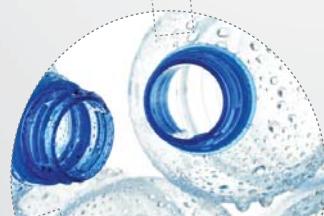


Endocrine - Disrupting Chemicals A lurking threat





The Mediterranean Information Office for Environment, Culture and Sustainable Development (MIO-ECSDE) is a non-profit Federation of 128 Mediterranean NGOs for Environment and Development. MIO-ECSDE acts as a technical and political platform for the presentation of views and intervention of NGOs in the Mediterranean scene and plays an active role for the protection of the environment and the promotion of the sustainable development of the Mediterranean region and its countries.

© MIO-ECSDE 2013

12, Kyrristou str., 10556 Athens, Greece

tel: +30210-3247490, -3247267, fax: +30210-3317127

e-mail: info@mio-ecsde.org

website: www.mio-ecsde.org

Written by:

Thomais Vlachogianni (MIO-ECSDE), Lisette van Vliet (HEAL)

Editor-in-Chief:

Michael Scoullos

Text editing:

Anastasia Roniotes



This publication has been produced in collaboration with the Health and Environment Alliance (HEAL) within the framework of the EU funded LIFE+ programme to European Environmental NGOs. The responsibility for the content lies with the authors and the views expressed on this publication do not necessarily reflect the official views of the EU institutions.

This publication is available on line at www.mio-ecsde.org

ISBN: 978-960-6973-10-3

Contents

● ENDOCRINE - DISRUPTING CHEMICALS: A lurking threat to human health and wildlife	4
● THE ENDOCRINE SYSTEM: An essential yet delicate regulator of all biological processes in living organisms	4
● WHAT ARE ENDOCRINE - DISRUPTING CHEMICALS?	5
● HOW DO EDCs WORK?	6
● WHICH TYPES OF CHEMICALS HAVE ENDOCRINE-DISRUPTING PROPERTIES?	7
● EDCs IN OUR ENVIRONMENT: WHERE CAN THEY BE FOUND?	10
● UNDERSTANDING MORE ABOUT EDCs	12
● DO EDCs AFFECT WILDLIFE?	13
● DO EDCs AFFECT HUMAN HEALTH?	15
● THE WAY FORWARD	15
● REFERENCES	16

ENDOCRINE-DISRUPTING CHEMICALS: A lurking threat to human health and wildlife

Over the past few decades scientific evidence is increasingly suggesting that many chemicals polluting the environment can interfere with the endocrine system of humans and wildlife and cause detrimental health effects. The high incidence and increasing trends of many endocrine-related disorders in humans and the observations of endocrine-related effects in wildlife populations has sparked a tremendous amount of discussion and controversy and a blizzard of media coverage. At the same time it has won a place in the public policy agenda, gathering a momentum for measures to control and eliminate Endocrine-Disrupting Chemicals at European and International level.

THE ENDOCRINE SYSTEM: An essential yet delicate regulator of all biological processes in living organisms

All mammals, reptiles, birds, fish, and other types of living organisms have endocrine systems. The endocrine system is responsible for controlling and coordinating numerous functions within living organisms, such as their metabolism, immunity, behavior, growth and development. Simple one-celled organisms don't have a great need for a complex endocrine system. However, as organisms evolved into more complex ones, large intercellular communication mechanisms became necessary for maintaining internal stability within an organism (called homeostasis), in spite of environmental change.

The **endocrine system** is a complex network of **hormone-producing glands** which produce and release carefully measured doses of **hormones** into the blood or other extracellular fluids. Hormones, when released by glands, travel throughout the body acting as chemical messengers and interface with cells that contain matching **receptors** inside their nucleus or on their surfaces. A hormone binds with a receptor, much like a key would fit into a lock. Once a receptor and a hormone bind, the receptor carries out the hormone's instructions by either altering the cell's existing proteins or turning on genes that will build a new protein. Both of these actions create reactions throughout the body.



