique », ce qui concrètement ne rend pas accessible l'information au moment de l'achat. En effet depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022, aucun étiquetage n'a été modifié en ce sens.

En 2021, le gouvernement français en partenariat avec santé publique France, a mis au point l'application et le site internet « 1000 premiers jours » destinés à accompagner les parents depuis le projet de grossesse jusqu'aux 2 ans de l'enfant. Cette plateforme permet de prodiguer des conseils et informations sur la parentalité et agir sur la santé environnementale de l'enfant né ou à naître. Ce n'est pas une plateforme dédiée aux PE.

Il n'y a pas, à ce jour, de données ou d'études disponibles évaluant la diffusion et l'impact de cette nouvelle application sur les connaissances et habitudes de la population.

En 2021 également, l'entreprise marseillaise « Exolis » a développé, en partenariat avec l'URPS-mi-PACA, l'URPS-sage femmes- PACA et l'association santé environnement France (ASEF) une application mobile intitulée « bulle 1000 jours ». Cette application permet de retrouver les fiches pratiques développées par l'URPS-mi-PACA soit l'équivalent de 13 fiches. Elle ne dispose pas à ce jour d'autre contenu. C'est une plateforme dédiée à la prévention de l'exposition aux PE. Cependant son utilisation n'est pas optimale et rencontre beaucoup de critiques quant à sa fonctionnalité.

Un quatrième plan national santé et environnement vient de débuter en 2021 pour une durée de 5 ans (252). Ce quatrième plan prévoit 20 mesures phares dont, entre autres :

- Le développement d'une application mobile pour permettre de savoir, en scannant le code barre des produits achetés, s'ils contiennent des substances classées « extrêmement préoccupantes ».
- Renforcer la lisibilité de l'étiquetage des produits, sans pour autant évoquer la création d'un label sans PE
- Approfondir les connaissances des professionnels de santé
- Sensibiliser la population dès le plus jeune âge en milieu scolaire

Ce quatrième PNSE semble répondre à certaines demandes de la population française. Il sera donc intéressant d'observer si ces mesures parviennent à être mise en œuvre et leur impact sur la population.

## VI. Conclusion

La santé environnementale fait partie des enjeux sanitaires majeurs du XXI<sup>ème</sup> siècle.

Les perturbateurs endocriniens, substances nocives pour l'homme et l'environnement, jouent un rôle dans l'émergence de nombreuses pathologies chroniques.

Les résultats de l'étude de biosurveillance française ESTEBAN sont saisissants : 100% de la population française est imprégnée en perturbateurs endocriniens. Ils sont omniprésents dans notre environnement.

La prise de conscience collective a permis ces 3 dernières décennies de faire évoluer la législation sur ces substances, mais également les comportements individuels de la population notamment en matière de consommation. Cependant, les sources de contaminations sont innombrables et limiter son exposition nécessite d'avoir d'importantes connaissances sur les PE. En effet, le nombre colossal de ces substances, de leurs usages et de leurs effets les rend complexes à appréhender.

Notre étude a permis de mettre en évidence que les connaissances sur les PE semblent avoir considérablement augmenté ces 10 dernières années. Le niveau de notre échantillon le sujet était plutôt correct mais perfectible pour pouvoir réellement impacter les niveaux d'imprégnation de la population et les conséquences sanitaires qui en découlent. En effet, même si les impacts possibles sur la santé humaine sont relativement bien connus, les modes d'exposition, les populations vulnérables et les moyens de se protéger des PE semblent moins bien acquis.

De plus, certains facteurs influencent le niveau de connaissances sur les PE. Les hommes par exemple ont de bien moins bonnes connaissances sur le sujet que les femmes, alors que tout un chacun est concerné. Les professionnels de santé, bien que mieux informés que la population générale, ont également des lacunes importantes qui impactent leurs pratiques puisque très peu d'entre eux participent activement à l'information de leurs patients sur les PE. Pourtant dans notre échantillon, près de la moitié des personnes interrogées souhaiterait recevoir des infos sur les PE via leur médecin traitant ou autre professionnel de santé. La formation et sensibilisation des professionnels de santé sur la pollution environnementale aux PE doit donc être améliorée pour qu'ils puissent jouer leur rôle de prévention auprès de la population.

Le développement de campagnes de prévention et d'informations sur les PE est fortement attendu et réclamé. L'investissement dans la recherche sur les PE est également un point capital et nécessaire pour attester de relation causale entre PE et certaines pathologies, et permettre une évolution législative sur l'utilisation de ces substances.

A l'aube du commencement du Plan National Santé Environnement numéro quatre, l'attente des Français sur le sujet est donc importante. En effet, la protection de la population contre les perturbateurs endocriniens s'inscrit dans une démarche plus globale de lutte contre la pollution environnementale que devront relever les instances gouvernementales mondiales pour préserver notre planète et la santé de ses occupants.

## VII. Bibliographie

1. Le recueil de 500 mesures publié par l'OMS et des partenaires des Nations Unies vise à faire reculer les maladies dues à des facteurs environnementaux et à sauver des vies [Internet]. [cité 2 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news/item/03-09-2021-who-and-un-partners-compendium-of-500-actions-aims-to-reduce-diseases-from-environmental-factors-and-save-lives>
2. Santé Publique France. Les résultats de l'étude Esteban [Internet]. 2021 [cité 27 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/etudes-et-enquetes/esteban/les-resultats-de-l-etude-esteban>
3. Jacquey A. Évaluation des connaissances des femmes en âge de procréer sur les perturbateurs endocriniens. :120.
4. Observatoire de la charge mentale : répartition des tâches ménagères au sein du couple. Sondage IFOP pour Consolab; 2019.
5. Le temps domestique et parental des hommes et des femmes : quels facteurs d'évolutions en 25 ans ? – Économie et Statistique n° 478-479-480 - 2015 | Insee [Internet]. [cité 2 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1303232?sommaire=1303240>
6. Carson R. Silent spring 1962 [Internet]. [cité 14 juill 2021]. Disponible sur: [https://library.uniteddiversity.coop/More\\_Books\\_and\\_Reports/Silent\\_Spring-Rachel\\_Carson-1962.pdf](https://library.uniteddiversity.coop/More_Books_and_Reports/Silent_Spring-Rachel_Carson-1962.pdf)
7. Guillette L, Gross T, Masson G, Matter J, Percival H, Woodward A. Developmental Abnormalities of the Gonad and Abnormal Sex Hormone Concentrations in Juvenile Alligators from Contaminated and Control Lakes in Florida. *Environ Health Perspect.* 1 sept 1994;102:680-8.
8. Carder M. Etat et tendances des niveaux d'imposex chez les gastéropodes marins (TBT dans les mollusques et crustacés) [Internet]. 2017 [cité 14 juill 2021]. Disponible sur: <https://oap.ospar.org/fr/evaluations-ospar/evaluation-intermediaire-2017/pressions-de-lactivite-humaine/contaminants/etat-et-tendances-des-niveaux-dimposex-chez-les-gasteropodes-mar/>
9. Sumpter JP, Jobling S. Vitellogenesis as a biomarker for estrogenic contamination of the aquatic environment. *Environ Health Perspect.* oct 1995;103 Suppl 7:173-8.
10. Reijnders PJH. Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. *Nature.* déc 1986;324(6096):456-7.
11. Vos JG, Dybing E, Greim HA, Ladefoged O, Lambré C, Tarazona JV, et al. Health Effects of Endocrine-Disrupting Chemicals on Wildlife, with Special Reference to the European Situation. *Crit Rev Toxicol.* 1 janv 2000;30(1):71-133.
12. Facemire CF, Gross TS, Guillette LJ. Reproductive impairment in the Florida panther: nature or nurture? *Environ Health Perspect.* 1 mai 1995;103(suppl 4):79-86.
13. Fénichel P, Brucker-Davis F, Chevalier N. The history of Distilbène® (Diethylstilbestrol) told to grandchildren – the transgenerational effect. *Ann Endocrinol.* 1 juill 2015;76(3):253-9.
14. D.E.S. France - Réseau D.E.S. France [Internet]. [cité 17 juill 2021]. Disponible sur: <http://www.des-france.org/accueil/article.php?rubrique=8>

15. Dieckmann WJ, Davis ME, Rynkiewicz LM, Pottinger RE. Does the Administration of Diethylstilbestrol during Pregnancy have Therapeutic Value?\*. Am J Obstet Gynecol. 1 nov 1953;66(5):1062-81.
16. SPIRA A, GOUJARD J, HENRION R, LEMERLE J, ROBEL P, TCHUBROUTSKY C. L'administration de diéthylstil Goestrol (DES) pendant la grossesse, un problème de santé publique. Adm Diéthylstil Goestrol Pendant Grossesse Un Problème Santé Publique. 1983;31(3):249-72.
17. Barber HRK, Sommers SC. Vaginal Adenosis, Dysplasia, and Clear Cell Adenocarcinoma After Diethylstilbestrol Treatment in Pregnancy. Obstet Gynecol. mai 1974;43(5):645-52.
18. Fenichel P, Brucker-Davis F, Chevalier N. Perturbateurs endocriniens – Reproduction et cancers hormono-dépendants. Presse Médicale. 1 janv 2016;45(1):63-72.
19. Diéthylstilbestrol (DES) : effets nocifs sur la 3ème génération aussi. Prescrire. 2016;36(393) :508-513.
20. Maudouit M, Rochoy M. Revue systématique de l'impact du chlordécone sur la santé humaine aux Antilles françaises. Therapies. 1 déc 2019;74(6):611-25.
21. Hammond B, Katzenellenbogen BS, Krauthammer N, McConnell J. Estrogenic activity of the insecticide chlordecone (Kepone) and interaction with uterine estrogen receptors. Proc Natl Acad Sci. 1 déc 1979;76(12):6641-5.
22. Multigner L, Cordier S, Kadhel P, Huc-Terki F, Blanchet P, Bataille H, et al. Pollution par le chlordécone aux Antilles Quel impact sur la santé de la population ? Environ Risques Santé. 1 nov 2007;6(6):405-7.
23. Dereumeaux clémentine, Volatier J luc, Guldner L. Chlordécone aux antilles : de la caractérisation de la contamination alimentaire à l'imprégnation des individus. Résultats de l'étude KANNARI 2013-2014. 2019;
24. Dallaire R, Muckle G, Rouget F, Kadhel P, Bataille H, Guldner L, et al. Cognitive, visual, and motor development of 7-month-old Guadeloupean infants exposed to chlordecone. Environ Res. 1 oct 2012;118:79-85.
25. La déclaration de Wingspread [Internet]. Réseau Environnement Santé. 1991 [cité 19 juill 2021]. Disponible sur: <http://www.reseau-environnement-sante.fr/la-declaration-de-wingspread/>
26. Jensen TK, Toppari J, Keiding N, Skakkebaek NE. Do environmental estrogens contribute to the decline in male reproductive health? Clin Chem. 1 déc 1995;41(12):1896-901.
27. Barbier G. Perturbateurs endocriniens, le temps de la précaution [Internet]. [cité 12 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.senat.fr/rap/r10-765/r10-76515.html>
28. Chebheur K. Effets des perturbateurs endocriniens [Internet]. 2003 [cité 12 juill 2021]. Disponible sur: [http://www.juristes-environnement.com/article\\_detail.php?id=1369](http://www.juristes-environnement.com/article_detail.php?id=1369)
29. Perturbateurs endocriniens. Définition – Mécanismes d'action - Risques - INRS [Internet]. [cité 29 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/risques/perturbateurs-endocriniens/definition-mecanismes-action.html>
30. Henrotin JB. Besoins d'études épidémiologiques sur les effets de l'exposition à de(s) perturbateur(s) endocrinien(s) en entreprises. :199.

31. Fillol C, Oleko A, Saoudi A, Zeghnoun A, Balicco A, Gane J, et al. Exposure of the French population to bisphenols, phthalates, parabens, glycol ethers, brominated flame retardants, and perfluorinated compounds in 2014–2016: Results from the Esteban study. *Environ Int.* 1 févr 2021;147:106340.
32. Moreau-Guigon E, Chevreuil M. L'exposition humaine aux perturbateurs endocriniens via l'air ambiant : un risque sanitaire méconnu. *Arch Mal Prof Environ.* 1 févr 2014;75(1):74-81.
33. Desbiolles A, Gaillot J. Perturbateurs endocriniens : Etat des lieux et connaissances - Fiches repères. Institut national du cancer. 2019.
34. Jenkins S, Wang J, Eltoum I, Desmond R, Lamartiniere CA. Chronic Oral Exposure to Bisphenol A Results in a Nonmonotonic Dose Response in Mammary Carcinogenesis and Metastasis in MMTV-erbB2 Mice. *Environ Health Perspect.* 1 nov 2011;119(11):1604-9.
35. Vandenberg LN, Colborn T, Hayes TB, Heindel JJ, Jacobs DR Jr, Lee D-H, et al. Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses. *Endocr Rev.* 1 juin 2012;33(3):378-455.
36. Ahmed KEM, Frøysa HG, Karlsen OA, Blaser N, Zimmer KE, Berntsen HF, et al. Effects of defined mixtures of POPs and endocrine disruptors on the steroid metabolome of the human H295R adrenocortical cell line. *Chemosphere.* 1 mars 2019;218:328-39.
37. Gaudriault P, Mazaud-Guittot S, Lavoué V, Coiffec I, Lesné L, Dejuq-Rainsford N, et al. Endocrine Disruption in Human Fetal Testis Explants by Individual and Combined Exposures to Selected Pharmaceuticals, Pesticides, and Environmental Pollutants. *Environ Health Perspect.* 4 août 2017;125(8):087004.
38. Kortenkamp A. Low dose mixture effects of endocrine disrupters: implications for risk assessment and epidemiology. *Int J Androl.* 2008;31(2):233-40.
39. Kortenkamp A. Ten years of mixing cocktails: a review of combination effects of endocrine-disrupting chemicals. *Environ Health Perspect.* déc 2007;115 Suppl 1:98-105.
40. Skinner MK. Endocrine disruptor induction of epigenetic transgenerational inheritance of disease. *Mol Cell Endocrinol.* 1 déc 2014;398(1):4-12.
41. Sunyach C, Orsiere T, Sari-Minodier I, Perrin J. Des effets épigénétiques (transgénérationnels ou non) au nouveau concept d'épi-génotoxicité. *Arch Mal Prof Environ.* 1 mai 2018;79(3):311.
42. Bromer JG, Wu J, Zhou Y, Taylor HS. Hypermethylation of Homeobox A10 by in Utero Diethylstilbestrol Exposure: An Epigenetic Mechanism for Altered Developmental Programming. *Endocrinology.* 1 juill 2009;150(7):3376-82.
43. Sato K, Fukata H, Kogo Y, Ohgane J, Shiota K, Mori C. Neonatal Exposure to Diethylstilbestrol Alters Expression of DNA Methyltransferases and Methylation of Genomic DNA in the Mouse Uterus. *Endocr J.* 2008;advpub:0810310203-0810310203.
44. Richard\_admin P. PLASTIQUES – Les microplastiques dans l'océan Arctique, répercussions environnementales et sanitaires [Internet]. Réseau Environnement Santé. 2018 [cité 20 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.reseau-environnement-sante.fr/plastiques-les-microplastiques-dans-locean-arctique-repercussions-environnementales-et-sanitaires/>
45. INSERM. Certains polluants organiques persistants pourraient augmenter l'agressivité du cancer du sein [Internet]. Salle de presse | Inserm. 2019 [cité 21 oct 2021]. Disponible sur:

<https://presse.inserm.fr/certains-polluants-organiques-persistants-pourraient-augmenter-lagressivite-du-cancer-du-sein-2/36982/>

46. Fenton SE. Endocrine-Disrupting Compounds and Mammary Gland Development: Early Exposure and Later Life Consequences. *Endocrinology*. 1 juin 2006;147(6):s18-24.
47. Anses. Sécurité et bénéfices des phyto-estrogènes apporté par l'alimentation - Recommandations [Internet]. 2005 [cité 21 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-Phytoestrogenes.pdf>
48. Isoflavones - Complément alimentaire [Internet]. VIDAL. [cité 20 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/isoflavones-phytoestrogenes.html>
49. Rietjens IMCM, Lousse J, Beekmann K. The potential health effects of dietary phytoestrogens. *Br J Pharmacol*. juin 2017;174(11):1263-80.
50. Kurahashi N, Iwasaki M, Sasazuki S, Otani T, Inoue M, Tsugane S. Soy Product and Isoflavone Consumption in Relation to Prostate Cancer in Japanese Men. *Cancer Epidemiol Prev Biomark*. 1 mars 2007;16(3):538-45.
51. Gorzkiewicz J, Bartosz G, Sadowska-Bartosz I. The Potential Effects of Phytoestrogens: The Role in Neuroprotection. *Mol Basel Switz*. 16 mai 2021;26(10):2954.
52. Isoflavones – Attention, substances actives ! [Internet]. [cité 26 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.quechoisir.org/decryptage-isoflavones-attention-substances-actives-n67067/>
53. Domínguez-López I, Yago-Aragón M, Salas-Huetos A, Tresserra-Rimbau A, Hurtado-Barroso S. Effects of Dietary Phytoestrogens on Hormones throughout a Human Lifespan: A Review. *Nutrients*. 15 août 2020;12(8):E2456.
54. Rossouw JE, Anderson GL, Prentice RL, LaCroix AZ, Kooperberg C, Stefanick ML, et al. Risks and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women: principal results From the Women's Health Initiative randomized controlled trial. *JAMA*. 1 juill 2002;288(3):321-33.
55. Cibula D, Gompel A, Mueck AO, La Vecchia C, Hannaford PC, Skouby SO, et al. Hormonal contraception and risk of cancer. *Hum Reprod Update*. 1 nov 2010;16(6):631-50.
56. Deroo M. La pollution environnementale par les hormones oestrogeniques. Thèse. févr 2018;86.
57. Parrott JL, Blunt BR. Life-cycle exposure of fathead minnows (*Pimephales promelas*) to an ethinylestradiol concentration below 1 ng/L reduces egg fertilization success and demasculinizes males. *Environ Toxicol*. 2005;20(2):131-41.
58. Pawlowski S, van Aerle R, Tyler CR, Braunbeck T. Effects of 17alpha-ethinylestradiol in a fathead minnow (*Pimephales promelas*) gonadal recrudescence assay. *Ecotoxicol Environ Saf*. mars 2004;57(3):330-45.
59. INSERM. Pesticides : effets sur la santé. Synthèse et recommandations. Collection Expertise collective, Inserm; 2013.
60. URPS PACA. Comment protéger mes patients de la contamination chimique et des perturbateurs endocriniens ? 2018. p 16.
61. FAO. Statistiques d'utilisation des pesticides à l'échelle mondiale [Internet]. [cité 30 juill 2021]. Disponible sur: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>