THE TWO MAIN SYSTEMS CONTROLLING AND COORDINATING THE PROCESSES AND FUNCTIONS OF COMPLEX MULTI-CELLULAR LIVING ORGANISMS

- The **nervous system**, which exerts rapid point-to-point control by means of electrical signals passing down the nerves to particular organs or tissues.
- The **endocrine system**, which is a slower system based on chemical messengers, the **hormones**, which are secreted into the blood or other extracellular fluids and can reach all parts of the body.

● WHAT ARE ENDOCRINE - DISRUPTING CHEMICALS?

Certain natural or synthetic chemicals, existing or produced outside an organism (exogenous), have the potential to alter its hormonal and homeostatic systems that enable it to communicate with and respond to its environment. Although terminology varies, usually the synthetic exogenous ones are called **Endocrine - Disrupting Chemicals** or **Endocrine - Disrupting Compounds (EDCs)**, and the natural ones are called **Endocrine Active Substances**.



THE EDCs DEFINITION DISPUTE: JEOPARDIZING HEALTH OR TRIGGERING FALSE ALARMS

The growing concerns over the potential adverse effects of EDCs have triggered a scientific and policy dispute over how exactly to define EDCs. It is not obvious to most people, but definitions of substances, threats and issues are what underpin the legal instruments regulating them. The challenge in defining and regulating EDCs is that depending on how broad or narrow, general or specific the definition is, may lead either to unnecessary regulation of no consequence in protecting human health and wildlife or increased exposure to real threats endorsed by law. Furthermore, a scientific definition is not necessarily the same as the definition that is needed for use in law.

There is no globally agreed definition, but the WHO International Programme on Chemical Safety presented in 2002 is most widely referenced. According to this, an endocrine disruptor is “an exogenous substance or mixture that alters function(s) of the endocrine system and consequently causes adverse health effects in an intact organism, or its progeny, or (sub) populations”. Although several EU Member States support this scientific definition, there is no agreed regulatory definition at EU level to date - it is in the process of being elaborated.

Noteworthy of mentioning is that several pieces of EU legislation already refer to chemicals with endocrine-disrupting properties, such as the pesticides and biocides regulations. However, an appropriate regulatory definition is urgently needed to be adopted and applied across all relevant existing EU laws and taken up by any other relevant legislation developed in the future.

HOW DO EDCs WORK?

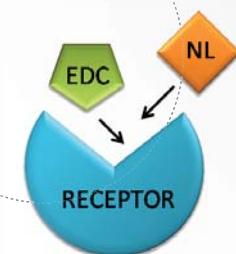
There are many possible mechanisms by which EDCs may interact with the endocrine system and cause adverse effects. Endocrine disruptors may turn on, shut off, or modify signals that hormones carry, which may affect the normal functions of tissues and organs.

EDCs can interfere with the synthesis, secretion, transport, binding, action, or elimination of natural hormones in the body that are responsible for development, behavior, fertility, and maintenance of homeostasis (normal cell metabolism).

More specifically EDCs can:

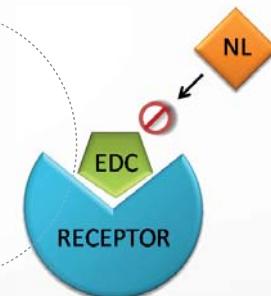
- **Mimic**

or partly mimic the action of naturally occurring (endogenous) hormones, such as oestrogen (the female sex hormone), testosterone (the male sex hormone) and thyroid hormones, by binding to a cellular receptor, potentially setting off similar chemical reactions in the body (**agonistic effect**)



- **Block**

the receptors within the cells by binding to them, thereby preventing the action of naturally occurring hormones (**antagonistic effect**)



- **Affect**

the synthesis, transport, metabolism and excretion of hormones, thus altering the concentrations of natural hormones



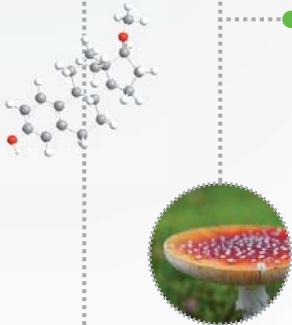
● WHICH TYPES OF CHEMICALS HAVE ENDOCRINE-DISRUPTING PROPERTIES?

A wide variety of natural and synthetic chemicals have been reported to interfere with the endocrine system and ultimately disturb the normal function of tissues and organs, particularly those of the reproductive tract. Based on their origin, EDCs are classified in the following categories:

● NATURAL SUBSTANCES

● Natural compounds

These include **phytoestrogens**, substances contained in some plants (e.g. sprouts, soya beans, etc.) which display oestrogen-like activity and **mycoestrogens**, substances produced by fungi and mould.



● Natural hormones

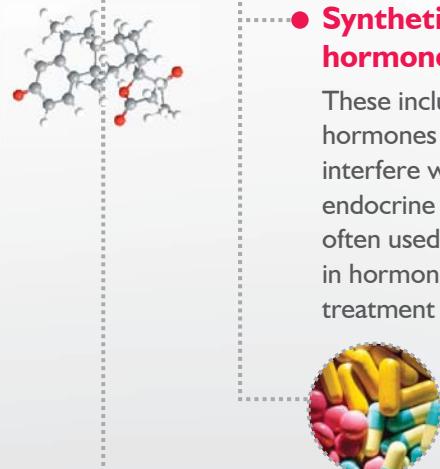
They include **oestrogen** (responsible for female sexual development), **progesterone** and **testosterone** (responsible for male sexual development) which are found naturally in the bodies of humans and animals.



● SYNTHETIC SUBSTANCES

● Synthetically produced hormones

These include industrially produced hormones designed to intentionally interfere with and modulate the endocrine system. They are most often used as oral contraceptives, in hormone-replacement treatment and as animal feed additives.

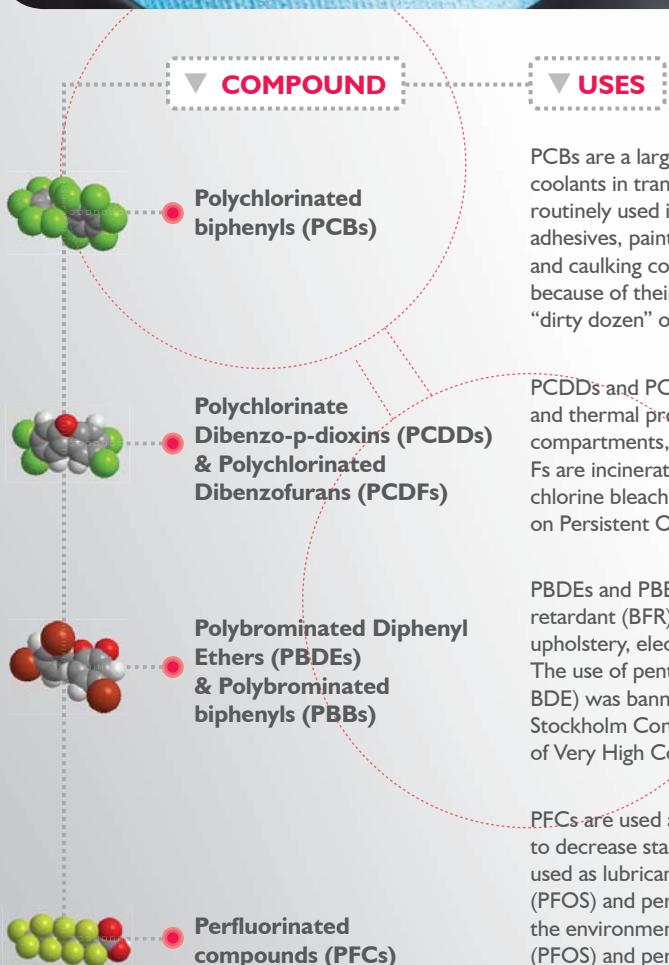


● Synthetic chemicals

These include a large number of chemicals designed for uses in industry (e.g. industrial cleaning agents, solvents, lubricants, etc.), agriculture (e.g. pesticides) and in consumer goods (e.g. plastic additives, health care products, etc.). This group also includes chemicals which are a by-product of industrial processes such as dioxins, which are, depending on the chemical, either known or suspected of interfering with the endocrine systems of humans and wildlife.