62. Chevalier N, Fénichel P. [Endocrine disruptors: A missing link in the pandemy of type 2 diabetes and obesity?]. *Presse Medicale Paris Fr.* 1 janv 2016;45(1):88-97.
63. Rylander L, Rignell-Hydbom A, Hagmar L. A cross-sectional study of the association between persistent organochlorine pollutants and diabetes. *Environ Health.* 29 nov 2005;4(1):28.
64. La Merrill MA, Krigbaum NY, Cirillo PM, Cohn BA. Association between maternal exposure to the pesticide dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and risk of obesity in middle age. *Int J Obes.* août 2020;44(8):1723-32.
65. Barrett JR. DDT and Obesity in Humans: Exploring the Evidence in a New Way. *Environ Health Perspect.* 126(2):024003.
66. Mehrpour O, Karrari P, Zamani N, Tsatsakis AM, Abdollahi M. Occupational exposure to pesticides and consequences on male semen and fertility: A review. *Toxicol Lett.* 15 oct 2014;230(2):146-56.
67. Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. | *The BMJ* [Internet]. [cité 2 août 2021]. Disponible sur: <https://www.bmj.com/content/305/6854/609.short>
68. Contreras HR, Paredes V, Urquieta B, Valle L del, Bustos Obregón E. Testosterone production and spermatogenic damage induced by organophosphate pesticides. 2006 [cité 2 août 2021]; Disponible sur: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/127682>
69. Fernandez MF, Olmos B, Granada A, López-EMJ, Molina -Molina José-Manuel, Fernandez JM, et al. Human Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals and Prenatal Risk Factors for Cryptorchidism and Hypospadias: A Nested Case–Control Study. *Environ Health Perspect.* 1 déc 2007;115(Suppl 1):8-14.
70. High prevalence of micropenis in 2710 male newborns from an intensive-use pesticide area of Northeastern Brazil - Gaspari - 2012 - *International Journal of Andrology* - Wiley Online Library [Internet]. [cité 2 août 2021]. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2605.2011.01241.x>
71. Organochlorine Pesticides and Risk of Endometriosis: Findings from a Population-Based Case–Control Study | *Environmental Health Perspectives* | Vol. 121, No. 11-12 [Internet]. [cité 2 août 2021]. Disponible sur: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/ehp.1306648>
72. Purdue MP, Engel LS, Langseth H, Needham LL, Andersen A, Barr DB, et al. Prediagnostic Serum Concentrations of Organochlorine Compounds and Risk of Testicular Germ Cell Tumors. *Environ Health Perspect.* 1 oct 2009;117(10):1514-9.
73. Diamanti-Kandarakis E, Bourguignon J-P, Giudice LC, Hauser R, Prins GS, Soto AM, et al. Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr Rev.* 1 juin 2009;30(4):293-342.
74. Cohn BA, La Merrill M, Krigbaum NY, Yeh G, Park J-S, Zimmermann L, et al. DDT Exposure in Utero and Breast Cancer. *J Clin Endocrinol Metab.* 1 août 2015;100(8):2865-72.
75. Ji B-T, Silverman DT, Stewart PA, Blair A, Swanson GM, Baris D, et al. Occupational exposure to pesticides and pancreatic cancer\*. *Am J Ind Med.* 2001;39(1):92-9.
76. Use of Agricultural Pesticides and Prostate Cancer Risk in the Agricultural Health Study Cohort | *American Journal of Epidemiology* | Oxford Academic [Internet]. [cité 2 août 2021]. Disponible sur: <https://academic.oup.com/aje/article/157/9/800/97345?login=true>

77. Silva JFS, Mattos IE, Luz LL, Carmo CN, Aydos RD. Exposure to pesticides and prostate cancer: systematic review of the literature. *Rev Environ Health*. 1 sept 2016;31(3):311-27.
78. Sharma T, Banerjee BD, Mazumdar D, Tyagi V, Thakur G, Guleria K, et al. Association of organochlorine pesticides and risk of epithelial ovarian cancer: A case control study. *J Reprod Health Med*. 1 juill 2015;1(2):76-82.
79. Flamant F. Pesticides, perturbateurs endocriniens de la glande thyroïde ? *Cah Rech Santé Environ Trav*. juill 2019;(13):23.
80. Réseau environnement santé. Phtalates : sources d'exposition et imprégnation humaine [Internet]. 2011 [cité 12 oct 2021]. Disponible sur: [http://reseau-environnement-sante.fr/wp-content/uploads/2012/04/Phtalates\\_Sources\\_Impregnation\\_A4\\_15p.pdf](http://reseau-environnement-sante.fr/wp-content/uploads/2012/04/Phtalates_Sources_Impregnation_A4_15p.pdf)
81. Rhainds M, St-Laurent L. État des connaissances sur la toxicité et l'exposition humaine aux phtalates [Internet]. Institut National de Santé publique du Québec. 2004 [cité 2 août 2021]. Disponible sur: <https://www.inspq.qc.ca/bise/etat-des-connaissances-sur-la-toxicite-et-l-exposition-humaine-aux-phtalates>
82. Degrelle S. Effets des phtalates sur le développement et les fonctions placentaires : impact du mono-2-ethylhexyl phtalate (MEHP) sur l'expression et l'activité de PPAR $\gamma$  (PHTALATPREG) [Internet]. [cité 2 août 2021]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/RSC08072019Degrelle.pdf>
83. Gaudin R, Marsan P. Surveillance biologique de l'exposition au phtalate de di-(2-éthylhexyle) (DEHP) dans six entreprises françaises - Article de revue - INRS [Internet]. [cité 12 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TF%20205>
84. Ferry N, Ndaw S, Viegas S. Biosurveillance de l'exposition professionnelle aux phtalates : une revue systématique - Publication scientifique - INRS [Internet]. [cité 12 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/inrs/recherche/etudes-publications-communications/doc/publication.html?refINRS=ET2017-006/P2020-085>
85. Dereumeaux C, Saoudi A, Oleko A, Pecheux M, Vandentorren S, Fillol C, et al. Surveillance biologique de l'exposition des femmes enceintes françaises aux polluants de l'environnement : résultats du volet périnatal du programme national de biosurveillance mis en œuvre au sein de la cohorte Elfe. *Toxicol Anal Clin*. 1 déc 2017;29(4):496-516.
86. Koch HM, Drexler H, Angerer J. An estimation of the daily intake of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) and other phthalates in the general population. *Int J Hyg Environ Health*. 1 janv 2003;206(2):77-83.
87. Lee BM, Koo HJ. Hershberger Assay for Antiandrogenic Effects of Phthalates. *J Toxicol Environ Health A*. 5 juill 2007;70(15-16):1365-70.
88. Fabjan E, Hulzebos E, Mennes W, Piersma AH. A Category Approach for Reproductive Effects of Phthalates. *Crit Rev Toxicol*. 1 janv 2006;36(9):695-726.
89. Henrontin J, Feigerlova E, Robert A. Diminution de la testostéronémie après une brève exposition professionnelle au diisononyl phtalate chez des travailleurs masculins - Publication scientifique - INRS [Internet]. [cité 12 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/inrs/recherche/etudes-publications-communications/doc/publication.html?refINRS=ET2014-003/P2019-141>

90. Duty SM, Singh NP, Silva MJ, Barr DB, Brock JW, Ryan L, et al. The relationship between environmental exposures to phthalates and DNA damage in human sperm using the neutral comet assay. *Environ Health Perspect.* 1 juill 2003;111(9):1164-9.
91. Hannon PR, Flaws JA. The Effects of Phthalates on the Ovary. *Front Endocrinol.* 2015;6:8.
92. Col ón I, Caro D, Bourdony CJ, Rosario O. Identification of phthalate esters in the serum of young Puerto Rican girls with premature breast development. *Environ Health Perspect.* 1 sept 2000;108(9):895-900.
93. Mu D, Gao F, Fan Z, Shen H, Peng H, Hu J. Levels of Phthalate Metabolites in Urine of Pregnant Women and Risk of Clinical Pregnancy Loss. *Environ Sci Technol.* 1 sept 2015;49(17):10651-7.
94. Kim SH, Park MJ. Phthalate exposure and childhood obesity. *Ann Pediatr Endocrinol Metab.* juin 2014;19(2):69-75.
95. Xia B, Zhu Q, Zhao Y, Ge W, Zhao Y, Song Q, et al. Phthalate exposure and childhood overweight and obesity: Urinary metabolomic evidence. *Environ Int.* 1 déc 2018;121:159-68.
96. Stahlhut RW, van WE, Dye TD, Cook S, Swan SH. Concentrations of Urinary Phthalate Metabolites Are Associated with Increased Waist Circumference and Insulin Resistance in Adult U.S. Males. *Environ Health Perspect.* 1 juin 2007;115(6):876-82.
97. Engel SM, Miodovnik A, Canfield RL, Zhu C, Silva MJ, Calafat AM, et al. Prenatal Phthalate Exposure Is Associated with Childhood Behavior and Executive Functioning. *Environ Health Perspect.* 1 avr 2010;118(4):565-71.
98. McDonald A. Some Industrial Chemicals: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol 60. *Occup Environ Med.* mai 1995;52(5):360.
99. Vanden Heuvel JP. Peroxisome proliferator-activated receptors (PPARS) and carcinogenesis. *Toxicol Sci.* 1 janv 1999;47(1):1-8.
100. SPF. Imprégnation de la population française par les bisphénols A, S et F : Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016 [Internet]. [cité 18 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/impregnation-de-la-population-francaise-par-les-bisphenols-a-s-et-f-programme-national-de-biosurveillance-esteban-2014-2016>
101. Bisphénol A : Fiche toxicologique N°279 - INRS [Internet]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/LinkClick.aspx?fileticket=HP2XCFXh2Ew%3D&tabid=231&portalid=0&mid=1278>
102. Ma Y, Liu H, Wu J, Yuan L, Wang Y, Du X, et al. The adverse health effects of bisphenol A and related toxicity mechanisms. *Environ Res.* 1 sept 2019;176:108575.
103. Bisphénol A : à éviter [Internet]. [cité 18 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.prescrire.org/fr/3/31/48526/0/NewsDetails.aspx>
104. Xu H, Zhang J, Whang Y. Perinatal exposure to bisphenol-A impairs learning-memory by concomitant down-regulation of N-methyl-d-aspartate receptors of hippocampus in male offspring mice [Internet]. 2010 [cité 18 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.science-direct.com/science/article/abs/pii/S0018506X10000541>

105. Rubin BS, Murray MK, Damassa DA, King JC, Soto AM. Perinatal exposure to low doses of bisphenol A affects body weight, patterns of estrous cyclicity, and plasma LH levels. *Environ Health Perspect.* 1 juill 2001;109(7):675-80.
106. Fenichel P, Chevalier N, Brucker-Davis F. Bisphenol A: An endocrine and metabolic disruptor. *Ann Endocrinol.* 1 juill 2013;74(3):211-20.
107. Trasande L, Attina TM, Blustein J. Association Between Urinary Bisphenol A Concentration and Obesity Prevalence in Children and Adolescents. *JAMA.* 19 sept 2012;308(11):1113-21.
108. Mok-Lin E, Ehrlich S, Williams PL, Petrozza J, Wright DL, Calafat AM, et al. Urinary bisphenol A concentrations and ovarian response among women undergoing IVF. *Int J Androl.* 2010;33(2): 385-93.
109. Durando M, Kass L, Piva J, Sonnenschein C, Soto AM, Luque EH, et al. Prenatal Bisphenol A Exposure Induces Preneoplastic Lesions in the Mammary Gland in Wistar Rats. *Environ Health Perspect.* 1 janv 2007;115(1):80-6.
110. Komarowska MD, Hermanowicz A, Czyzewska U, Milewski R, Matuszczak E, Milyk W, et al. Serum Bisphenol A Level in Boys with Cryptorchidism: A Step to Male Infertility? *Int J Endocrinol.* 28 sept 2015;2015:e973154.
111. Lin C-C, Chien C-J, Tsai M-S, Hsieh C-J, Hsieh W-S, Chen P-C. Prenatal phenolic compounds exposure and neurobehavioral development at 2 and 7 years of age. *Sci Total Environ.* 15 déc 2017;605-606:801-10.
112. Nakiwala D, Peyre H, Heude B, Bernard JY, Béranger R, Slama R, et al. In-utero exposure to phenols and phthalates and the intelligence quotient of boys at 5 years. *Environ Health.* 20 févr 2018;17(1):17.
113. Loi n° 2010-729 du 30 juin 2010 tendant à suspendre la commercialisation de biberons produits à base de bisphénol A.
114. Loi n° 2012-1442 du 24 décembre 2012 visant à la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation et de la mise sur le marché de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du bisphénol A.
115. Usman A, Ikhlas S, Ahmad M. Occurrence, toxicity and endocrine disrupting potential of Bisphenol-B and Bisphenol-F: A mini-review. *Toxicol Lett.* 15 sept 2019;312:222-7.
116. Le bisphénol B, un perturbateur endocrinien pour l'Homme et l'environnement | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 14 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/le-bisph%C3%A9no-b-un-perturbateur-endocrinien-pour-l%E2%80%99homme-et-l%E2%80%99environnement>
117. Rochester JR, Bolden AL. Bisphenol S and F: A Systematic Review and Comparison of the Hormonal Activity of Bisphenol A Substitutes. *Environ Health Perspect.* juill 2015;123(7):643-50.
118. Institut de Veille Sanitaire (InVS). Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement : Tome 2. [Internet]. 2013. Disponible sur: <https://www.sante publiquefrance.fr/determinants-de-sante/exposition-a-des-substances-chimiques/pesticide-s/documents/rapport-synthese/exposition-de-la-population-francaise-aux-substances-chimiques-de-l-environnement.-tome-2-polychlorobiphényles-pcb-ndl.-pesticides>

119. Saktrakulkla P, Lan T, Hua J, Marek RF, Thorne PS, Hornbuckle KC. Polychlorinated Biphenyls in Food. *Environ Sci Technol*. 15 sept 2020;54(18):11443-52.
120. Lim J, Nam C, Yang J, Rha KH, Lim K-M, Jee SH. Serum persistent organic pollutants (POPs) and prostate cancer risk: A case-cohort study. *Int J Hyg Environ Health*. 1 juill 2017;220(5):849-56.
121. Prins GS. Endocrine disruptors and prostate cancer risk. *Endocr Relat Cancer*. sept 2008;15(3):649.
122. Ritchie JM, Vial SL, Fuortes LJ, Guo H, Reedy VE, Smith EM. Organochlorines and Risk of Prostate Cancer. *J Occup Environ Med*. juill 2003;45(7):692-702.
123. Lucena RA, Allam MF, Costabeber IH, Villarejo MLJ, Navajas RF-C. Breast cancer risk factors: PCB congeners. *Eur J Cancer Prev*. févr 2001;10(1):117-9.
124. Oakley GG, Devanaboyina U, Robertson LW, Gupta RC. Oxidative DNA Damage Induced by Activation of Polychlorinated Biphenyls (PCBs): Implications for PCB-Induced Oxidative Stress in Breast Cancer. *Chem Res Toxicol*. 1 janv 1996;9(8):1285-92.
125. Cohn BA, Terry MB, Plumb M, Cirillo PM. Exposure to polychlorinated biphenyl (PCB) congeners measured shortly after giving birth and subsequent risk of maternal breast cancer before age 50. *Breast Cancer Res Treat*. 1 nov 2012;136(1):267-75.
126. Hardell L, Van Bavel B, Lindström G, Carlberg M, Eriksson M, Dreifaldt AC, et al. Concentrations of polychlorinated biphenyls in blood and the risk for testicular cancer. *Int J Androl*. 2004;27(5):282-90.
127. Pavuk M, Cerhan JR, Lynch CF, Schechter A, Petrik J, Chovancova J, et al. Environmental exposure to PCBs and cancer incidence in eastern Slovakia. *Chemosphere*. 1 mars 2004;54(10):1509-20.
128. Ghosh S, Murinova L, Trnovec T, A. Loffredo C, Washington K, S. Mitra P, et al. Biomarkers Linking PCB Exposure and Obesity. *Curr Pharm Biotechnol*. 1 nov 2014;15(11):1058-68.
129. Silverstone AE, Rosenbaum PF, Weinstock RS, Bartell SM, Foushee HR, Shelton C, et al. Polychlorinated Biphenyl (PCB) Exposure and Diabetes: Results from the Anniston Community Health Survey. *Environ Health Perspect*. 1 mai 2012;120(5):727-32.
130. Aminov Z, Haase R, Rej R, Schymura MJ, Santiago -Rivera Azara, Morse G, et al. Diabetes Prevalence in Relation to Serum Concentrations of Polychlorinated Biphenyl (PCB) Congener Groups and Three Chlorinated Pesticides in a Native American Population. *Environ Health Perspect*. 1 sept 2016;124(9):1376-83.
131. Demeneix B. *Le Cerveau endommagé: Comment la pollution altère notre intelligence et notre santé mentale*. Odile Jacob; 2016. 592 p.
132. Park H-Y, Hertz-Picciotto I, Sovcikova E, Kocan A, Drobna B, Trnovec T. Neurodevelopmental toxicity of prenatal polychlorinated biphenyls (PCBs) by chemical structure and activity: a birth cohort study. *Environ Health*. 23 août 2010;9(1):51.
133. Raffetti E, Donato F, De Palma G, Leonardi L, Sileo C, Magoni M. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and risk of dementia and Parkinson disease: A population-based cohort study in a North Italian highly polluted area. *Chemosphere*. 1 déc 2020;261:127522.

134. Hatcher-Martin JM, Gearing M, Steenland K, Levey AI, Miller GW, Pennell KD. Association between polychlorinated biphenyls and Parkinson's disease neuropathology. *NeuroToxicology*. 1 oct 2012;33(5):1298-304.
135. ANSES. Connaissances relatives aux données de toxicité sur les composés de la famille des polybromés - Tome 3 [Internet]. 2017. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/SUBSTANCES2009SA0331Ra-Tome3.pdf>
136. Wilford BH, Shoeib M, Harner T, Zhu J, Jones KC. Polybrominated Diphenyl Ethers in Indoor Dust in Ottawa, Canada: Implications for Sources and Exposure. *Environ Sci Technol*. 1 sept 2005;39(18):7027-35.
137. Hites RA. Polybrominated Diphenyl Ethers in the Environment and in People: A Meta-Analysis of Concentrations. *Environ Sci Technol*. 1 févr 2004;38(4):945-56.
138. Darnerud PO, Eriksen GS, Jóhannesson T, Larsen PB, Viluksela M. Polybrominated diphenyl ethers: occurrence, dietary exposure, and toxicology. *Environ Health Perspect*. 1 mars 2001;109(suppl 1):49-68.
139. Réseau environnement santé. Risques liés aux polybromés - Revue de littérature. :13.
140. Zhou T, Ross DG, DeVito MJ, Crofton KM. Effects of Short-Term in Vivo Exposure to Polybrominated Diphenyl Ethers on Thyroid Hormones and Hepatic Enzyme Activities in Weanling Rats. *Toxicol Sci*. 1 mai 2001;61(1):76-82.
141. Zota AR, Park J-S, Wang Y, Petreas M, Zoeller RT, Woodruff TJ. Polybrominated Diphenyl Ethers, Hydroxylated Polybrominated Diphenyl Ethers, and Measures of Thyroid Function in Second Trimester Pregnant Women in California. *Environ Sci Technol*. 15 sept 2011;45(18):7896-905.
142. Siddiqi MA, Laessig RH, Reed KD. Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs): New Pollutants—Old Diseases. *Clin Med Res*. 10 janv 2003;1(4):281-90.
143. Butt CM, Wang D, Stapleton HM. Halogenated Phenolic Contaminants Inhibit the In Vitro Activity of the Thyroid-Regulating Deiodinases in Human Liver. *Toxicol Sci*. 1 déc 2011;124(2):339-47.
144. Kiciński M, Viaene MK, Den Hond E, Schoeters G, Covaci A, Dirtu AC, et al. Neurobehavioral function and low-level exposure to brominated flame retardants in adolescents: a cross-sectional study. *Environ Health*. 14 nov 2012;11(1):86.
145. Eskenazi B, Chevrier J, Rauch SA, Kogut K, Harley KG, Johnson C, et al. In Utero and Childhood Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Exposures and Neurodevelopment in the CHAMACOS Study. *Environ Health Perspect*. 1 févr 2013;121(2):257-62.
146. Gascon M, Fort M, Martínez D, Carsin A-E, Fornes J, Grimalt JO, et al. Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Breast Milk and Neuropsychological Development in Infants. *Environ Health Perspect*. 1 déc 2012;120(12):1760-5.
147. Harvey JB, Osborne TS, Hong H-HL, Bhusari S, Ton T-V, Pandiri AR, et al. Uterine Carcinomas in Tetrabromobisphenol A-exposed Wistar Han Rats Harbor Increased Tp53 Mutations and Mimic High-grade Type I Endometrial Carcinomas in Women. *Toxicol Pathol*. 1 déc 2015;43(8):1103-13.

148. Louis GMB, Sundaram R, Schisterman EF, Sweeney AM, Lynch CD, Gore -Langton Robert E., et al. Persistent Environmental Pollutants and Couple Fecundity: The LIFE Study. *Environ Health Perspect.* 1 févr 2013;121(2):231-6.
149. Parabènes et risque de cancer | Cancer et environnement [Internet]. [cité 20 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/420-Parabenes.ce.aspx>
150. Brignon J, Boucard P. Parabènes : INERIS - Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. 2015.
151. Kolatorova Sosvorova L, SRAMKOVA M, Vitku J, Včelák J, LISCHKOVA O, Stárka L, et al. Parabens and Their Relation to Obesity. *Physiol Res.* 30 nov 2018;67:S465-72.
152. Wu C, Huo W, Li Y, Zhang B, Wan Y, Zheng T, et al. Maternal urinary paraben levels and offspring size at birth from a Chinese birth cohort. *Chemosphere.* 1 avr 2017;172:29-36.
153. Kim J, Chevrier J. Exposure to parabens and prevalence of obesity and metabolic syndrome: An analysis of the Canadian Health Measures Survey. *Sci Total Environ.* 15 avr 2020;713:135116.
154. Liu W, Zhou Y, Li J, Sun X, Liu H, Jiang Y, et al. Parabens exposure in early pregnancy and gestational diabetes mellitus. *Environ Int.* 1 mai 2019;126:468-75.
155. Byford JR, Shaw LE, Drew MGB, Pope GS, Sauer MJ, Darbre PD. Oestrogenic activity of parabens in MCF7 human breast cancer cells. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 1 janv 2002;80(1):49-60.
156. Charles AK, Darbre PD. Combinations of parabens at concentrations measured in human breast tissue can increase proliferation of MCF-7 human breast cancer cells. *J Appl Toxicol.* 2013;33(5):390-8.
157. Haman C, Dauchy X, Rosin C, Munoz J-F. Occurrence, fate and behavior of parabens in aquatic environments: A review. *Water Res.* 1 janv 2015;68:1-11.
158. Yamamoto H, Tamura I, Hirata Y, Kato J, Kagota K, Katsuki S, et al. Aquatic toxicity and ecological risk assessment of seven parabens: Individual and additive approach. *Sci Total Environ.* 1 déc 2011;410-411:102-11.
159. Gasperi J, Geara D, Lorgeoux C, Bressy A, Zedek S, Rocher V, et al. First assessment of triclosan, triclocarban and paraben mass loads at a very large regional scale: Case of Paris conurbation (France). *Sci Total Environ.* 15 sept 2014;493:854-61.
160. INERIS. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Triclosan, DRC-14-136881-07001A, p. 42 [Internet]. 2014. Disponible sur: <https://substances.ineris.fr/fr/>
161. Geens T, Roosens L, Neels H, Covaci A. Assessment of human exposure to Bisphenol-A, Triclosan and Tetrabromobisphenol-A through indoor dust intake in Belgium. *Chemosphere.* 1 août 2009;76(6):755-60.
162. Allmyr M, Adolfsson-Erici M, McLachlan MS, Sandborgh-Englund G. Triclosan in plasma and milk from Swedish nursing mothers and their exposure via personal care products. *Sci Total Environ.* 15 déc 2006;372(1):87-93.
163. Weatherly LM, Gosse JA. Triclosan exposure, transformation, and human health effects. *J Toxicol Environ Health Part B.* 17 nov 2017;20(8):447-69.
164. Gee RH, Charles A, Taylor N, Darbre PD. Oestrogenic and androgenic activity of triclosan in breast cancer cells. *J Appl Toxicol.* 2008;28(1):78-91.

165. Wang C-F, Tian Y. Reproductive endocrine-disrupting effects of triclosan: Population exposure, present evidence and potential mechanisms. *Environ Pollut.* 1 nov 2015;206:195-201.
166. Pollock T, Greville LJ, Tang B, deCatanzaro D. Triclosan elevates estradiol levels in serum and tissues of cycling and peri-implantation female mice. *Reprod Toxicol.* 1 oct 2016;65:394-401.
167. Orvos DR, Versteeg DJ, Inauen J, Capdevielle M, Rothenstein A, Cunningham V. Aquatic toxicity of triclosan. *Environ Toxicol Chem.* 2002;21(7):1338-49.
168. Dann AB, Hontela A. Triclosan: environmental exposure, toxicity and mechanisms of action. *J Appl Toxicol.* 2011;31(4):285-311.
169. Farasani A, Darbre PD. Long-term exposure to triclosan increases migration and invasion of human breast epithelial cells in vitro. *J Appl Toxicol.* 2021;41(7):1115-26.
170. Kim J-Y, Yi B-R, Go R-E, Hwang K-A, Nam K-H, Choi K-C. Methoxychlor and triclosan stimulates ovarian cancer growth by regulating cell cycle- and apoptosis-related genes via an estrogen receptor-dependent pathway. *Environ Toxicol Pharmacol.* 1 mai 2014;37(3):1264-74.
171. Jurewicz J, Wielgomas B, Radwan M, Karwacka A, Klimowska A, Dziewirska E, et al. Triclosan exposure and ovarian reserve. *Reprod Toxicol.* 1 oct 2019;89:168-72.
172. Ye J, Zhu W, Liu H, Mao Y, Jin F, Zhang J. Environmental exposure to triclosan and polycystic ovary syndrome: a cross-sectional study in China. *BMJ Open.* 1 oct 2018;8(10):e019707.
173. Zhu W, Zhang H, Tong C, Xie C, Fan G, Zhao S, et al. Environmental Exposure to Triclosan and Semen Quality. *Int J Environ Res Public Health.* févr 2016;13(2):224.
174. Jurewicz J, Radwan M, Wielgomas B, Kałużny P, Klimowska A, Radwan P, et al. Environmental levels of triclosan and male fertility. *Environ Sci Pollut Res.* 1 févr 2018;25(6):5484-90.
175. Kumar V, Balomajumder C, Roy P. Disruption of LH-induced testosterone biosynthesis in testicular Leydig cells by triclosan: Probable mechanism of action. *Toxicology.* 4 sept 2008;250(2):124-31.
176. Stoker TE, Gibson EK, Zorrilla LM. Triclosan Exposure Modulates Estrogen-Dependent Responses in the Female Wistar Rat. *Toxicol Sci.* 1 sept 2010;117(1):45-53.
177. Veldhoen N, Skirrow RC, Osachoff H, Wigmore H, Clapson DJ, Gunderson MP, et al. The bactericidal agent triclosan modulates thyroid hormone-associated gene expression and disrupts postembryonic anuran development. *Aquat Toxicol.* 1 déc 2006;80(3):217-27.
178. Kim J, Oh H, Ryu B, Kim U, Lee JM, Jung C-R, et al. Triclosan affects axon formation in the neural development stages of zebrafish embryos (*Danio rerio*). *Environ Pollut.* 1 mai 2018;236:304-12.
179. Ruskiewicz JA, Li S, Rodriguez MB, Aschner M. Is Triclosan a neurotoxic agent? *J Toxicol Environ Health Part B.* 17 févr 2017;20(2):104-17.
180. Jackson -Browne Medina S., Papandonatos GD, Chen A, Calafat AM, Yolton K, Lanphear BP, et al. Identifying Vulnerable Periods of Neurotoxicity to Triclosan Exposure in Children. *Environ Health Perspect.* 126(5):057001.
181. Tabari SA, Esfahani ML, Hosseini SM, Rahimi A. Neurobehavioral toxicity of triclosan in mice. *Food Chem Toxicol.* 1 août 2019;130:154-60.



182. Haggard DE, Noyes PD, Waters KM, Tanguay RL. Phenotypically anchored transcriptome profiling of developmental exposure to the antimicrobial agent, triclosan, reveals hepatotoxicity in embryonic zebrafish. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1 oct 2016;308:32-45.
183. Yazdankhah SP, Scheie AA, Høiby EA, Lunestad B-T, Heir E, Fotland TØ, et al. Triclosan and Antimicrobial Resistance in Bacteria: An Overview. *Microb Drug Resist.* 1 juin 2006;12(2):83-90.
184. Koopman-Esseboom C, Morse DC, Weisglas-Kuperus N, Lutkeschipholt IJ, Van Der Paauw CG, Tuinstra LGMT, et al. Effects of Dioxins and Polychlorinated Biphenyls on Thyroid Hormone Status of Pregnant Women and Their Infants. *Pediatr Res.* oct 1994;36(4):468-73.
185. Chevrier J, Warner M, Gunier RB, Brambilla P, Eskenazi B, Mocarelli P. Serum Dioxin Concentrations and Thyroid Hormone Levels in the Seveso Women's Health Study. *Am J Epidemiol.* 1 sept 2014;180(5):490-8.
186. Chen S-C, Liao T-L, Wei Y-H, Tzeng C-R, Kao S-H. Endocrine disruptor, dioxin (TCDD)-induced mitochondrial dysfunction and apoptosis in human trophoblast-like JAR cells. *Mol Hum Reprod.* 1 mai 2010;16(5):361-72.
187. Fernández M, Paradisi M, D'Intino G, Del Vecchio G, Sivilia S, Giardino L, et al. A single prenatal exposure to the endocrine disruptor 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin alters developmental myelination and remyelination potential in the rat brain. *J Neurochem.* 2010;115(4):897-909.
188. Mocarelli P, Gerthoux PM, Needham LL, Patterson DG, Limonta G, Falbo R, et al. Perinatal Exposure to Low Doses of Dioxin Can Permanently Impair Human Semen Quality. *Environ Health Perspect.* 1 mai 2011;119(5):713-8.
189. Su P-H, Chen J-Y, Chen J-W, Wang S-L. Growth and Thyroid Function in Children With In Utero Exposure to Dioxin: A 5-Year Follow-Up Study. *Pediatr Res.* févr 2010;67(2):205-10.
190. Bertazzi PA, Zocchetti C, Guercilena S, Consonni D, Tironi A, Landi MT, et al. Dioxin Exposure and Cancer Risk: A 15-Year Mortality Study after the « Seveso Accident ». *Epidemiology.* 1997;8(6):646-52.
191. Dioxines et risque de cancer | Cancer et environnement [Internet]. [cité 24 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/367-Dioxines.ce.aspx>
192. Surveillance des teneurs en dioxines et PCB de certaines denrées alimentaires [Internet]. [cité 24 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Surveillance-des-teneurs-en-dioxines-et-PCB-de-cer-545>
193. Georgescu B, Georgescu C, Dărăban S, Bouaru A, Pașcalău S. Heavy Metals Acting as Endocrine Disrupters. *Sci Pap Anim Sci Biotechnol.* 31 oct 2011;44(2):89-93.
194. Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé [Internet]. [cité 29 oct 2021]. Disponible sur: [https://www.senat.fr/rap/l00-261/l00-261\\_mono.html](https://www.senat.fr/rap/l00-261/l00-261_mono.html)
195. Santé Publique France. Exposition aux métaux de la population française : résultats de l'étude ESTEBAN [Internet]. [cité 10 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/exposition-aux-metaux-de-la-population-francaise-resultats-de-l-etude-esteban>
196. Zhu X, Kusaka Y, Sato K, Zhang Q. The endocrine disruptive effects of mercury. *Environ Health Prev Med.* 1 janv 2000;4(4):174-83.

197. Wada H, Cristol DA, McNabb FMA, Hopkins WA. Suppressed Adrenocortical Responses and Thyroid Hormone Levels in Birds near a Mercury-Contaminated River. *Environ Sci Technol*. 1 août 2009;43(15):6031-8.
198. Chen A, Kim SS, Chung E, Dietrich KN. Thyroid Hormones in Relation to Lead, Mercury, and Cadmium Exposure in the National Health and Nutrition Examination Survey, 2007–2008. *Environ Health Perspect*. 1 févr 2013;121(2):181-6.
199. Hu Q, Han X, Dong G, Yan W, Wang X, Bigambo FM, et al. Association between mercury exposure and thyroid hormones levels: A meta-analysis. *Environ Res*. 1 mai 2021;196:110928.
200. Nie X, Chen Y, Chen Y, Chen C, Han B, Li Q, et al. Lead and cadmium exposure, higher thyroid antibodies and thyroid dysfunction in Chinese women. *Environ Pollut*. 1 nov 2017;230:320-8.
201. Suzan A, Wadi GA. Effects of Lead on the Male Reproductive System in Mice. *J Toxicol Environ Health A*. 25 mars 1999;56(7):513-21.
202. Telišman S, Čolak B, Pizent A, Jurasović J, Cvitković P. Reproductive toxicity of low-level lead exposure in men. *Environ Res*. 1 oct 2007;105(2):256-66.
203. Hertz-Picciotto I. The evidence that lead increases the risk for spontaneous abortion. *Am J Ind Med*. 2000;38(3):300-9.
204. Cao J, Wang G, Wang T, Chen J, Wenjing G, Wu P, et al. Copper caused reproductive endocrine disruption in zebrafish (*Danio rerio*). *Aquat Toxicol*. 1 juin 2019;211:124-36.
205. Han XD, Tu ZG, Gong Y, Shen SN, Wang XY, Kang LN, et al. The toxic effects of nonylphenol on the reproductive system of male rats. *Reprod Toxicol*. 1 déc 2004;19(2):215-21.
206. Chen M, Tang R, Fu G, Xu B, Zhu P, Qiao S, et al. Association of exposure to phenols and idiopathic male infertility. *J Hazard Mater*. 15 avr 2013;250-251:115-21.
207. Jung H, Hong Y, Lee D, Pang K, Kim Y. The association between some endocrine disruptors in human plasma and the occurrence of congenital hypothyroidism. *Environ Toxicol Pharmacol*. mars 2013;35(2):278-83.
208. SPF. Imprégnation de la population française par les composés perfluorés : Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016 [Internet]. [cité 10 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/impregnation-de-la-population-francaise-par-les-composes-perfluores-programme-national-de-biosurveillance-esteban-2014-2016>
209. Shi X, Liu C, Wu G, Zhou B. Waterborne exposure to PFOS causes disruption of the hypothalamus–pituitary–thyroid axis in zebrafish larvae. *Chemosphere*. 1 nov 2009;77(7):1010-8.
210. Chang S-C, Thibodeaux JR, Eastvold ML, Ehresman DJ, Bjork JA, Froehlich JW, et al. Thyroid hormone status and pituitary function in adult rats given oral doses of perfluorooctanesulfonate (PFOS). *Toxicology*. 20 janv 2008;243(3):330-9.
211. Coperchini F, Awwad O, Rotondi M, Santini F, Imbriani M, Chiovato L. Thyroid disruption by perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA). *J Endocrinol Invest*. 1 févr 2017;40(2):105-21.
212. Chen M-H, Ha E-H, Liao H-F, Jeng S-F, Su Y-N, Wen T-W, et al. Perfluorinated Compound Levels in Cord Blood and Neurodevelopment at 2 Years of Age. *Epidemiology*. 2013;24(6):800-8.

213. Andersen CS, Fei C, Gamborg M, Nohr EA, Sørensen TIA, Olsen J. Prenatal Exposures to Perfluorinated Chemicals and Anthropometry at 7 Years of Age. *Am J Epidemiol.* 15 sept 2013;178(6):921-7.
214. Shi X, Du Y, Lam PKS, Wu RSS, Zhou B. Developmental toxicity and alteration of gene expression in zebrafish embryos exposed to PFOS. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1 juill 2008;230(1):23-32.
215. Governini L, Guerranti C, De Leo V, Boschi L, Luddi A, Gori M, et al. Chromosomal aneuploidies and DNA fragmentation of human spermatozoa from patients exposed to perfluorinated compounds. *Andrologia.* 2015;47(9):1012-9.
216. Toft G, Jönsson BAG, Lindh CH, Giwercman A, Spano M, Heederik D, et al. Exposure to perfluorinated compounds and human semen quality in arctic and European populations. *Hum Reprod.* 1 août 2012;27(8):2532-40.
217. Vélez MP, Arbuckle TE, Fraser WD. Maternal exposure to perfluorinated chemicals and reduced fecundity: the MIREC study. *Hum Reprod.* 1 mars 2015;30(3):701-9.
218. Bonfeld-Jorgensen EC, Long M, Bossi R, Ayotte P, Asmund G, Krüger T, et al. Perfluorinated compounds are related to breast cancer risk in Greenlandic Inuit: A case control study. *Environ Health.* 6 oct 2011;10(1):88.
219. Règlement REACH > Introduction | REACH INFO [Internet]. [cité 30 oct 2021]. Disponible sur: <https://reach-info.ineris.fr/reglementation-reach>
220. REACH registration statistics - ECHA [Internet]. [cité 5 nov 2021]. Disponible sur: <https://echa.europa.eu/fr/registration-statistics>
221. chimie I. Reach sous le feu des critiques. 22 oct 2018 [cité 5 nov 2021]; Disponible sur: <https://www.info-chimie.fr/reach-sous-le-feu-des-critiques,94361>
222. REACH : un deuxième bilan plutôt positif [Internet]. *Techniques de l'Ingénieur.* [cité 5 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/reach-un-deuxieme-bilan-plutot-positif-34642/>
223. Vallet C. Les produits chimiques profitent de la passoire européenne [Internet]. *Libération.* [cité 5 nov 2021]. Disponible sur: [https://www.liberation.fr/planete/2019/01/07/les-produits-chimiques-profitent-de-la-passoire-europeenne\\_1701506/](https://www.liberation.fr/planete/2019/01/07/les-produits-chimiques-profitent-de-la-passoire-europeenne_1701506/)
224. CESE. REACH et la maîtrise du risque chimique : un bilan positif, un outil à améliorer. *Journal Officiel de la République Française*; 2020.
225. Comprendre le CLP - ECHA [Internet]. [cité 5 nov 2021]. Disponible sur: <https://echa.europa.eu/fr/regulations/clp/understanding-clp>
226. Comprendre le règlement sur les produits biocides - ECHA [Internet]. [cité 6 nov 2021]. Disponible sur: <https://echa.europa.eu/fr/regulations/biocidal-products-regulation/understanding-bpr>
227. Comprendre les POP - ECHA [Internet]. [cité 6 nov 2021]. Disponible sur: <https://echa.europa.eu/fr/understanding-pops>
228. Les polluants organiques persistants (POP) [Internet]. *Ministère de la Transition écologique.* [cité 7 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.ecologie.gouv.fr/polluants-organiques-persistants-pop>