Most of the controversy around endocrine disruption is linked with synthetic chemicals.

Indicative list of synthetic EDCs

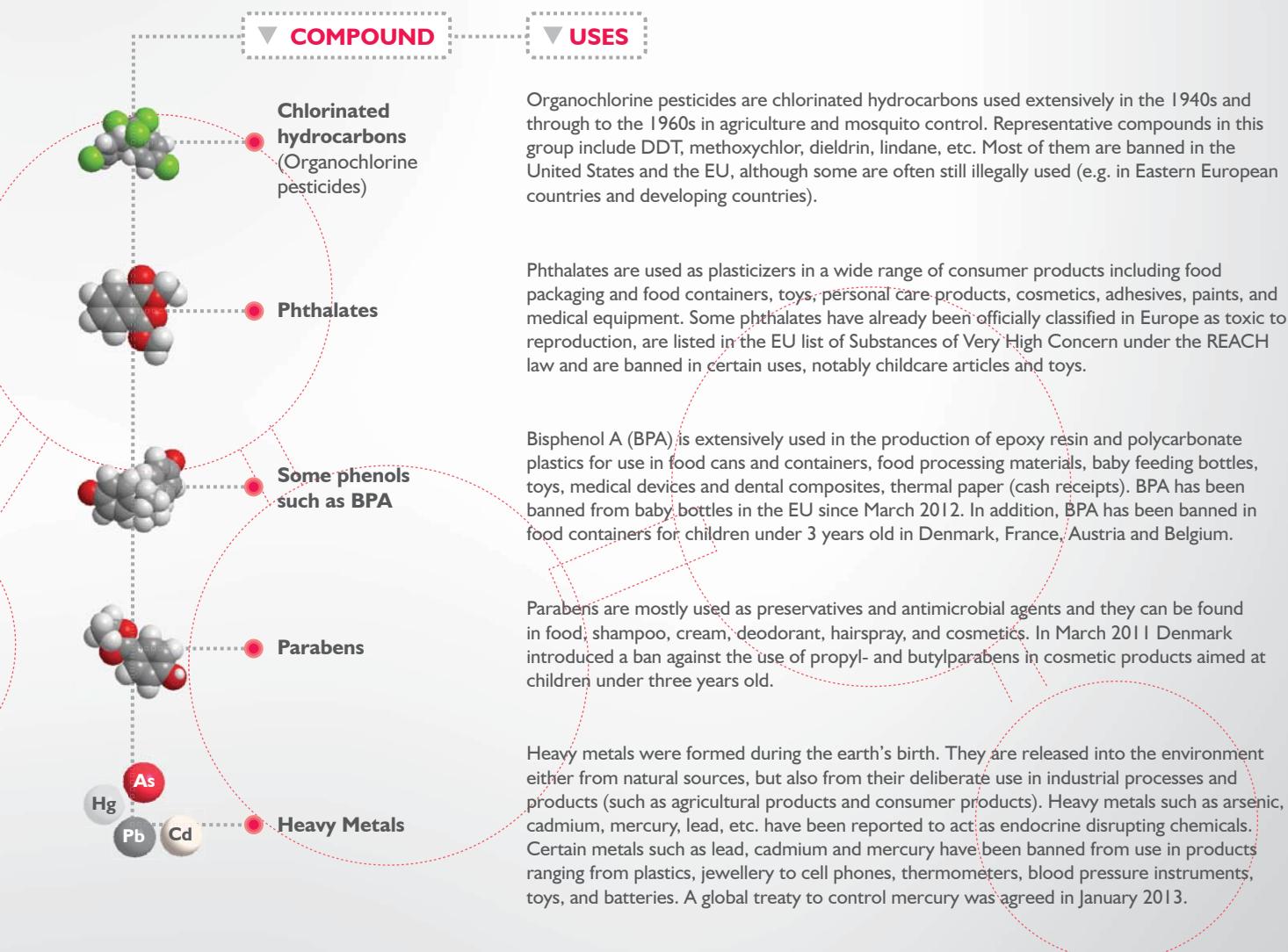


PCBs are a large group of chemical compounds which were used widely as insulators and coolants in transformers and other electrical equipment. For several decades, they were also routinely used in the manufacture of a wide variety of common products such as plastics, adhesives, paints and varnishes, carbonless copying paper, newsprint, fluorescent light ballasts and caulking compounds. The manufacture of PCBs was internationally banned in 1979 because of their deleterious health effects on humans and wildlife. They are included in the “dirty dozen” of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs).