229. La Commission adopte une nouvelle stratégie dans le domaine des produits chimiques [Internet]. European Commission - European Commission. [cité 7 nov 2021]. Disponible sur: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip\\_20\\_1839](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_20_1839)
230. The ED Lists | Endocrine Disruptor List [Internet]. [cité 29 oct 2021]. Disponible sur: <https://edlists.org/the-ed-lists>
231. SPF. Perceptions des risques environnementaux et comportements en faveur de l'environnement - premier volet. Résultats du Baromètre de Santé publique France 2019 [Internet]. [cité 25 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/perceptions-des-risques-environnementaux-et-comportements-en-faveur-de-l-environnement-premier-volet.-resultats-du-barometre-de-sante-publique-fr>
232. Boulloud O, Teissier M-P. Etats des lieux des connaissances des acteurs de santé sur les risques des perturbateurs endocriniens en préconception, pendant la grossesse et l'allaitement [Internet]. France; 2020 [cité 24 mars 2022]. Disponible sur: <http://aurore.unilim.fr/theses/nxfile/default/d5173c99-18f4-453c-b97f-c24eb7743a96/blobholder:0/M20203217.pdf>
233. Legras V. En quoi les connaissances scientifiques et les dispositifs réglementaires existants permettent aux professionnels de santé de mettre en place une stratégie de prévention à l'exposition aux perturbateurs endocriniens. 24 oct 2019;77.
234. Les Guides de l'URPS ML – URPS Médecins Libéraux PACA [Internet]. [cité 24 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.urps-ml-paca.org/les-guides/>
235. Beaufile C, Bourgeois AP de CL. Impact d'une campagne de sensibilisation aux perturbateurs endocriniens (PE) par des professionnels de santé de soins primaires sur les comportements à risque d'exposition aux PE chez des patientes en période péri-conceptionnelle. 15 avr 2020;65.
236. Estimations de population par sexe et âge au 1<sup>er</sup> janvier 2022 | Insee [Internet]. [cité 24 mars 2022]. Disponible sur: [https://www.insee.fr/fr/statistiques/2012692#tableau-TCRD\\_021\\_tab1\\_departements](https://www.insee.fr/fr/statistiques/2012692#tableau-TCRD_021_tab1_departements)
237. Nouvelle-Aquitaine D. Le baromètre 2015 santé-environnement [Internet]. 2016 [cité 10 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/le-barometre-2015-sante-environnement-a1221.html>
238. Population française par âge 2022 [Internet]. Statista. [cité 24 mars 2022]. Disponible sur: <https://fr.statista.com/statistiques/472349/repartition-population-groupe-dage-france/>
239. Usage des réseaux sociaux selon l'âge France [Internet]. Statista. [cité 9 avr 2022]. Disponible sur: <https://fr.statista.com/statistiques/480837/utilisation-reseaux-sociaux-france-age/>
240. Catégorie socioprofessionnelle selon le sexe et l'âge | Insee [Internet]. [cité 24 mars 2022]. Disponible sur: [https://www.insee.fr/fr/statistiques/2489546#tableau-figure1\\_radio1](https://www.insee.fr/fr/statistiques/2489546#tableau-figure1_radio1)
241. Une nouvelle définition du rural pour mieux rendre compte des réalités des territoires et de leurs transformations – La France et ses territoires | Insee [Internet]. [cité 24 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5039991?sommaire=5040030>
242. Accès et utilisation de l'internet dans l'Union européenne | Insee [Internet]. [cité 27 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2385835>

243. SPF. Baromètre santé environnement 2007 [Internet]. [cité 26 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/barometre-sante-environnement-2007>
244. La bio en pleine croissance : découvrez les chiffres ! [Internet]. Ministère de la Transition écologique. [cité 25 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.ecologie.gouv.fr/bio-en-pleine-croissance-decouvrez-chiffres>
245. Agence BIO/Spirit Insight. 18e Baromètre de consommation et de perception des produits biologiques en France. 2021.
246. L'Écolabel Européen : un écolabel connu et reconnu en France [Internet]. ADEME. [cité 15 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.ademe.fr/expertises/consommer-autrement/passer-a-laction/reconnaitre-produit-plus-respectueux-lenvironnement/dossier/lecolabel-europeen-logos-publics/lecolabel-europeen-ecolabel-connu-reconnu-france>
247. Comprendre les labels bios [Internet]. [cité 26 janv 2022]. Disponible sur: <https://www.economie.gouv.fr/particuliers/comprendre-labels-bios>
248. Labels Environnementaux | Particuliers | Agir pour la transition écologique | ADEME [Internet]. [cité 27 janv 2022]. Disponible sur: <https://agirpoulatransition.ademe.fr/particuliers/labels-environnementaux#labelsrow-3>
249. Lecluse S. Peut-on faire confiance à Yuka pour ses courses ? [Internet]. Capital.fr. 2018 [cité 27 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.capital.fr/conso/peut-on-faire-confiance-a-yuka-pour-ses-courses-1319721>
250. Premiers moyens d'information des Français 2019 [Internet]. Statista. [cité 10 avr 2022]. Disponible sur: <https://fr.statista.com/statistiques/525801/moyens-information-premiers-actualite-nationale-ou-internationale-francais/>
251. Article 13 - LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (1) - Légifrance [Internet]. [cité 10 avr 2022]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article\\_jo/JORFARTI000041553778](https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000041553778)
252. Plan National Santé-Environnement 4 (PNSE 4) : « un environnement, une santé » (2021-2025) - Ministère des Solidarités et de la Santé [Internet]. [cité 10 avr 2022]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/les-plans-nationaux-sante-environnement/article/plan-national-sante-environnement-4-pnse-4-un-environnement-une-sante-2021-2025>

## VIII. Annexes

### ANNEXE 1 : Déclaration de Wingspread

#### LA DECLARATION DE WINGSPREAD

(Texte tiré du livre "L'homme en voie de disparition")

##### *Note des auteurs*

En juillet 1991, des scientifiques dont Theo Colborn et Pete Myers se réunirent pour la première fois afin d'échanger leurs inquiétudes sur les effets des produits chimiques agissant sur les hormones. Il était important de réunir tous ces chercheurs de disciplines si différentes. Dans l'espoir que leur rencontre ait des effets durables, ils tombèrent d'accord sur la déclaration qui suit. Nous l'avons incluse dans ce livre car c'est à la fois un résumé de la question, et un point de départ pour les scientifiques, les décideurs et les particuliers, indiquant les directions que devraient prendre la recherche et les politiques publiques. La liste des signataires de cet appel est reproduite à la fin. Cela ne signifie pas que ces personnes, les auteurs mis à part, approuvent tous les arguments et toutes les conclusions présentés dans ce livre.

Altérations du développement sexuel induites  
par les produits chimiques : le sort commun  
des animaux et des hommes

##### *Énoncé du problème*

De nombreux composés libérés dans l'environnement par les activités humaines sont capables de dérégler le système endocrinien des animaux, y compris l'homme. Les conséquences de tels dérèglements peuvent être graves, en raison du rôle de premier plan que les hormones jouent dans le développement de l'organisme. Face à la contamination croissante et omniprésente de notre environnement par des composés susceptibles de produire de tels effets, un groupe de spécialistes de toutes disciplines s'est réuni à Wingspread (Wisconsin, États-Unis), du 26 au 28 juillet 1991, afin de faire le point sur les connaissances à ce sujet. Les participants provenaient de diverses disciplines : anthropologie, écologie, endocrinologie comparée, histopathologie, immunologie, mammalogie, médecine, psychiatrie, psychoneuroendocrinologie, physiologie de la reproduction, toxicologie, gestion de la faune, biologie des tumeurs, zoologie et droit.

Les objectifs de cette rencontre étaient :

1. De mettre en commun les découvertes de chacun et d'évaluer l'ampleur du problème ;
2. De tirer des conclusions fiables des données existantes ;
3. De proposer un programme de recherches afin de dissiper les incertitudes qui subsistent.

##### *Déclaration commune*

La déclaration suivante est le fruit d'un consensus entre les participants.

1. Nous savons *avec certitude* que :

- Un grand nombre de produits chimiques de synthèse libérés dans la nature, ainsi que quelques composés naturels, sont capables de dérégler le système endocrinien des animaux, y compris l'homme. Il s'agit notamment des composés organochlorés, qui, du fait de leur persistance, s'accumulent dans les chaînes alimentaires. Ceux-ci comprennent certains pesticides (fongicides, herbicides et insecticides) et produits chimiques, ainsi que d'autres produits synthétiques et certains métaux <sup>(1)</sup>.

---

<sup>1</sup> Les produits chimiques connus pour leurs effets sur le système endocrinien comprennent : le DDT et ses produits de dégradation, le DHEP ou di-2-éthyl-hexyl-phtalate, le HCB (hexachlorobenzène), le dicofol, le chlordécone, le lindane et autres hexachlorocyclohexanes, le méthoxychlor, l'octachlorostyrène, les pyréthroïdes de synthèse, des herbicides (triazines), des fongicides (carbamates, triazoles), certains PCB, le 2,3,7,8 TCDD et autres dioxines, le 2,3,7,8 TCDF et autres furanes. le cadmium, le plomb, le mercure, la tributyltine et autres composés de la même famille les alkylphénols (détergents non biodégradables et anti-oxydants présents dans les polystyrènes modifiés et les PVC), les produits à base de styrène, les aliments à base de soja et des produits pour animaux de laboratoire et animaux domestiques.

- De nombreuses populations d'animaux sauvages sont d'ores et déjà affectées par ces composés. Les effets incluent le mauvais fonctionnement de la thyroïde chez les oiseaux et les poissons ; une baisse de fertilité chez les oiseaux, les poissons, les coquillages et les mammifères ; une diminution des éclosions chez les oiseaux, les poissons et les tortues ; des malformations grossières à la naissance chez les oiseaux, les poissons et les tortues ; des anomalies du métabolisme chez les oiseaux, les poissons et les mammifères ; la féminisation des mâles chez les poissons, les oiseaux et les mammifères ; des anomalies de comportement chez les oiseaux : la masculinisation des femelles chez les poissons et les oiseaux ; des déficits immunitaires chez les oiseaux et les mammifères.
- Les effets varient selon les espèces et les composés. Toutefois, on peut faire quatre remarques : a. les composés concernés peuvent avoir des effets très différents sur l'embryon et sur l'adulte ; b. les effets se manifestent surtout sur la génération suivante, et non chez les parents exposés ; c. la période d'exposition au cours du développement de l'organisme est cruciale, déterminant l'ampleur et la nature des effets ; d. la période d'exposition la plus critique correspond à la vie embryonnaire, mais les effets peuvent ne pas se manifester avant l'âge adulte.
- Les études en laboratoire confirment les développements sexuels anormaux observés dans la nature et permettent de comprendre les mécanismes biologiques mis en jeu.
- Les humains sont également affectés par ces composés. Le distilbène, un médicament de synthèse, et beaucoup de composés cités en note ont des effets oestrogéniques. Les femmes dont les mères ont ingéré du distilbène sont particulièrement touchées par le cancer du vagin, par diverses malformations de l'appareil reproducteur, par des grossesses anormales et des modifications de la réponse immunitaire. Les hommes et les femmes exposés pendant leur vie prénatale présentent des anomalies congénitales de l'appareil reproducteur et une baisse de fertilité. Les effets observés chez les victimes du distilbène sont semblables à ce que l'on observe chez les animaux contaminés, dans la nature et en laboratoire. Cela suggère que les humains partagent les mêmes risques.

2. *Nous estimons extrêmement probable que :*

- Certaines anomalies du développement constatées aujourd'hui chez les humains concernent des enfants adultes de personnes ayant été exposées à des perturbateurs hormonaux présents dans notre environnement. Les concentrations de plusieurs perturbateurs des hormones sexuelles mesurées dans la population américaine actuelle correspondent aux doses qui provoquent des effets chez les animaux sauvages.
- À moins que la contamination de l'environnement par les perturbateurs hormonaux soit rapidement contrôlée et réduite, des dysfonctionnements généralisés à l'échelle de la population sont possibles. Les dangers potentiels, tant pour les animaux que pour l'homme, sont nombreux, en raison de la probabilité d'une exposition répétée ou constante à de nombreux produits chimiques connus pour dérégler le système endocrinien.
- En approfondissant la question, de nombreux parallèles nouveaux devraient surgir entre les études portant sur la faune sauvage, celles effectuées en laboratoire et celles concernant l'homme.

3. *Les modèles actuels prévoient que :*

- Les mécanismes d'action de ces composés sont variables, mais d'une manière générale : a. ils imitent les hormones naturelles en se liant à leurs récepteurs ; b. ils inhibent les hormones en les empêchant de se lier à leurs récepteurs ; c. ils réagissent directement ou indirectement avec les hormones elles-mêmes, d. soit en perturbant leur synthèse, e. soit en modifiant le nombre de récepteurs dans les organes.
- Les hormones mâles et femelles peuvent altérer le développement cérébral, qu'elles soient exogènes (source externe) ou endogènes (source interne).
- Toute perturbation du système endocrinien d'un organisme en formation peut altérer son développement : ces effets sont habituellement irréversibles. Ainsi, de nombreux caractères liés au sexe sont déterminés par les hormones pendant une courte période de temps au début du développement et peuvent alors être influencés par de faibles variations de l'équilibre hormonal. Les faits suggèrent que ces effets sont alors irréversibles.

- Les effets constatés sur la reproduction des animaux sauvages devraient préoccuper les humains qui exploitent les mêmes sources de nourriture, le poisson contaminé par exemple. Le poisson est une source majeure de contamination chez les oiseaux. Les mécanismes de dérèglement hormonal par les organochlorés chez les oiseaux sont les mieux connus à ce jour. Ils nous aident à comprendre comment l'homme pourrait partager le sort des animaux, car le développement du système endocrinien des oiseaux est très semblable à celui des mammifères.

4. *Nos prévisions comportent de nombreuses incertitudes parce que:*

- La nature et l'ampleur des effets sur l'homme sont mal connus. Nous possédons peu d'informations sur la contamination des humains, en particulier sur les concentrations de polluants chez l'embryon. Cela est dû au manque d'effets réellement mesurables et d'études portant sur plusieurs générations et simulant la contamination ambiante.
- Alors que nous possédons de nombreuses données sur la diminution de l'aptitude des animaux à se reproduire, les données sur les modifications du comportement sont moins étayées. Mais les faits sont suffisamment pressants pour que l'on cherche à combler rapidement ces lacunes.
- Le pouvoir de nombreux composés oestrogéniques, comparé à celui des oestrogènes naturels, est inconnu. Ce point est important, car les concentrations sanguines en certains composés dépassent celles des oestrogènes du corps.

5. *Nous estimons que :*

- Les tests de toxicité devraient être élargis pour prendre en compte une éventuelle activité hormonale.
- Il existe déjà des méthodes pour analyser les effets oestrogéniques ou androgéniques des composés à effet hormonal direct. La réglementation devrait étendre ces analyses à tous les nouveaux composés ou produits secondaires. Si les tests sont positifs, des effets fonctionnels devraient être recherchés au moyen d'études sur plusieurs générations, et ne pas porter seulement sur les malformations congénitales. Ces procédures devraient s'appliquer aussi aux produits persistants libérés dans le passé.
- Il est urgent de donner la priorité aux effets reproducteurs ou fonctionnels lorsque l'on évalue les risques pour la santé. La recherche d'effets cancérogènes ne suffit pas.
- Il est nécessaire de réaliser un inventaire complet des composés chimiques lorsqu'ils sont mis en vente et libérés dans l'environnement. Ces informations doivent être plus facilement accessibles. Elles nous permettront de réduire la contamination. Plutôt qu'établir des normes de pollution séparées pour l'air, l'eau et le sol, il est nécessaire d'envisager les écosystèmes dans leur ensemble.
- L'interdiction de la production et de l'emploi des produits chimiques persistants n'a pas résolu le problème de la contamination. De nouvelles approches sont nécessaires pour réduire celle-ci et pour empêcher de nouvelles contaminations par des produits nouveaux aux caractéristiques similaires.
- L'impact sur les animaux sauvages et les animaux de laboratoire est si profond et si insidieux qu'il est nécessaire de lancer un vaste programme de recherche sur l'homme.
- Il faut remédier au manque d'information des communautés scientifiques et médicales concernant les perturbateurs hormonaux dans l'environnement, leurs effets fonctionnels et la notion d'exposition se transmettant d'une génération à l'autre. Les déficits fonctionnels ne se manifestant pas à la naissance et parfois pas avant l'âge adulte, ils passent souvent inaperçus des médecins, des parents et des organismes de contrôle, et la cause n'est jamais identifiée.

6. *Pour améliorer notre aptitude à prévoir:*

- Il faut entreprendre des recherches fondamentales supplémentaires sur le développement des organes sensibles aux hormones. Par exemple, nous devons connaître la quantité d'une hormone donnée requise pour provoquer une réponse normale. Nous avons besoin de marqueurs biologiques du développement normal pour chaque espèce, chaque organe et chaque étape du développement. Avec ces renseignements, nous pourrions déterminer les concentrations qui provoquent des altérations pathologiques.



- Des collaborations interdisciplinaires sont nécessaires pour établir des modèles animaux, dans la nature ou en laboratoire, afin d'extrapoler les risques encourus par les humains,
- Il faut sélectionner une espèce "sentinelle" à chaque niveau de la chaîne alimentaire, espèce qui nous permettra d'étudier les déficits fonctionnels. Cela nous permettra également de mieux comprendre la circulation des contaminants dans les écosystèmes.
- Des phénomènes mesurables (marqueurs biologiques) dus à l'exposition à des perturbateurs hormonaux doivent être trouvés, aux niveaux de la molécule, de la cellule, de l'organisme et de la population. Les marqueurs moléculaires et cellulaires sont très importants pour une prise en compte précoce du dérèglement. Il est important de déterminer les concentrations normales d'isoenzymes et d'hormones.
- Pour évaluer l'exposition des mammifères, il est nécessaire de connaître les concentrations de produits chimiques dans l'organisme et dans l'ovule fécondé, afin d'extrapoler la dose de ces produits chez l'embryon, le fœtus, le nouveau-né et l'adulte. Il faut également évaluer le danger en répétant en laboratoire les faits observés dans la nature. À la suite de cela, il faudra déterminer en laboratoire les effets de doses différentes. Ces doses seront ensuite comparées à la contamination mesurée dans les populations sauvages.
- Il faut entreprendre de nouvelles études de terrain, afin d'expliquer l'afflux annuel dans des régions polluées d'espèces migratrices dont les populations semblent stables, malgré la vulnérabilité relative de leurs petits.
- Pour de nombreuses raisons, il faudrait réétudier les victimes du distilbène. D'abord, l'emploi du distilbène correspond à une époque où l'on relâchait de grandes quantités de produits chimiques, en l'absence de toute norme légale. Les résultats des études sur le distilbène ont donc peut-être été influencés par la contamination générale par d'autres perturbateurs endocriniens. Deuxièmement, l'exposition à une hormone pendant la vie fœtale peut augmenter la sensibilité de l'organisme à cette hormone plus tard dans la vie. De ce fait, les premières victimes du distilbène atteignent seulement l'âge où divers cancers pourraient commencer à se manifester, en conséquence d'une exposition ultérieure à des substances oestrogéniques (cancers du vagin, de l'endomètre, du sein et de la prostate). Il est important d'établir un seuil de risque. Même les doses les plus faibles connues ont produit des cancers du vagin. Le distilbène pourrait fournir le modèle le plus extrême pour rechercher les effets de substances oestrogéniques moins puissantes. Ainsi, les marqueurs biologiques déterminés chez les victimes de cet oestrogène synthétique permettront d'étudier les effets résultant de la contamination ambiante.
- Les effets des perturbateurs endocriniens sur l'homme, qui vit plus longtemps que la plupart des animaux, sont peut-être plus difficiles à percevoir. C'est pourquoi nous avons besoin de méthodes de dépistage précoce, afin de déterminer si l'aptitude reproductrice de l'homme est en train de décliner. Ce dépistage précoce est aussi important pour l'individu que pour la population, car la stérilité est un problème inquiétant qui a des impacts psychologiques et économiques. Il existe maintenant des méthodes de détermination des taux de fertilité chez l'homme. Il faudrait élaborer de nouvelles méthodes impliquant la mesure de l'activité enzymatique du foie, le comptage des spermatozoïdes, l'analyse des anomalies de développement et l'examen des lésions histopathologiques. Ces analyses devraient être complétées par des marqueurs biologiques plus nombreux et plus fiables du développement social et comportemental de l'individu, par les antécédents familiaux des patients et de leurs enfants, et par l'analyse chimique des tissus et produits liés à la reproduction, notamment le lait.

Dr Howard A. Bern  
Professeur émérite de biologie et endocrinologue  
Département de biologie et Laboratoire de recherche sur le cancer  
Université de Californie. Berkeley,  
États-Unis

Dr Phyllis Blair  
Professeur d'immunologie  
Département de biologie moléculaire et cellulaire  
Université de Californie, Berkeley,  
États-Unis

Sophie Brasseur  
Biologiste marine  
Département d'écologie des estuaires Institut de recherche pour la gestion de la nature  
Texel, Pays-Bas

Dr Theo Colborn  
Senior Fellow  
Fonds mondial pour la nature (W WF) et Fondation W. Alton Jones  
Washington, États-Unis

Dr Gerald R. Cunha  
Biologiste du développement  
Département d'anatomie  
Université de Californie. San Francisco,  
Etats-Unis

Dr William Davis  
Écologue  
Agence américaine de protection de l'environnement  
Laboratoire de recherche de l'environnement  
Ile de Sabine, Floride, États-Unis

Dr Klaus D. Döhler  
Directeur de recherche  
Développement et production Pharma Bissendorf Peptide SA  
Hanovre, Allemagne

Glen Fox  
Évaluateur des contaminants  
Centre national de recherche sur la faune sauvage  
Environnement Canada Québec,  
Canada

Dr Michael Fry  
Faculté de recherche  
Département d'ornithologie  
Université de Californie, Davis,  
États-Unis

Dr Earl Gray <sup>(2)</sup>  
Directeur du département de toxicologie du développement et de la reproduction  
Branche de toxicologie de la reproduction  
Division de biologie du développement

---

<sup>2</sup> Bien que les recherches décrites ici aient été financées par l'Agence américaine de protection de l'environnement, elles ne reflètent pas nécessairement ses vues et n'ont pas valeur d'approbation officielle. De même, la mention de certaines entreprises ne signifie pas leur approbation et ne constitue pas une publicité

## **ANNEXE 2 : Les perturbateurs endocriniens de notre quotidien et leurs impacts sanitaires**

### 1. Les hormones naturelles ou de synthèse

Certains perturbateurs endocriniens sont des substances que l'on utilise justement pour leurs propriétés d'interférence avec le système hormonal.

**Les phyto-estrogènes** sont une famille de substances naturelles dont la structure chimique présente de fortes similitudes avec l'estradiol (47). Pour la plupart, ils ont la capacité de se fixer sur les récepteurs de l'estradiol et produire un effet œstro-mimétique.

Il existe plusieurs sous-groupes de phyto-estrogènes : les isoflavonoïdes, les lignanes, les coumestanes, les flavonoïdes, les stilbènes... Les plus consommés sont les isoflavones et les lignanes. On retrouve ces phyto-estrogènes de manière naturelle dans de multiples plantes. Ils sont couramment utilisés comme compléments alimentaires (47) (48).

En faible quantité, l'organisme de l'Homme est capable de synthétiser et éliminer ces molécules sans impact sur la santé. En revanche, en quantité excessive les phytoestrogènes peuvent avoir un impact non négligeable et parfois délétère sur le système endocrinien.

En effet, l'activité oestrogénique des phyto-estrogènes n'est pas négligeable et pourrait être responsable d'effets indésirables, similaires aux traitements substitutifs hormonaux (TSH). Les débats et études sur la potentielle dangerosité des phytoestrogènes sont toujours d'actualité et manquent pour le moment de puissance pour en tirer des conclusions certaines (49).

En effet, si certaines études suggèrent un rôle protecteur dans certains cancers - comme dans le cancer de la prostate (50)- dans les pathologies cardiovasculaire (51) ou l'ostéoporose, les phyto-estrogènes sont également soupçonnés de favoriser l'apparition de cancers sensibles aux œstrogènes et le risque d'hyperplasie de l'endomètre. Des troubles de la fertilité ont également été constatés chez l'animal après forte exposition aux isoflavones (52).

Chez les enfants souffrants d'hypothyroïdie, l'apport important d'isoflavones dans les préparations pour nourrisson à base de soja, entraîne une baisse d'efficacité du traitement substitutif thyroïdien et favorise l'apparition d'un goitre (53).

L'Anses conseille donc une utilisation contrôlée et sous surveillance médicale des phyto-œstrogènes (47).

**Les hormones de synthèse** comme les contraceptifs œstroprogestatifs ou les traitements hormonaux substitutifs sont également considérées des perturbateurs endocriniens.

Les traitements hormonaux substitutifs utilisés contre les symptômes de la ménopause augmentent le risque de pathologies cardiovasculaires et de cancer du sein (54). Parallèlement ils diminuent le risque de cancer de l'utérus.

Les contraceptifs œstroprogestatifs eux, augmentent les risques de cancer du sein et probablement du col de l'utérus et hépatique (55). En revanche ils diminuent le risque de cancer de l'ovaire et de l'endomètre.

Les hormones naturelles ou de synthèse sont ensuite éliminées par voie urinaire, se retrouvent dans les eaux usées et contaminent ainsi l'environnement avec des conséquences néfastes sur les écosystèmes aquatiques et terrestres (56).

Plusieurs études ont montré que la pollution de l'eau aux œstrogènes notamment à proximité des stations d'épuration, entraîne une diminution du taux de fécondité de certains poissons notamment par féminisation des mâles (57) (58).

## 2. Les substances industrielles

Les PE sont en grande majorité issus de l'industrie chimique et phytosanitaire. Des milliers de produits, que ce soit de consommation courante ou à usage professionnel sont concernés.

- **Les pesticides**

Les pesticides ont pour objectif de lutter contre un ou plusieurs organismes vivants -animal, végétal ou fongique- considérés comme nuisibles. Ils sont donc utilisés majoritairement dans l'agriculture et dans les foyers. Ils peuvent également être utilisés pour leur propriété de régulation de croissance des végétaux, et améliorer le stockage ou le transport de produits cultivés. Plus de 1000 substances appartiennent à la famille des pesticides (59)

Les pesticides peuvent être définis selon leurs cibles, leurs usages, ou leur structure chimique. Les cibles des pesticides sont nombreuses : herbicides, fongicides, insecticides, vermifuges, molluscicides, nématicides, corvicides etc... (60) Mais un pesticide n'est jamais parfaitement sélectif : il ne peut pas être uniquement toxique sur la cible pour laquelle il a été créé et sera donc également toxique pour d'autres organismes qu'il ne cible pas (59).

Au niveau Européen, les pesticides sont différenciés en 4 sous classes ayant des réglementations distinctes : les biocides, les produits phytopharmaceutiques, les médicaments et produits à usage humain et les produits vétérinaires.

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) l'usage des pesticides a doublé en moins de 30 ans. Pendant l'année 2019, plus de 4 millions de tonnes de pesticides ont été utilisées à l'échelle mondiale (61).

La France se classe au 6<sup>ème</sup> rang des pays les plus consommateurs de pesticides avec 83 mille tonnes rejetées dans l'environnement chaque année. La consommation de pesticides en France a diminué dans les années 2010, et réaugmente progressivement depuis (56). Les deux leaders mondiaux de consommation de pesticides sont la Chine (1 million de tonnes/an, et les Etats-Unis (407 mille tonnes/an) (61).

La plupart des pesticides est bio-accumulable et fait donc partie des POP.

Certains, comme le DDT, le chlordécone ou l'hexochlorobenzène sont aujourd'hui interdits en France, bien que toujours présents dans l'environnement, et parfois toujours autorisés dans d'autres pays. Le DDT par exemple est encore utilisé dans de nombreux pays en voie de développement pour lutter contre les insectes pourvoyeurs de maladies (paludisme, malaria).

D'autres pesticides, malgré leur dangerosité potentielle pour l'Homme et l'environnement, sont toujours autorisés en France. L'exemple le plus médiatisé étant celui du glyphosate.

L'usage de certains pesticides est contrôlé voire restreint. C'est le cas pour plusieurs pesticides organophosphorés comme le chlorpyrifos, utilisé pour le traitement des céréales stockées, le parathion et le malathion.

Chaque substance a son propre mode de fonctionnement et d'interaction avec le système endocrinien. Certaines agissent directement ou via leurs métabolites, en se fixant sur les récepteurs hormonaux. Ils perturbent ainsi l'homéostasie de nombreuses hormones : œstrogènes, testostérone, progestérone, hormones thyroïdiennes et autres.

L'homme est exposé aux pesticides majoritairement par voie digestive après ingestion d'eau ou d'aliment contaminé ; Pour les résidents à proximité des zones agricoles ou les professionnels au contact de ces produits, l'exposition aux pesticides se fait également par voies respiratoire et cutanée.

L'exposition aux pesticides serait pourvoyeuse de risques multiples pour l'Homme : troubles métaboliques, troubles de la fertilité, augmentation de l'incidence de certains cancers, malformations fœtales, troubles du développement. Certains de ces risques sont avérés, d'autres suspectés.

La grande majorité des études a été réalisée sur le monde animal ou présente des résultats discutables. D'autres études mettent en comparaison les professionnels exposés à de fortes doses de pesticides et la population générale, permettant d'obtenir des résultats significatifs.

Les pesticides organochlorés notamment le DDT sont suspectés d'augmenter le risque d'obésité (62) et de diabète de type 2 (63). L'exposition maternelle au DDT entraînerait des risques d'obésité à l'âge adulte pour l'enfant exposé in utéro (64). De plus, plusieurs études montrent que le DDT perturberait les mécanismes de régulation du tissu adipeux, entraînant une production de cellules adipeuses plus importante et de plus grande taille (65). L'appétit et l'impression de satiété seraient également impactés par le DDT. D'autres études doivent être réalisées pour pouvoir mieux comprendre la corrélation entre le DDT et l'obésité.

Plusieurs pesticides, de par leur action oestro-mimétique, sont suspectés de jouer un rôle dans la diminution de la fertilité masculine. Une revue de littérature publiée en 2014 fait le point sur les différentes études réalisées sur la fertilité masculine et les pesticides (66). Il en ressort que les pesticides joueraient un rôle dans l'inhibition de la spermatogénèse, la diminution de mobilité, de densité et de viabilité des spermatozoïdes, ainsi que dans des troubles morphologiques (tailles des testicules, de l'épididyme, de la prostate), et induiraient également des variations des taux plasmatiques de testostérone, LH et FSH. A l'échelle mondiale, la concentration spermatique a diminué de près de 50% entre les années 1940 et 1990 (67).

Le Chlordécone, par exemple, a été identifié comme ayant des effets toxiques sur la spermatogénèse (21). Des altérations de la spermatogénèse et de la sécrétion de testostérone ont également été constatés chez la souris exposée au Malathion et au Parathion (68).

Enfin, des malformations génitales ont été décrites chez les enfants exposés in utéro aux pesticides : hypospadias, cryptorchidie (69) et micropénis (70).

Chez la femme, il a été établi un lien entre exposition au lindane ( $\beta$ -hexachlorocyclohexane) et endométriose (71).

Les pesticides ont également été incriminés dans l'apparition de nombreux cancers hormonaux dépendants. Le DDT (72), le Chlordane (59) et l'Hexachlorobenzène (73) ont été désignés par plusieurs études comme associés à la survenue du cancer du testicule chez l'Homme jeune. Ce cancer est en augmentation chez l'homme jeune depuis 50 ans dans les pays industrialisés.

Un lien a également été fait entre cancer du sein et exposition aux pesticides (DDT principalement) au cours de la période de développement de la glande mammaire (fœtale, puberté et allaitement) (74).

Des liens ont également été faits et suspectés entre pesticides et cancers du pancréas (75), de la prostate (76) (77) (avéré pour le chlordécone) et des ovaires (78).

Les mécanismes d'actions favorisant l'apparition de ces cancers restent mal connus ; reste à déterminer si c'est la toxicité cellulaire des pesticides qui favoriserait ces cancers ou bien l'action indirecte via la perturbation du système hormonal.

Les pesticides sont également neurotoxiques et jouent un rôle dans l'apparition de pathologies neurodégénératives comme la maladie de Parkinson et la SLA, mais cela ne relèverait pas de leur action de PE.

De plus, plusieurs études suggèrent un lien entre exposition aux pesticides chez la femme enceinte et trouble du neuro développement chez l'enfant comme le révèle une enquête de l'INSERM de 2013 (59). Ces pathologies pourraient être favorisées par certains PE ayant un impact sur les hormones thyroïdiennes, lesquelles jouent un rôle capital dans le développement cérébral in utéro.

Les pesticides sont donc suspectés d'être pourvoyeurs de multiples troubles du neurodéveloppement (79) tels que des troubles du spectre autistique, des baisses de QI et des troubles des apprentissages, observés de plus en plus fréquemment dans notre société.

- **Les plastiques**

Plusieurs substances classées comme PE sont utilisées dans la fabrication des matières plastiques. Ces substances sont également retrouvées dans d'autres produits de consommation courante.

**Les phtalates** sont des produits chimiques omni présents dans notre environnement et dans nos produits de consommation courante. Ils sont constitués d'un anneau benzénique associé à deux groupements carboxylates créant une molécule de type diester.

On peut distinguer deux types de phtalates en fonction de leur structure moléculaire :

- Les phtalates à chaîne courte : par exemple le diéthylhexylphtalate (DEHP), le dibutylphtalate (DBP) ou le butylbenzylphtalate (BBP)
- Les phtalates à chaînes longue : par exemple le diisononylphtalate (DINP) ou le di-isodecylphtalate (DIDP)

Produits pour la première fois dans les années 1920, les phtalates connaissent un essor considérable en 1950 avec la création du PVC. Plus de trois millions de tonnes de phtalates sont actuellement produits dans le monde chaque année (80). Ils sont utilisés dans 90% des cas pour la confection de matières plastiques pour leurs propriétés assouplissantes, flexibles et transparentes. Leur coût peu élevé et leur durabilité les rendent très appréciés du monde industriel.

On les retrouve donc dans le polychlorure de vinyle (PVC), mais aussi dans de multiples produits plastifiés d'utilisation quotidienne : tissus imperméables, nappes, rideaux de douche, colles, lubrifiants, câbles et fils électriques, couvertures plastifiées, emballages alimentaires ou médicaux, ballons, tuyauteries, appareil dentaires...

La deuxième source d'exposition majeure aux phtalates est la cosmétologie : ils sont notamment utilisés afin d'augmenter le pouvoir pénétrant des crèmes, lotions et pour augmenter la résistance des vernis à ongles. On les retrouve également dans des parfums, déodorants, jouets, papiers, encre, matériel médical...et sont ubiquitaires dans notre environnement (81) [Figure 1].



Figure 1 : Illustration des différents produits contenant des phtalates (82)

L'exposition professionnelle aux phtalates est non négligeable et fait l'objet de surveillance au niveau français et européen (83). Une revue de littérature publiée en 2020 souligne cependant le manque d'études scientifiques Européennes récentes sur le sujet (84).

Les phtalates sont donc des perturbateurs endocriniens quasiment inévitables dans notre société. Certains sont soumis à des réglementations, notamment dans les jouets.

La consommation de nourriture ayant été en contact avec des phtalates -c'est-à-dire la consommation d'aliments emballés dans du plastique- est la principale source de contamination des populations. L'exposition peut également se faire par voie respiratoire par inhalation de produits volatils (parfums, vernis, aérosols...), par voie intraveineuse lors de perfusions, et par voie cutanée.

Les études d'imprégnation de la population française menées en 2011 dans le cadre du programme national de biosurveillance montrent que 99,6% des femmes enceintes présentent des niveaux de contamination quantifiables de phtalates (85). Dans cette même étude, il a été montré que le taux de contamination en phtalates augmente avec l'utilisation de produits cosmétiques, de bricolage (peinture) et la consommation de denrées alimentaires ayant été emballées dans des contenants plastiques.

Dans une étude réalisée en Allemagne, il a été montré que 31% de la population allemande dépasse la dose journalière tolérable maximale recommandée par la Food and Drug Administration (FDA) de 20µg/kg-poids/jour (86).

Les phtalates ne sont pas des composés POP, mais c'est l'exposition cumulée et répétée à ces substances qui engendre une contamination quasi permanente des Hommes, et ainsi des effets secondaires (27).

Les phtalates seraient impliqués dans de multiples problèmes de santé publique. Les études de toxicité, parfois contradictoires, sont principalement expérimentales chez l'animal ou observationnelles chez l'Homme.

Le potentiel de toxicité des phtalates diffère selon les composés. Ce sont principalement le DEHP, le DINP et le DBP qui sont mis en cause et qui préoccupent les autorités publiques.

Les études réalisées sur les phtalates mettent en évidence une capacité d'action anti-androgénique (87), voir une faible activité oestrogénique, leurs conférant un effet délétère sur les fonctions reproductives (88).

Une étude réalisée en 2020 sur l'exposition professionnelle au DINP a révélé que de par son action anti androgénique une exposition au DINP entraîne une diminution des taux de testostérone circulante (89). En 2003, une étude a mis en évidence une association probable entre le taux d'exposition au mono-methyl-phtalates et anomalies de l'ADN des spermatozoïdes (90).

Chez la femme, plusieurs études ont montré que les ovaires, principalement la folliculogénèse, étaient également cible de la toxicité de certains phtalates (91). Des études suggèrent également que les phtalates jouent un rôle dans la puberté précoce des jeunes filles (92), sans qu'un lien de causalité précis n'ait pu être établi. Ils sont également soupçonnés de favoriser l'endométriase.

Il a également été mis en évidence un lien entre concentration urinaire élevée en certains phtalates chez les femmes enceintes et risque de fausse couche (93).

De plus, l'exposition in utéro aux phtalates entraînerait une prédisposition à l'obésité durant l'enfance (94) (95) ainsi qu'à l'insulino-résistance (96). Ils pourraient également entraîner des troubles de l'attention à type d'hyperactivité et des troubles de l'apprentissage chez l'enfant exposé, sans que le mécanisme d'action n'ait pu être identifié à ce jour (97).

Chez les rongeurs, il a été observé que les phtalates auraient également une activité hépatotoxique entraînant une augmentation des cancers hépatiques (98). Ces observations n'ont pas été retrouvées chez l'Homme, mais certains experts recommandent de ne pas ignorer cet effet potentiel (99).

**Les Bisphénols** sont également des agents ubiquitaires dans notre environnement.

Non accumulables, ils ne font pas partie des POP, mais l'exposition de l'environnement, de la faune, de la flore et donc des Hommes est permanente.

Les bisphénols sont utilisés à la fabrication principalement de résines époxydiques et de résines polycarbonates. Ces résines, qui entrent notamment dans la composition de beaucoup de matières plastiques, sont utilisées dans de très nombreuses applications : emballages alimentaires, conserves, canettes, bouteilles, équipement médical, multimédias, industrie automobile, peintures, encres, adhésifs, produits de revêtements de surfaces, électroménager, matériaux composites, tiquets de caisse, lunettes...



La contamination de l'Homme se fait par voie alimentaire -via un transfert des emballages sur les aliments et boissons- aérienne et cutanée.

Le phénomène de contamination des denrées alimentaires via leurs emballages s'accroît avec la chaleur et les utilisations répétées.

L'étude transversale ESTEBAN sur l'imprégnation de la population française en PE, publiée en 2019, révèle des taux de bisphénol A, S et F étaient quantifiables sur 100% des échantillons prélevés (100). L'imprégnation était encore plus importante chez les enfants que les adultes.

Les bisphénols ont une action œstromimétique et à moindre échelle anti androgénique.

Le plus connu, médiatisé et également réglementé des bisphénols est le Bisphénol A (BPA).

Lorsque l'Homme ou les animaux sont en contact oral ou cutané avec du Bisphénol A, l'absorption est rapide et importante. Il existe un passage transplacentaire et le BPA est également retrouvé dans le lait maternel (101).

De nombreuses études ont été menées sur les bisphénols et mettent en évidence des liens entre exposition au BPA et de multiples pathologies (102) (103).