PCDDs and PCDFs are unwanted halogenated aromatic by-products in a variety of industrial and thermal processes and these contaminants are found in a variety of environmental compartments, including air, soil, sediment and biota. The most important sources of PCDD/Fs are incineration of mixed waste at too low temperatures, metal smelting and refining, and chlorine bleaching of pulp. They are included in the “dirty dozen” of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs).

PBDEs and PBBs are classes of brominated hydrocarbons, also referred to as brominated flame retardant (BFR) chemicals. They are used in a wide variety of products, including furniture, upholstery, electrical equipment, electronic devices, textiles and other household products. The use of pentabromodiphenyl ether (penta-BDE) and octabromodiphenyl ether (octa-BDE) was banned in Europe in 2004 and in 2009 they were added to the list of POPs of the Stockholm Convention. Decabromodiphenyl ether (Deca BDE) is on the EU list of Substances of Very High Concern under the REACH law since 2012.

PFCs are used as surfactants, surface coating, in fire-fighting foams and in other applications to decrease staining and sticking and increase resistance to water and oil. They are also used as lubricants and paints. The PFCs of most concern are perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA); both are widespread and highly persistent in the environment and have a long biological half-life in humans. Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) and perfluorooctanesulfonate fluoride are included in Annex B (which encourages reduced production) of the Stockholm Convention for POPs. In addition, at EU level the use of PFOS in finished and semi-finished products was practically banned in 2006, but industrial uses continue. In 2011 PFOA was classified as Toxic to Reproduction and thus qualifies as a Substance of Very High Concern under REACH.



● EDCs IN OUR ENVIRONMENT: WHERE CAN THEY BE FOUND?

The majority of EDCs are ubiquitous in our environment as they may be released into water, the air or soils during the life cycle of a product and/or by manufacturing or other industrial processes.

The group of molecules identified as endocrine disruptors is highly heterogeneous and includes synthetic chemicals used and/or commonly produced in our daily lives.

Indicative sources of synthetic EDCs

● Industrial chemical products

such as solvents, lubricants, etc.

● By-products of manufacturing/industrial processes

such as incineration, paper production and fuel combustion (e.g. dioxins and furans, etc.).

● Pesticides, herbicides, fungicides

such as DDT, DDE, deltamethrin, carbofuran, atrazine, lindane, vinclozolin, carbendazim, tributyltin, etc.

● Plastics and plasticizers

which contain or are BPA, phthalates, etc.

● Medicinal products

such as drug estrogens (e.g. birth control pills), cimetidine, etc.

● Personal care products

such as soaps and cosmetics, some of which contain nonylphenol compounds and parabens, etc.

● Household maintenance products

such as laundry detergents and cleaning products which contain alkylphenols and surfactants (e.g. nonylphenol and octylphenol).

● Consumer goods

such as furniture, upholstery, electrical equipment, electronic devices, textiles, which contain flame retardants (e.g. polybrominated diphenyl ethers and polybrominated biphenyls).



BISPHENOL A (BPA): SHOULD WE BE WORRIED?

BPA is a chemical with one of the largest production volumes worldwide. It is a building block of polycarbonate plastics often used in food and beverage containers, and it is also used as an additive in other plastics. BPA is also a component of epoxy resins used for some dental materials, including dental sealants and for the lining of food and beverage containers as well as numerous other products.

BPA has been researched very thoroughly over the last few years and it has been shown that its effects are multiple and complex. They may involve several endocrine-related pathways, any number of which could be activated at a given time or during a specific susceptible window of exposure. The prenatal and neonatal period represent the most vulnerable window of exposure and some of the effects that may occur include altered time of puberty, altered estrous cycles, prostate changes, alterations in brain sexual dimorphisms (differences in various brain regions between men and women implicated in gender and reproductive behaviors), altered socio-sexual behavior and many other. When it comes to adults, increased levels of BPA from early life exposure have been correlated with health effects such as diabetes, cardiovascular disease, miscarriages, decreased semen quality and sperm DNA damage, etc.