Le BPA est fortement soupçonné de causer des troubles du neurodéveloppement lors de l'exposition in utéro et dans la petite enfance. En 2010 une étude expérimentale menée sur des souris a montré que l'exposition périnatale au BPA entraîne des troubles des apprentissages et de la mémoire, persistants à l'âge adulte. Ces troubles s'expliquent par une diminution de l'expression des récepteurs NMDA (acide N-méthyl-D-aspartique), jouant un rôle capital dans la plasticité neuronale et le neurodéveloppement (104).

Le Bisphénol A est également une substance suspectée d'être reprotoxique. Il a été observé suite à une faible exposition en BPA de rates gestantes des perturbations du cycle ovarien, des hyperplasies endométriales ainsi qu'une augmentation des kystes ovariens sur leurs progénitures (105). Il a été également constaté dans cette étude une augmentation du poids des nouveaux nés, persistant à l'âge adulte et donc suggérant un lien entre BPA et obésité. D'autres études viennent corroborer cette hypothèse et soulignent en lien entre exposition au BPA, obésité et diabète (106). Une étude réalisée en 2012 montre une corrélation entre exposition aux BPA chez les enfants et adolescents et risque d'obésité (107).

Des travaux publiés en 2010 ont étudié l'association entre les concentrations urinaires de BPA et la réponse ovarienne chez les femmes subissant une fécondation in vitro. Il a été montré un lien entre des taux plasmatiques et urinaires de BPA élevés et une diminution de la réponse ovarienne (108).

Le BPA entraîne également des perturbations anatomiques et fonctionnelles de la glande mammaire chez le rat, avec augmentation du risque de lésions pré néoplasiques (109).

Une exposition importante au BPA entraînerait également une augmentation des cas de cryptorchidie (110).

Le BPA a aussi été suspecté d'entraîner une baisse de QI chez les enfants exposés in utéro, suite à une étude prospective réalisée à Taiwan (111), mais cette association n'a pas été retrouvée dans d'autres études notamment dans la cohorte prospective Eden menée par l'INSERM (112).

En France, le BPA est interdit à la fabrication, l'importation, l'exportation et la mise sur le marché des biberons depuis 2010 (113) et dans tous les contenants alimentaires depuis 2015 (114).

Devant les restrictions concernant le bisphénol A, de multiples substituts sont utilisés : Bisphénol S, F, M B, AP, AF, et BADGE (60).

Les études sont moins nombreuses sur ces substances, mais les experts alertent sur des potentiels risques similaires au BPA.

Le Bisphénol B notamment est régulièrement utilisé comme alternative.

Pourtant, son mécanisme d'action et sa toxicité sont très similaires au Bisphénol A.

Pire, certaines études réalisées sur les rongeurs et les poissons montrent que ces effets sont légèrement plus prononcés qu'avec le bisphénol A à dose égale. En effet, il a été montré que le bisphénol B possède une activité oestrogénique en activant les récepteurs aux œstrogènes, diminue la spermatogénèse, et entraîne une diminution de taille des organes sexuels masculins (115). L'ANSES a donc récemment proposé, en mars 2021, de classer le Bisphénol B comme « substance extrêmement préoccupante » afin de limiter son utilisation (116).

Des essais in vitro et in vivo ont également suggéré que le BPF et le BPS sont des PE aussi puissants et nocifs que le BPA avec un impact sur l'activité oestrogénique et androgénique (117).

- **Les polychlorobiphényles (PCB)**

Les PCB sont des hydrocarbures halogénés, composés organochlorés dérivés du biphenyl. Ils sont composés d'atomes de carbones, d'hydrogènes et de chlores. Il existe jusqu'à 150 composés différents appartenant à la famille des PCB. Certains PCB sont appelés « *dioxin-like* », car leur mécanisme d'action est similaire aux dioxines.

Ce sont des polluants organiques persistants (POP).

Les PCB ont été développés à partir des années 1930, appréciés du monde industriel devant leur ininflammabilité, leur stabilité chimique, leurs propriétés isolantes et leur capacité à résister aux chaleurs extrêmes. Ils étaient couramment utilisés comme lubrifiants dans les turbines et les pompes, comme diélectrique dans les condensateurs et transformateurs électriques, mais également dans les peintures, les huiles minérales ou les adhésifs.

Reprotoxiques et classés cancérigènes « certains » par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer), ils ont été interdits en 1987 en France, puis en Europe.

Cependant pendant de très nombreuses années, les appareils contenant du PCB préalablement commercialisés ont continué d'être utilisés, bien que progressivement limités. Ce n'est qu'à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2023 que sera interdite la détention d'appareils contenant du PCB en France. Se pose désormais la question de la décontamination de l'environnement, et de la destruction des déchets contenant des PCB.

Cette interdiction a tout de même permis une franche diminution de l'imprégnation de la population française en PCB, comme le révèle l'institut de veille sanitaire dans un rapport de 2013 (118). En effet lorsqu'on compare une étude réalisée en 1986 à d'autres études plus récentes, on constate que le taux de PCB plasmatique a été approximativement divisé par 3.

Cependant, comme les PCB sont des POP très persistants dans l'environnement, la pollution environnementale est toujours présente, contaminant eaux, faune, flore et donc par bioaccumulation et via son alimentation, l'Homme (119). On retrouve principalement du PCB dans les aliments gras (poisson, produits laitiers, viandes) car, lipophiles, les PCB ont tendance à s'accumuler dans les graisses animales.

L'UE a donc décidé de mettre en place une stratégie globale de dépollution de l'environnement et de limitation d'exposition des populations, en fixant notamment des teneurs maximales en PCB dans les denrées alimentaires.

Certains PCB ont une activité oestrogénique et anti androgénique, et troublent ainsi l'équilibre hormonal. Les PCB ont été identifiés comme pourvoyeurs de plusieurs cancers : prostate (120) (121) (122), seins (123) (124) (125) testicules chez l'enfant exposé in utéro (126), estomac et foie (127).

Les PCB sont soupçonnés de jouer un rôle dans le risque augmenté d'obésité (62) (128) et de diabète de type 2 (129), (130).

Tout comme les pesticides, les PCB ont également une forte action sur les hormones thyroïdiennes (HT) via deux mécanismes : d'abord, une action directe sur la thyroïde, engendrant des perturbations de sécrétions des HT ; puis par hépatotoxicité, modifiant ainsi les taux de dégradation et d'excrétion des hormones thyroïdiennes (60). Or, les hormones thyroïdiennes jouent un rôle majeur dans le neurodéveloppement du fœtus. Toute perturbation même mineure des HT pourrait donc entraîner des troubles du neurodéveloppement (131). Par exemple une étude de cohorte réalisée en 2010 a montré un lien statistiquement significatif entre exposition in utéro aux PCB dioxin-like et troubles du développement psychomoteur et mental (132).

Les PCB ont également été suspectés de favoriser l'apparition de maladies neurodégénératives comme des démences non vasculaire (133), ou la maladie de Parkinson (134).

- **Les composés polybromés**

Les composés polybromés (CPB) sont des molécules halogénées utilisées comme additifs dans la fabrication de multiples matériaux pour limiter leur inflammabilité. Ces molécules sont extrêmement répandues. On les retrouve dans de nombreux meubles, textiles, tapis, peluches, appareils électroménagers, électroniques, habitacles automobile, panneaux d'isolation, matériaux de construction...

Ces molécules sont globalement hydrophobes, lipophiles et volatiles. Ces propriétés varient selon leur degré de bromation.

Il existe de très nombreuses catégories de CPB, elles même composées de centaines de dérivés, appelés congénères. Les catégories les plus courantes sont :

- Les polybromodiphényléthers (PBDE) : utilisés pour leur propriété ignifuge dans la fabrication de très nombreux matériaux comme le polystyrène, les résines époxy, les mousses de polyuréthane, les tissus, meubles, appareils électriques... Les PBDE, composés polybromés ayant le plus fait l'objet d'études scientifiques et de restrictions, sont commercialisés sous la forme de mélanges polybromés comme « penta-mix », « octa-mix » ou « déca-mix » dont la dénomination se réfère au congénère majoritaire du mélange. Les mélanges penta et octa sont désormais interdits en Europe depuis 2004 (135).
- Les polybromobiphényles (PBB), composés voisin du PCB

- Les Hexabromocyclododécanes (HBCDD), retrouvés dans les polystyrènes, mais également très présents dans les panneaux isolants destinés à la construction
- Les Tétrabromobisphénol A (TBBPA), dérivés du Bisphénol A, couramment utilisés dans les résines époxydiques, ABS et phénoliques, certains produits ménagers...

Les composés polybromés sont des POP et ont une grande capacité de dissémination et de bio accumulation. La voie principale d'exposition de l'Homme est alimentaire, via les aliments riches en lipides (poissons gras, viandes, produits laitiers), mais également respiratoire. On retrouve en effet des composés polybromés dans l'air intérieur par volatilisation, entraînée par l'abrasion d'équipement, surfaces, ou meubles contenant des CPB. De la même façon, l'exposition de l'Homme peut se faire par ingestion de poussières contaminées, tout particulièrement chez les enfants chez qui ce mode d'exposition est majoritaire (136).

La contamination de l'air a également lieu lors de la production des CPB ou de matériaux, objets, contenant des polybromés (milieu professionnel), ainsi qu'au moment de la destruction ou incinération de ces produits.

Les taux d'imprégnation en PBDE mesurés dans différents prélèvements humain (tissus, sanguin, lait maternel) ont augmenté d'un facteur 100 entre les années 1970 et 2000, comme le montre une revue de littérature publiée en 2003 (137). Les populations Nord-Américaines sont particulièrement exposées à cette pollution avec des taux multipliés par deux tous les 4 à 6 ans. En 2001, la production de PBDE avoisinait les 40 000 tonnes par an (138).

De multiples études ont été menées sur la toxicité des composés polybromés, bien que en moindre quantité par rapport à d'autres PE (139).

Les CPB, en particulier le PBDE, entraînent une perturbation des hormones thyroïdiennes (140) (141), qui, comme nous l'avons précédemment expliqué, jouent un rôle majeur dans le neurodéveloppement intra-utérin et dans la petite enfance jusqu'à l'adolescence (142). Plusieurs études ont en effet montré chez l'animal une baisse de la concentration plasmatique en T4 après exposition aux PBDE (135), ainsi que une perturbation de l'homéostasie de T3-T4 in vitro par inhibition de la déionidase (143). Les enfants exposés aux PBDE pourraient donc présenter des risques accrus de troubles du développement. Une autre étude réalisée chez 515 adolescents a retrouvé une association entre anomalies des acquisitions motrices et exposition prolongée aux PBDE (144). On retrouve également un lien entre exposition au PBDE en période périnatale ou durant l'enfance, et troubles de l'attention vers l'âge de 5 ans et diminution du QI vers l'âge de 7 ans (145). Une étude publiée en 2012 suggère une association entre exposition au PBDE via le lait maternel, particulièrement le congénère BD 209, et baisse des scores de développement mental chez les enfants exposés (146).

Chez l'Homme cependant, la quantité et la qualité des études réalisées ne permettent pas de conclure avec certitude sur la toxicité thyroïdienne des composés polybromés, et nécessitent des recherches supplémentaires (135).

Plusieurs études ont montré que l'exposition au TBBPA augmentait le risque de développer des tumeurs utérines de haut grade chez le rat (147), suggérant un risque accru de cancer de l'utérus chez la femme.

Enfin, les PBDE sont soupçonnés de jouer un rôle dans la diminution de la fertilité (148).

- **Les agents antimicrobiens**

**Les parabènes**, substances aux propriétés antibactériennes et antifongiques, ont été synthétisés pour la première fois dans les années 1920 pour se substituer aux formaldéhydes, jugés cancérigènes.

Les parabènes présentent comme principales caractéristiques : un large spectre d'activité contre les bactéries, les moisissures et les levures, une grande stabilité chimique vis-à-vis de la température, une absence de goût ou d'odeur ainsi qu'un coût de production faible.

Ils sont donc utilisés comme conservateurs dans de nombreux produits cosmétiques, et à moindre échelle, dans des médicaments et comme additifs alimentaires (149).

L'ANSM a recensé près de 400 médicaments contenant des parabènes, principalement du propylparabène, permettant d'améliorer la conservation du produit.

Sur le plan alimentaire, on retrouve des parabènes dans les aliments transformés : conserves, pâtisseries, jus de fruits, crèmes, sauces, viandes hachées, jambon...

On retrouve également des parabènes dans de multiples produits ménagers, notamment les lessives, des vernis, colles, adhésifs, cirages et produits dérivés du tabac.

On les retrouve identifiés sur ces différents produits par des dénominations allant de E214 jusqu'à E219, mais également de multiples noms commerciaux.

Chimiquement, les parabènes sont des esters de l'acide parahydroxybenzoïque. On distingue plusieurs catégories de parabènes selon leur taille moléculaire :

- Les parabènes à chaîne courte : comme le méthylparabène (E218 et E219) et l'éthylparabène (E214 et E215)
- Les parabènes à chaîne longue : le propylparabène (E216 et E217) et le butylparabène

L'imprégnation de l'Homme en parabènes se fait donc par voie cutanée, alimentaire, mais également respiratoire par inhalation de tabac ou lors d'exposition à certains produits volatils comme les vernis ou colles. L'INSERM a établi en 2011 que les Hommes étaient exposés en moyenne à 78mg/jour de parabènes (150). Selon l'étude ESTEBAN, l'utilisation régulière de crèmes, parfums ou vernis à ongle entraîne une imprégnation en parabènes augmentée de 60 à 200% par rapport aux personnes n'en utilisant pas.

Les parabènes ont une action oestromimétique faible en se fixant sur les récepteurs aux œstrogènes. Ils sont suspectés de causer des troubles de la reproduction, d'augmenter les risques de cancer hormono-dépendant et d'obésité à l'âge adulte (151).

Une étude réalisée en Chine en 2017 montre une association entre taille de naissance élevée et imprégnation en parabènes chez la mère durant la grossesse (152).

Une autre étude réalisée au Canada et publiée en 2020 retrouve une association statistiquement significative entre imprégnation en parabènes et syndrome métabolique (153). Une exposition en parabènes en début de grossesse pourrait également augmenter le risque de diabète gestationnel (154).

Plusieurs études ont retrouvé que les parabènes pouvaient s'accumuler au niveau des glandes mammaires et stimuler les cellules tumorales MCF-7 par leur action oestromimétique (155), faisant craindre un sur-risque de cancer du sein (156) .

Les parabènes constituent par ailleurs une source de pollution environnementale importante en contaminant les eaux usées -principalement via les produits cosmétiques- et donc les milieux aquatiques (157). Plusieurs études ont montré que les parabènes, par leur action oestromimétique, induisent des troubles de la reproduction chez les espèces aquatiques. Dans une étude publiée en 2011, on retrouve une augmentation significative de la synthèse de vittelogénine et choriogénine chez les poissons mâles, respectivement protéines précurseur du jaune d'œuf et du chorion, oestrogéno-régulées, et naturellement présentes chez les poissons femelles (158).

Une étude publiée en 2014 a permis d'estimer que la France rejette dans les eaux usées plus de 120 tonnes par an de parabènes (159).

Les parabènes font cependant l'objet de restrictions au niveau Européen :

- Sur le plan alimentaire, seuls l'éthyl-parabène (E214), le méthyl-parabène (E218) et leurs sels (respectivement E215 et E219) sont autorisés pour un usage d'additif alimentaire. Le propyl-parabène (E216) et son sel de sodium (E217) sont donc interdits dans l'UE dans les denrées alimentaires. A noter que le propyl-parabène (E216), est pourtant autorisé dans les produits d'alimentation animale.
- Dans les cosmétiques, les concentrations en certains parabènes sont plafonnés par des taux maximum autorisés. Les butyl- et propyl-parabènes sont interdits dans les produits cosmétiques de soins de visage de l'enfant de moins de 3 ans.

Ces restrictions permettent une diminution de l'imprégnation de la population Européenne en parabènes. L'effet inverse est observé aux Etats Unis, où leur usage semble croissant (150).

**Les triclosans et triclocarbans**, sont également des perturbateurs endocriniens anti microbiens et ubiquitaires dans notre environnement.

Le triclosan est un composé organique halogéné de formule  $C_{12}H_7Cl_3O_2$ . Synthétisé pour la première fois dans les années 1960 en Suisse, il a commencé à être commercialisé dans les années 1970 pour le lavage chirurgical des mains. Le triclocarban (ou 3,4,4'-trichlorocarbanilide) en est un produit dérivé et présente donc les caractéristiques pharmaceutiques et toxicologiques similaires.

Ces produits vont connaître rapidement un grand succès au niveau industriel, grâce à leurs propriétés biocides, désodorisantes et conservatrices.

Ils sont utilisés pour leurs propriétés antibactériennes et antifongiques dans de multiples produits de consommation courante, notamment cosmétiques et ménagers : savons, produits vaisselles, dentifrices, déodorants, crèmes... Mais également dans certains plastiques, médicaments, produits textiles, jouets, literie, cuir, papiers, peintures etc. (160)

L'exposition humaine se fait majoritairement par voie cutanée par contact avec les produits cosmétiques et d'hygiène (161) (162). La voie aérienne est également possible.

Le triclosan est également retrouvé dans le lait maternel (162).

Près de 75% de la population Américaine sont imprégnés en triclosan (163).

Bien que non encore classés parmi les POP selon la convention de Stockholm, il semblerait que ces molécules soient bien persistantes dans l'environnement.

Le triclosan et le triclocarban sont de plus en plus controversés devant la multitude d'études témoignant de leur toxicité humaine et environnementale.

Le triclosan est un perturbateur endocrinien car il possède une activité oestrogénique et anti androgénique (164) ayant des effets néfastes sur la santé humaine (165) observés chez l'Homme comme chez l'animal (166).

Le triclosan et ses dérivés sont hautement toxiques pour le milieu aquatique notamment les algues (167), le développement et la reproduction de certains poissons (168).

Chez la femme, le triclosan a été retrouvé dans les tissus des glandes mammaires, y joue un rôle de prolifération cellulaire et induit une migration cellulaire importante. Il a ainsi été fortement suspecté de jouer un rôle dans l'augmentation de l'incidence des cancers du sein ainsi que d'en augmenter le risque métastatique (169). Le triclosan aurait également un effet dans la prolifération des cellules tumorales ovariennes (170).

Il a également été observé chez la femme une association significative entre imprégnation en triclosan et diminution du nombre de follicules antraux (171).

Une étude chinoise a également établi un lien entre triclosan et syndrome des ovaires polykystiques (172).

Le triclosan est suspecté d'entraîner des troubles de la reproduction chez l'Homme, notamment à travers des observations faites chez l'animal. Plusieurs études montrent une altération de la qualité du sperme chez l'homme après exposition au triclosan (173), (174). Le triclosan est également responsable de la diminution des taux de testostérone plasmatique (175).

Le triclosan induirait également des perturbations des hormones thyroïdiennes (176), en altérant un des récepteurs aux HT (177). Le triclosan et ses dérivés sont donc suspectés d'être neurotoxiques lors d'une exposition in utero(178) (179). Une étude de cohorte américaine réalisée sur 198 enfants a montré qu'une imprégnation en triclosan chez la mère au moment de l'accouchement, était corrélée à une diminution du QI de l'enfant à l'âge de 8 ans (180). Il a également été observé une neurotoxicité chez les souris adultes avec des troubles du comportement et de la force motrice après exposition au triclosan (181).

Le triclosan est également suspecté d'être hépatotoxique et pourvoyeur de stéatose hépatique (182).

Antimicrobiens à large spectre, le triclosan et le triclocarban ont également été pointés du doigt car ils joueraient un rôle dans l'antibiorésistance (183).

Suite à ces multiples observations, plus de 200 scientifiques issus de 29 pays différents ont, en 2016, lancé « l'appel de Florence », déclaration alertant sur les risques du triclosan et du triclocarban, et plaidant pour un usage plus restreint de ces substances.

Aux USA, le triclosan et le triclocarban ont été en partie interdits en septembre 2016 par la FDA dans notamment les savons et gels douche à usage domestique. Ils sont néanmoins toujours autorisés dans les dentifrices, les gels hydroalcooliques et dans le milieu hospitalier.

Dans l'Union Européenne, des taux de concentration maximum ont été fixé dans les cosmétiques et les bains de bouches. Depuis 2014, ces substances sont interdites dans les produits de rasage.

Malgré ces restrictions, ces produits restent globalement très largement utilisés dans le monde.

- **Les déchets industriels**

**Les dioxines** sont des dérivés polychlorés toxiques, résultats de processus industriels par combustion de matières organiques en présence de chlore.

Les dioxines sont donc produites de façon non volontaire, principalement lors d'incinérations d'ordures ménagères, de métallurgies du cuivre et de l'acier, et aux abords d'usines chimiques (blanchiment au chlore de pâte à papier, productions de certains herbicides et pesticides...).

Les dioxines sont également retrouvées à moindre échelle lors de phénomènes naturels tels que les éruptions volcaniques ou les feux de forêts.

Les dioxines sont des hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés regroupant 210 congénères différents que on peut classer en deux familles :

- Les polychlorodibenzodioxines (PCDD)
- Les polychlorodibenzofuranes (PCDF)

Parmi ces 210 congénères, 17 sont considérés comme toxiques avérés. Pour les autres, le manque de données et d'études fiables ne permet pas d'affirmer leur toxicité. La dioxine considérée comme la plus dangereuse, et également la plus étudiée, est la 2,3,7,8 tétrachlorodibenzodioxine (2,3,7,8 - TCDD), libérée en grande quantité lors de la catastrophe de Seveso (cf ci-dessous).

La TCDD est classé cancérigène certain pour l'Homme par la CIRC.

Les dioxines se répandent par voie aérienne, et polluent ainsi les eaux et les sols alentours.

Ce sont des POP qui contaminent via leurs persistance dans l'environnement l'ensemble de la chaîne alimentaire.

La principale source d'exposition de l'Homme aux dioxines est la voie alimentaire.

Les dioxines ont de nombreux effets toxiques, suspectés ou avérés.

Lors de la catastrophe de Seveso survenue en 1976 dans le Nord de l'Italie, un nuage de produits toxiques -dont principalement des dioxines- s'est échappé accidentellement de l'usine ICMESSA contaminant ainsi une large zone environnementale. La dioxine libérée lors de cet accident, la 2,3,7,8 -TCDD, appelé également dioxine de Seveso, a été la plus étudiée à cause de cette catastrophe.

Il a été prouvé sur modèles animal et humain que l'exposition aux dioxines entraîne des perturbations des hormones thyroïdiennes (184), (185).

Au niveau cellulaire, une exposition au TCDD entraîne une augmentation des processus oxydatifs, un dysfonctionnement mitochondrial, une augmentation de l'apoptose, et une accumulation de la protéine p53 (186). Une étude réalisée sur des rats a montré qu'une exposition pré natale ponctuelle à la TCDD altère les processus de myélinisation indispensables au neurodéveloppement (187).

Une étude comparative a permis de mettre en évidence que les enfants exposés aux dioxines in utéro ou via l'allaitement maternel lors de cette catastrophe ont présenté une altération permanente de la qualité du sperme (188).

Une étude de cohorte sur le développement d'enfants exposés en prénatal aux dioxines a permis de mettre en évidence que la croissance était impactée par l'imprégnation en dioxine, avec des tailles, poids et IMC plus importantes chez les enfants exposés (189).



Une autre étude de cohorte menée sur les populations exposées après la catastrophe de Seveso a montré 15 ans après une surmortalité en cancer digestif, lymphomes, myélomes multiples chez les populations exposées comparées aux populations non exposées (190).

Pendant des décennies, la principale source d'émission de dioxines venait des incinérateurs d'ordures ménagères. Depuis 2002, les émissions de dioxines sont réglementées, permettant une diminution considérable des rejets atmosphériques (191).

L'Union Européenne a fixé depuis 2002 des taux de concentration maximum en dioxines autorisés dans certains produits alimentaires (poissons, produits laitiers, viandes, huiles) (192).

**Les métaux lourds**, comme le Plomb, le Mercure ou le Cadmium sont omniprésents dans l'environnement et sont également des PE.

La plupart des métaux lourds sont des POP (193).

Ils sont utilisés massivement dans l'industrie, puis émis généralement sous forme de micro particules, déversées dans les airs et dans les eaux. Ils se disséminent ainsi dans notre environnement et contaminent faunes, flores, et l'ensemble de la chaîne alimentaire.

Les secteurs industriels particulièrement émetteurs de métaux lourds sont : la métallurgie, le raffinage de métaux, les fabrications d'huiles industrielles, de solvants, de peintures, les tanneries, l'industrie textile, pneumatique etc...

Les amalgames dentaires (les implants, plombages par exemple) sont également source d'exposition au mercure.

La chasse est également incriminée dans l'intoxication au plomb. Une balle de plomb met entre 30 et 200 ans à se désagréger dans l'environnement. 6000 tonnes de plombs sont libérées chaque année dans l'environnement seulement via les tirs de chasses. Ces rejets posent particulièrement problèmes lors des chasses à proximités des étangs (chasse aux « gibiers d'eau » : canards, sarcelles) car les zones de chasse sont plus restreintes, et donc les déchets s'accumulent de façon plus importante dans un même milieu. Les plombs de chasse sont souvent ingurgités par les animaux, qui les confondent avec de la nourriture ou des graviers (les volailles utilisent du graviers, stockés dans leurs gésiers, pour faciliter le broyage des graines). Le pourcentage moyen de canards retrouvé avec du plomb dans le gésier en France est de 22%. Cette intoxication au plomb des animaux entraîne pour eux un risque de saturnisme avéré, un taux de mortalité augmenté, et des troubles de la reproduction (194). L'homme lui, se contamine une fois de plus par voie alimentaire.

Les déchets ménagers, comme les piles, sont également des facteurs contaminant en métaux lourds, d'où l'importance de ne pas les mettre en décharge ou en incinérateurs communs aux autres ordures ménagères.

L'exposition de la population Française se fait principalement par voie alimentaire.

La consommation notamment de produits de la mer (coquillages, poissons) entraîne une exposition plus importante aux mercure, arsenic, chrome et cadmium. La consommation de produits issus d'agriculture biologique entraîne une sur exposition au cuivre.

L'exposition de la population française peut également se faire par voie respiratoire. Le mercure liquide par exemple se transforme en vapeur à température ambiante. Certains dérivés organiques du mercure sont également très volatiles et peuvent être inhalés.

L'inhalation de poussières de plomb peut être importante en milieu professionnel ou dans les immeubles anciens contenant des peintures au plomb.

La consommation de tabac entraîne une sur exposition en cuivre et cadmium.

A moindre échelle, il existe également une contamination à certains métaux lourds par voie cutanée.

Certaines professions sont également plus à risque d'exposition aux métaux lourds.

L'étude ESTEBAN publiée en 2021 réalisée en France a permis d'évaluer le taux d'imprégnation de la population française, adultes comme enfants, en 27 métaux lourds. Cette étude a été menée sur un échantillon représentatif de la population française, incluant 1104 enfants et 2503 enfants âgés de 6 à 74 ans. Selon les métaux étudiés, des taux quantifiables ont été retrouvés chez 97% à 100% de la population (195).

Les taux mesurés en mercure étaient similaires à ceux mesurés lors de l'étude ENNS (Etude Nationale Nutrition Santé) réalisée plus de 10 ans auparavant, en 2006-2007, témoignant que le niveau d'exposition n'a pas diminué en plus d'une dizaine d'années. Pire, les taux mesurés en Arsenic, Chrome et Cadmium étaient plus élevés par rapport à 2006-2007.

Le mercure entraîne des modifications globales de l'homéostasie hormonale, à tous les niveaux : l'axe hypothalamo hypophysaire, la thyroïde, les glandes surrénales et les gonades (196) peuvent tous être perturbés par l'imprégnation en mercure. Ces observations ont principalement été faites chez les animaux (197), mais certaines études chez l'Homme semblent aller dans le même sens.

Une étude réalisée aux Etats Unis en 2007-2008 a retrouvé une association significative entre exposition au mercure et taux d'hormones thyroïdiennes (T4) basses chez les adultes (198). La même étude montre que l'exposition au Cadmium, à l'inverse, est significativement associée à des taux HT haute. Une méta analyse publiée en 2021 confirme l'association entre exposition au mercure, TSH élevée et T4 diminuée (199). Or, comme développé plus tôt dans notre étude, les HT jouent un rôle fondamental dans le développement cérébral in utero et dans l'enfance.

Une étude multicentrique réalisée en Chine en 2014 incluant sur 5614 individus a montré que les expositions en Plomb et Cadmium entraînent des hypothyroïdies probablement par auto immunité (200).

L'exposition au plomb entraîne également des troubles de la fertilité. Plusieurs études ont montré que l'exposition au plomb, même faible, entraîne une altération de la qualité du sperme chez les animaux (201) et chez l'homme, en augmentant la concentration de spermatozoïdes pathologiques et immatures (202). L'exposition au plomb entraînerait une augmentation de la testostérone plasmatique, ce qui pourrait jouer un rôle dans le développement du cancer de la prostate (202).

L'exposition au plomb est également suspectée d'entraîner une augmentation des fausses couches spontanées (203).

L'arsenic a la propriété de se lier aux récepteurs des glucocorticoïdes et perturbe ainsi leur équilibre.

Le cuivre, largement utilisé en agriculture biologique, fait également débat et est suspecté d'être un PE. Dans une étude publiée en 2019, des poissons zèbres ont été exposés à des doses croissantes de cuivre. Après exposition, le poids corporel était diminué, le développement des gonades diminué et les taux d'estradiol et de testostérone étaient également perturbés. Cette étude suggère donc que le cuivre pourraient être repro-toxique (204).

En dehors de leurs propriétés de perturbateurs endocriniens, les métaux lourds ont également des effets toxiques direct (néphro- et neuro- toxiques, cancérigènes avérés) que nous ne développerons pas volontairement ici puisqu'ils ne sont pas en rapport avec notre sujet.

- **Les Alkylphénols (AP)**

Les Alkylphénols sont des molécules ubiquitaires dans notre environnement, lipophiles et persistantes dans les sédiments. Ils ne sont pas classés dans les POP selon la convention de Stockholm. Ce sont des molécules organiques de synthèse, non halogénés, provenant de l'alkylation d'un groupe phénol. Il en existe de nombreux congénères.

On retrouve des alkylphénols dans de très nombreux produits de synthèse : détergents, émulsifiants, cosmétiques, emballages plastiques (dont alimentaire), produits ménagers, lessives, adhésifs, désinfectants, PVC etc... Ils sont également utilisés dans la fabrication de certains pesticides, matériaux de constructions, dans l'industrie du bois du cuir et du textile.

Les déchets industriels d'AP sont rejetés soit dans l'atmosphère, soit directement dans l'eau. Cependant, les stations d'épurations ne permettent pas un traitement efficace des alkylphénols, et on estime que 65% des AP entrant dans une station d'épuration sont ensuite rejetés dans l'environnement. Les AP sont ainsi retrouvés dans les milieux marins et fluvial, les sols, les sédiments et l'atmosphère.

L'exposition humaine se fait principalement par voie inhalée (projets ménagers), transcutanée (cosmétiques) et alimentaire (eau et aliments contaminés).

La pollution de l'air extérieur se fait via les rejets industriels, les rejets automobiles, l'incinération des déchets. La pollution de l'air intérieur se fait via l'utilisation de produits contenant des alkylphénols par les habitants (produits ménagers, détergents...) mais également par la composition des matériaux de construction et le mobilier.

Les AP se fixent sur les récepteurs aux œstrogènes et ont ainsi une action œstro-mimétique. Ils induisent une stimulation de la vitellogénine, altérant la croissance testiculaire.

Le nonylphénol en particulier a été pointé du doigt par les autorités sanitaires car il entraînerait des troubles de la reproduction chez l'animal et chez l'Homme.

Une étude a mis en évidence que des rats mâles exposés au 4-t-nonylphénol présentaient des taux de testostérone abaissés, des taux d'hormone lutéinisante augmentés, et des troubles de la spermatogénèse (205).

Une étude publiée en 2013 portant sur 877 hommes a mis en évidence une association significative entre exposition à certains AP (4-tert-octylphénol (4-t-OP), 4-n-octylphénol (4-n-OP) et 4-n-nonylphénol (4-n-NP)) et infertilité idiopathique (206).

Les AP sont également suspectés de perturber les hormones thyroïdiennes. Une étude publiée en 2013 a mis en évidence que les enfants présentant une hypothyroïdie congénitale présentaient des taux d'AP significativement supérieurs aux enfants ne présentant pas de pathologie thyroïdienne (207).

Au niveau Européen, la mise sur le marché de produits cosmétiques contenant des nonylphénols a été interdite en 2009. De plus, l'UE a fixé un taux maximum de 0,1% en nonylphénols et leurs dérivés pour de nombreux produits d'usage courant (produits ménagers, produits d'hygiène corporelle).

Depuis le 3 février 2021, une nouvelle réglementation Européenne, plus restrictive, vise les éthoxylates de nonylphénol contenus dans les produits textiles : leur concentration maximale est désormais établie à 0,01% du poids de l'article textile.

Le 4-nonylphényl, identifié comme substance extrêmement préoccupante pour ses propriétés de PE, est soumis à la réglementation Européenne REACH.

- **Les Composés Perfluorés (CPF) :**

Les composés perfluorés sont des produits chimiques synthétiques ubiquitaires dans notre environnement. Ce sont des composés halogénés, constitués d'atome de carbone et de fluor. Ils ont la propriété d'être amphiphile, c'est-à-dire composés d'une partie hydrophile et d'une partie hydrophobe. Cette particularité leur permet d'avoir une grande stabilité chimique et thermique, et des propriétés tensioactives. Ce sont des Polluants Organiques Persistants (POP).

On les retrouve dans d'innombrables produits de consommation courante et industriels : climatiseurs, réfrigérateurs, revêtement anti adhésif (notamment dans le polytétrafluoroéthylène ou communément appelé *Teflon*, dans les ustensiles de cuisine), certains emballages alimentaires en papier ou cartons, textiles (traitement anti taches et imperméables par exemple), ameublement, pesticides, cires, fluides hydrauliques, placage de métaux, mousses anti incendies...

L'exposition de la population se fait principalement par voie alimentaire, notamment par la consommation d'eaux et produits marins contaminés. On retrouve également des CPF dans les viandes, charcuteries et certains légumes. Les aliments peuvent également être contaminés par leurs emballages contenant des CPF. L'ingestion involontaire, par contact main-bouche, est également non négligeable, notamment chez les enfants. L'exposition par voie respiratoire est également importante car elle pourrait représenter jusqu'à 50% des taux d'exposition chez certains sujets. L'exposition se fait notamment par l'inhalation de poussières contenant des CPF dans les environnement fermés (logements, lieux de travail), émanant des appareils électroniques, meubles ou textiles.

L'exposition peut également se faire par voie cutanée en cas de contact direct avec des produits contenant des PCF. C'est le cas notamment via les textiles.

Enfin, l'exposition professionnelle est importante dans les milieux industriels utilisant des CPF.

L'étude ESTEBAN réalisé entre avril 2014 et mars 2016, a permis d'évaluer en France les taux d'imprégnation en composés perfluorés (208).

L'évaluation a été faite sur 17 CPF (PFOA, PFPA, PFNA, PFBA, PFDA, PFHxA, PFHpA, PFUnA, PFHpS, PFHxS, PFDS, PFBS, PFOS et PFOSA), sur 249 enfants et 744 adultes de 6 à 74 ans.

Les taux retrouvés étaient variables selon les substances : 7 ont été retrouvés chez plus de 40% de la population. L'acide de perfluooctane (PFOA) et le perfluorooctane sulfonate (PFOS) ont été retrouvés dans 100% des échantillons analysés, autant chez les enfants que les adultes.

L'usage des PFOA et des PFOS est pourtant restreint en France depuis 2009 suite à leur inclusion dans le règlement REACH. Ils font également partie des substances identifiées comme extrêmement préoccupantes par l'Agence Européenne des produits chimiques (ECHA). Depuis les années 2000, leurs productions sont en nette diminution en Europe et aux USA, mais subsistent de manière importante dans les pays Asiatiques.

La toxicité des CPF, principalement des PFOS et PFOA, a été largement étudiée.

Plusieurs études ont montré que les PFOS et les PFOA entraînent une dérégulation des hormones thyroïdiennes chez les poissons (209), les rongeurs (210), et chez l'Homme (211).

L'exposition prénatale au PFOS pourrait avoir des impacts négatifs sur le neurodéveloppement des enfants, notamment sur la motricité globale comme le montre une étude réalisée sur 239 enfants à Taiwan en 2004 (212). L'exposition prénatale aux CPF induit des hypotrophies congénitales (213).

L'exposition d'embryons de poissons zèbre au PFOS entraîne des malformations congénitales multiples (214).

Les CPF sont également suspectés d'altérer la qualité du sperme chez l'homme (215), bien que les résultats des études sur le sujet soient parfois discordants (216).

Un lien a été également mis en évidence entre exposition aux PFOA et au PFOS et syndrome des ovaires polykystiques (217).

Une étude cas témoins réalisé en 2011 montre que l'exposition aux CPF pourrait induire une augmentation du risque de cancer du sein chez la femme (218).

## **ANNEXE 3 : Questionnaire de Thèse**

*Ce questionnaire a été rédigé dans le cadre d'un travail de thèse afin d'obtenir le diplôme de docteur en médecine générale. L'objectif de ce travail est d'évaluer les connaissances de la population française sur les perturbateurs endocriniens. Si vous ne savez pas ce que c'est, pas de panique, votre avis nous intéresse également !*

*Toutes vos réponses seront traitées de manière anonyme.*

*En répondant à ce questionnaire, vous consentez à l'utilisation de vos réponses pour réaliser cette étude.*

### **Partie I : Données socio démographiques**

#### **1/ Vous êtes :**

- Un Homme
- Une Femme
- Autre

#### **2/ Quel âge avez-vous ?**

#### **3/ Vous êtes (catégories socio-professionnelles selon l'INSEE) :**

- Agriculteur exploitant
- Artisan, commerçant ou chef d'entreprise
- Cadre ou profession intellectuelle supérieure
- Profession dite intermédiaire
- Ouvrier
- Employé
- Retraité
- Sans activité professionnelle

#### **4/ Vous habitez en milieu :**

- Rural
- Urbain
- Intermédiaire

#### **5/ Etes-vous professionnel de santé ?**

- Oui
- Non

#### **6/ Avez-vous des enfants ?**

- Oui
- Non
- Non, mais projet de grossesse à court terme (ou grossesse/adoption en cours)

## **Partie II : Connaissances sur les perturbateurs endocriniens (PE) et méthodes de prévention**

### **1/ Avez-vous déjà entendu parler des perturbateurs endocriniens ? (Plusieurs réponses possibles)**

- Non, vous n'en avez jamais entendu parler
- Oui, dans votre entourage personnel
- Oui, via votre entourage professionnel, formations ou études
- Oui, via votre médecin traitant ou autre professionnel de santé
- Oui, à travers les médias ou réseaux sociaux

### **2/ Pensez-vous savoir ce qu'est un perturbateur endocrinien ?**

- Oui
- Non
- Partiellement

### **3/ Êtes-vous exposé dans votre quotidien aux perturbateurs endocriniens ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

### **4/ Pensez-vous que les PE auxquels vous êtes actuellement exposé peuvent avoir un impact sur votre santé ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

### **5/ Pensez-vous que les PE auxquels vos parents ont pu être exposés ont (ou pourraient avoir) un impact sur votre santé ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

### **6/ Pensez-vous que les PE auxquels vous pourriez être exposés pourraient avoir un impact sur la santé de vos enfants ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

### **7/ Pensez-vous que les PE peuvent avoir une part de responsabilité dans l'augmentation de l'incidence de certains cancers ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

**8/ Pensez-vous que les PE peuvent avoir une part de responsabilité dans l'augmentation de l'incidence de l'obésité ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

**9/ Pensez-vous que les PE peuvent causer des troubles de la fertilité ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

**10/ Pensez-vous que les PE peuvent entraîner des malformations fœtales ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

**11/ A votre avis, quelles sont les populations les plus vulnérables face aux perturbateurs endocriniens ? (Plusieurs réponses possibles)**

- Fœtus/ Embryon
- Jeunes enfants
- Adolescents
- Femmes en âge de procréer
- Adultes
- Personnes âgées
- Je ne sais pas

**12/ Quels sont d'après vous les modes d'expositions aux perturbateurs endocriniens ?**

- Voie respiratoire
- Voie cutanée (=par la peau)
- Ingestion alimentaire
- Allaitement maternel
- Exposition fœtale in utero
- Je ne sais pas (=exposition du bébé pendant la grossesse)

**13/ Dans quels produits ci-dessous pensez-vous qu'il puisse y avoir des perturbateurs endocriniens ?**

- Vêtements
- Produits cosmétiques (maquillages, savons...)
- Fruits, légumes non transformés
- Viandes, poissons non transformés
- Jouets
- Eau minérale
- Peinture
- Meubles



- Contenants alimentaires plastifiés
- Tickets de caisse
- Biberons
- Produits ménagers
- Médicaments
- Aucun

**14/ Quels gestes vous paraissent utiles pour lutter contre les perturbateurs endocriniens ?**

- Aérer son foyer/lieu de travail chaque jour
- Se laver les mains plusieurs fois par jour au gel hydro alcoolique
- Choisir des produits ménagers écolabellisés
- Laver les vêtements neufs avant utilisation
- Choisir une alimentation « bio »
- Limiter les emballages plastiques
- Regarder la composition des produits transformés avant achat
- S'aider d'application smartphone pour choisir ses produits ménagers/cosmétiques
- Choisir une alimentation végan
- Je ne sais pas

**15/ Parmi ces gestes déjà cités, lesquels font partis de votre quotidien (dans le but de vous protéger des PE) ?**

- Aérer son foyer/lieu de travail chaque jour
- Se laver les mains plusieurs fois par jour au gel hydro alcoolique
- Choisir des produits ménagers avec écolabel
- Laver les vêtements neufs avant utilisation
- Choisir une alimentation « bio »
- Limiter les emballages plastiques
- Regarder la composition des produits transformés avant achat
- S'aider d'application smartphone pour choisir ses produits ménagers/cosmétiques
- Choisir une alimentation végan
- Je ne sais pas

### **Partie III : Vos attentes et préoccupations**

**1/ Avant de répondre à ce questionnaire, vous étiez vous déjà intéressé aux perturbateurs endocriniens et aux risques potentiels qu'ils représentent pour vous et vos enfants ?**

- Oui
- Non

**2/ Etes-vous inquiets de l'impact des PE sur votre santé ou celle de vos enfants ?**

- Non, je ne pense pas que cela ait un impact sur ma santé ou celle de mes enfants
- Moyennement, il y a des problèmes de santé plus grave
- Oui

### 3/ Souhaiteriez-vous recevoir plus d'informations sur les PE ?

- Oui
- Non

### 4/ Par quels moyens ?

- Le sujet ne m'intéresse pas
- Par mon médecin traitant ou autre professionnel de santé
- Par la presse, les médias
- Par des campagnes de sensibilisations menées par le gouvernement ou autorités sanitaires

### 5/ Question bonus : Avez-vous une idée d'un autre moyen d'information et de prévention contre les perturbateurs endocriniens ? Réponse facultative

Merci infiniment d'avoir participé à cette étude !

Pour en savoir plus...

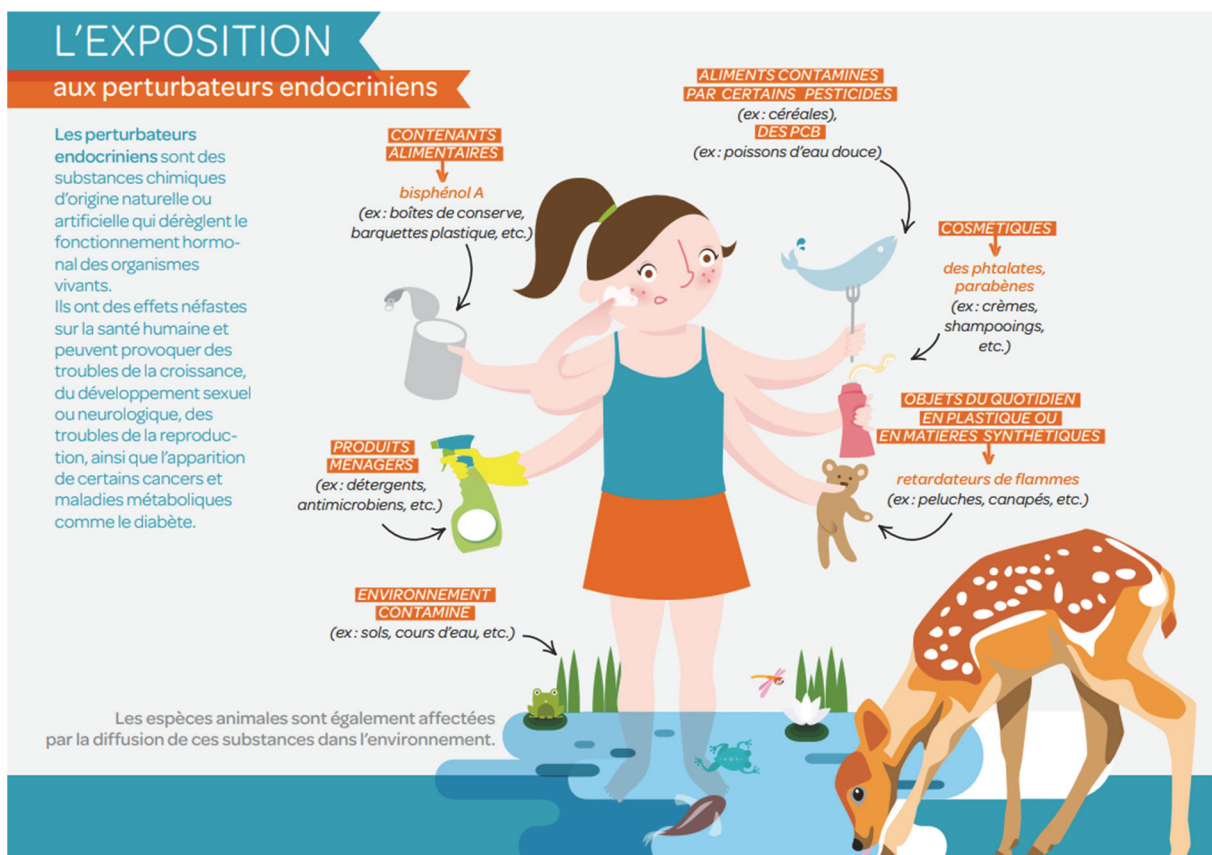


Schéma issu du Plan National Santé et Environnement 3 (PNSE 3) - Ministères de l'Environnement et de la Santé

## ANNEXE 4 : Résultats des analyses en sous-groupe

Les pourcentages présentés correspondent aux taux de bonnes réponses ou de réponses « oui » selon les items du questionnaire.

Concernant les modes d'expositions, les résultats affichés correspondent aux nombres de personnes ayant identifiées un minimum de 4 modes d'expositions sur les 5 proposés.

Concernant les personnes vulnérables, les résultats affichés correspondent aux nombres de personnes ayant identifiées un minimum de 3 populations vulnérables sur les 4 proposées.

Le test de Fisher a été utilisé pour étudier la liaison entre deux variables qualitatives. Les valeurs de  $p < 0,05$  étaient considérées comme significatives.

	<b>17-24 ans N= 74</b>	<b>25-39 ans N=189</b>	<b>40-59 ans N=190</b>	<b>60 ans N=68</b>
<b>Autoévaluation des connaissances</b>	36,5% (27)	43,4% (82)	42,6% (81)	45,6% (31)
<b>Exposition personnelle</b>	<b>70,3% (52)</b>	<b>69,8% (132)</b>	<b>67,9% (129)</b>	<b>50% (34)</b>
<b>Lien entre obésité et PE</b>	<b>58% (43)</b>	<b>47,1% (89)</b>	<b>58,9% (112)</b>	<b>51,5% (35)</b>
<b>Lien entre cancers et PE</b>	<b>85,1% (63)</b>	<b>82% (155)</b>	<b>83,7% (159)</b>	<b>76,5% (52)</b>
<b>Lien entre troubles de la fertilité et PE</b>	77% (57)	<b>84,1% (159)</b>	78,4% (149)	79,4% (54)
<b>Lien entre malformations fœtale et PE</b>	<b>68,9% (51)</b>	<b>63% (119)</b>	<b>58,9% (112)</b>	<b>54,4% (37)</b>
<b>Effet transgénérationnel</b>	<b>66,2% (49)</b>	<b>58,7% (111)</b>	<b>54,7% (104)</b>	<b>47,1% (32)</b>
<b>Identifications des modes d'exposition (≥4)</b>	<b>51,4% (38)</b>	<b>44,4% (84)</b>	<b>36,3% (69)</b>	<b>26,5% (18)</b>
<b>Identification des populations vulnérables (≥3)</b>	54,1% (40)	50,3% (95)	63,7% (121)	61,8% (42)
<b>Intérêt PE</b>	44,6% (33)	50,3% (95)	58,4% (111)	61% (42)
<b>Inquiétude</b>	50% (37)	56,6% (107)	64,7% (123)	57,4% (39)
<b>Demande d'informations supplémentaires</b>	<b>87,8% (65)</b>	81,5% (154)	79% (150)	67,7% (46)

Tableau 1 : Tableau comparatif des résultats en fonction de l'âge

	<b>Avec enfant ou avec projet à court terme (N=328)</b>	<b>Sans enfant (N=193)</b>	<b>p</b>
<b>Autoévaluation des connaissances</b>	46% (151)	36,7% (70)	<b>0,0347</b>
<b>Exposition personnelle</b>	67,1% (220)	65% (127)	0,7737
<b>Lien entre obésité et PE</b>	54,9% (180)	51,3% (99)	0,4670
<b>Lien entre cancer et PE</b>	83,8% (275)	79,8% (154)	0,2842
<b>Lien entre malformations fœtales et PE</b>	61% (200)	61,7% (119)	0,9259
<b>Lien troubles de la fertilité et PE</b>	81,7% (268)	78,2% (151)	0,3611
<b>Effet transgénérationnel</b>	56,1% (184)	58 % (112)	0,7143
<b>Identification des populations vulnérables (≥3)</b>	61,9% (203)	49,2% (95)	<b>0,0059</b>
<b>Identification des modes d'exposition (≥4)</b>	39,3% (129)	41,5% (80)	0,6445
<b>Intérêt PE</b>	59,5% (195)	44,6% (86)	<b>0,0011</b>
<b>Inquiétude</b>	62,1% (204)	52,8% (102)	<b>0,0426</b>
<b>Demande d'informations supplémentaires</b>	78,4% (257)	81,9% (158)	0,3684

Tableau 2 : Tableau comparatif des résultats en fonction du fait d'avoir ou non des enfants

	<b>Hommes (N=173)</b>	<b>Femmes (N=348)</b>	<b>p</b>
<b>Autoévaluation des connaissances</b>	38,2% (66)	44,4% (155)	0,1877
<b>Exposition personnelle</b>	56% (97)	71% (250)	<b>0,0004</b>
<b>Lien entre obésité et PE</b>	46,8% (81)	56,9% (198)	<b>0,0322</b>
<b>Lien entre cancer et PE</b>	69,9% (121)	88,5% (308)	<b>0,0001</b>
<b>Lien entre troubles de la fertilité et PE</b>	71% (123)	85% (296)	<b>0,0003</b>
<b>Lien entre malformations fœtales et PE</b>	53,8% (93)	64,9% (226)	<b>0,0169</b>
<b>Effet transgénérationnel</b>	48,6% (84)	60,9% (212)	<b>0,0085</b>
<b>Identification des populations vulnérables (≥3)</b>	52% (90)	59,8% (208)	0,1099
<b>Identification des modes d'exposition (≥4)</b>	34,7% (60)	42,8% (149)	0,0875
<b>Intérêt PE</b>	41% (71)	60,3% (210)	<b>0,0001</b>
<b>Inquiétude</b>	49,7% (86)	63,2% (220)	<b>0,0035</b>
<b>Demande d'informations supplémentaires</b>	73,4% (127)	82,8% (288)	<b>0,0152</b>

Tableau 3 : Tableau comparatif des résultats en fonction du genre

	<b>Rural N=53</b>	<b>Urbain N=379</b>	<b>p</b>
<b>Autoévaluation des connaissances</b>	39,6% (21)	43,3% (164)	0,6587
<b>Exposition personnelle</b>	62,3% (33)	68,3% (259)	0,4335
<b>Lien entre obésité et PE</b>	45,3% (24)	52,8% (200)	0,3787
<b>Lien entre malformations fœtales et PE</b>	56,6% (30)	61,7% (234)	0,5477
<b>Lien entre trouble de la fertilité et PE</b>	73,6% (39)	81,3% (308)	0,1980
<b>Lien entre certains cancers et PE</b>	81,1% (43)	83,1% (315)	0,6991
<b>Effet transgénérationnel</b>	52,8% (28)	55,4% (210)	0,7690
<b>Identifications des modes d'exposition (≥4)</b>	28,3% (15)	41,2% (156)	0,0983
<b>Identification des populations vulnérables (≥3)</b>	52,8% (28)	57% (216)	0,6576
<b>Intérêt PE</b>	50,9% (27)	52% (197)	1
<b>Inquiétude</b>	54,7% (29)	59,4% (225)	0,5529
<b>Demande d'informations supplémentaires</b>	60,4% (32)	81,8% (310)	<b>0,0009</b>

Tableau 4 : Tableau comparatif des résultats en fonction du lieu de vie

	<b>Professionnels de santé N= 124</b>	<b>Autres professions N=397</b>	<b>p</b>
<b>Autoévaluation des connaissances</b>	53% (66)	39% (155)	<b>0,0067</b>
<b>Exposition personnelle</b>	79,8% (99)	62,5 % (248)	<b>0,0003</b>
<b>Lien entre malformation fœtale et PE</b>	65,3% (81)	59,9% (238)	0,2933
<b>Lien entre troubles de la fertilité et PE</b>	87,9% (109)	78,1% (310)	<b>0,0191</b>
<b>Lien entre obésité et PE</b>	68,5% (85)	48,9% (194)	<b>0,0001</b>
<b>Lien entre certains cancers et PE</b>	91,9% (114)	79,3% (315)	<b>0,0011</b>
<b>Effet transgénérationnel</b>	62,9% (78)	54,9% (218)	0,1207
<b>Identification des modes d'exposition (≥ 4)</b>	48,4% (64)	37,5% (149)	<b>0,0358</b>
<b>Identification des populations vulnérables (≥ 3)</b>	68,5% (85)	53,7% (213)	<b>0,0036</b>
<b>Intérêt PE</b>	61,3% (76)	51,6% (205)	0,0638
<b>Inquiétude</b>	66,1% (82)	56,4% (224)	0,0603
<b>Demande d'informations supplémentaires</b>	85,5% (106)	77,8% (309)	0,0736

Tableau 5 : Tableau comparatif des résultats en fonction du statut professionnel (santé/autres)

	<b>Catégories SP favorisées N= 247</b>	<b>Catégories SP moyennes ou défavorisées N=274</b>	<b>p</b>
<b>Autoévaluation des connaissances</b>	40,9% (101)	43,8% (120)	0,5347
<b>Exposition personnelle</b>	72,5% (179)	61,3% (168)	<b>0,0071</b>
<b>Lien Fertilité et PE</b>	87% (215)	74,5% (204)	<b>0,0004</b>
<b>Lien Cancer et PE</b>	83,4% (206)	81,4% (223)	0,5669
<b>Lien malformation foetale et PE</b>	62,3% (154)	60,2% (165)	0,6529
<b>Lien entre obésité et PE</b>	51,8% (128)	55,1% (151)	0,4820
<b>Effet transgénérationnel</b>	55,9% (138)	57,7% (159)	0,7233
<b>Identification des modes d'exposition (≥4)</b>	42,9% (106)	37,6% (103)	0,2446
<b>Identification des populations vulnérables (≥3)</b>	60,3% (149)	54,4% (149)	0,1840
<b>Intérêt PE</b>	56,7% (140)	51,5% (141)	0,2529
<b>Inquiétude</b>	58,7% (145)	58,8% (161)	1
<b>Demande d'informations supplémentaires</b>	82,2% (203)	77,4% (212)	0,1915

Tableau 6 : Tableau comparatif des résultats selon la catégorie socio professionnelle

	<b>Impact PE/santé présumé N= 378</b>	<b>Pas de d'impact PE/santé présumé N= 143</b>	<b>p</b>
<b>Autoévaluation des connaissances</b>	48,1% (182)	27,3% (39)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Exposition personnelle</b>	79,1% (299)	33,6% (48)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Lien Fertilité et PE</b>	89,1% (337)	57,3% (82)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Lien Cancer et PE</b>	91,8% (347)	57,3% (82)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Lien malformation foetale et PE</b>	68% (257)	43,4% (62)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Lien entre obésité et PE</b>	58,7% (222)	39,9% (57)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Effet transgénérationnel</b>	70,1% (265)	21,7% (31)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Identification des modes d'exposition (≥4)</b>	47,4% (179)	21% (30)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Identification des populations vulnérables (≥3)</b>	66,7% (252)	32,2% (46)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Intérêt PE</b>	63,8% (241)	28% (40)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Inquiétude</b>	68% (257)	34,3% (49)	<b>&lt;0,0001</b>
<b>Demande d'informations supplémentaires</b>	83,3% (315)	69,9% (100)	<b>0,0010</b>

Tableau 7 : Comparaison des résultats selon le risque ressenti

## **IX. Liste des abréviations**

ANSES :	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
BBP :	butylbenzylphtalate
BPA :	Bisphénol A
CPB :	Composés polybromés
CE :	Commission Européenne
CIRC :	Centre International de Recherche sur le Cancer
DBP :	dibutylphtalate
DDE :	dichlorodiphényl-dichloréthylène
DDT :	dichlorodiphényl-trichloroéthane
DES :	diéthylstilboestrol
DEP :	diethylphtalate
DHEP :	diéthylhexylphtalate
DINP :	diisononylphtalate
DIDP :	di-isodecylphtalate
ECHA :	Européen Chemical Agency
FAO :	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
HBCDD :	Hexabromocyclododécane
OCDE :	Organisation pour la Coopération et le Développement Economique
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
PBB :	polybromobiphényles
PBDE :	polybromodiphényléthers
PCB :	polychlorobiphényle
PCDD :	polychlorodibenzo-para-dioxines
PCDF :	polychlorodibenzofuranes
PE :	Perturbateurs Endocriniens
POP :	
TBT :	Tributylétain
TBBPA :	tétrabromobisphénol A

# SERMENT D'HIPPOCRATE

**Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.**

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans **aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions**. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas **usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité**.

**J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.**

Je ne tromperai **jamais leur confiance** et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

**Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera**. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

**Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés**. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

**Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission**. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

**J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.**

**Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.**