Even though BPA is surrounded by a number of controversies regarding the levels, routes and windows of exposure and clearly additional research is required, leading scientists on endocrine disruption, many NGOs and some government authorities believe there is currently sufficient evidence to raise enough concerns which warrant prohibition on the basis of the precautionary principle. At EU level BPA's use in baby bottles was banned (March 2012) while several EU countries have put a ban on BPA in food containers for children under 3 years.

It is important to consider that BPA is only one of many endocrine disruptors that we are exposed to daily. As we continue to assess potential adverse effects of BPA in humans, the possibility of additive and synergistic effects of BPA with other prevalent EDCs should not be overlooked.



UNDERSTANDING MORE ABOUT EDCs

In contrast to our prior understanding of the mechanisms of toxicity of chemicals, endocrine disruption is marked by some special characteristics:

LOW DOSE EFFECTS

Mounting evidence indicates that even infinitesimally low levels of exposure to EDCs may cause endocrine disrupting effects to humans and wildlife, particularly if exposure occurs during a period of time that is critical to the organism's development (e.g. the human fetus in prenatal phase). Surprisingly, several studies have shown that low doses may even exert greater effects than higher doses; and the low dose hypothesis is gaining acceptance in the scientific and policy community.

The timing/age of exposure of humans and wildlife to EDCs is as crucial when it comes to their effects as the level of the exposure. In all living organisms there are "critical windows of development" during which they are more vulnerable to endocrine disruption.

TIMING/AGE OF EXPOSURE

LATENCY DELAYED EFFECTS

The negative effects of exposure of humans and wildlife to EDCs may not be apparent immediately after birth or in early life stages but may manifest themselves much later in life - possibly a long time after birth, or even during adulthood or aging.

Some EDCs have been shown to exert additive or even synergistic effects. That means that they have the potential to add up together and cause greater effects to living organisms than tests on individual chemicals reveal.

COCKTAIL EFFECT

TRANS-GENERATIONAL EFFECT

EDCs may affect not only the exposed individual organism or person but also their children/progeny and subsequent generations.

All these special characteristics of EDCs pose a tremendous challenge to our regulatory systems for ensuring proper protection for human health and the environment. Chemical risk assessment processes are based on the assumption that dose-response curves are linear and use this assumption to set “safety thresholds” below the apparent no effect levels, thresholds at which no harm is assumed to be possible. However, EDCs seem to have different dose-response relationships, which makes it difficult to extrapolate reliable thresholds from high dose testing. In addition, existing chemical testing regimes (e.g. short-term and long-term toxicity tests) observe organisms for a small proportion of their life cycle and they don’t take into account critical windows of development or long latency periods.

Furthermore, chemical risk assessments focus on individual substances, thus taking little or no account of the fact that some EDCs can act additively, even at concentrations that are individually harmless, and that people and other living organisms are already exposed to multiple other chemicals which will “mix” in their bodies with the chemical being permitted at a supposedly safe level.

The above mentioned difficulties clearly illustrate the limitations and flaws of the existing chemical assessment and monitoring schemes. These characteristics and difficulties must be adequately tackled by the development of a new generation of robust, sensitive and validated chemical screening and monitoring tools in order to ensure that EDCs don’t slip through the regulatory net.



● DO EDCs AFFECT WILDLIFE?

A growing number of field and laboratory studies shows that a broad range of wildlife is susceptible to EDCs, such as mammals, birds, reptiles, amphibians, fish and invertebrates. There have been observations of a wide array of EDCs induced effects on wildlife and these vary from subtle changes in the physiology and sexual behavior of species to permanently altered sexual differentiation, inhibition of growth and development, increased larval mortality and many others.



Indicative list of EDCs impacts on species

Mammals



- Reproductive abnormalities and failure.
 - Adverse impacts on immune function of certain species (e.g. seals).
- Example:** chronic exposure of polar bears to various organohalogen compounds such as PCBs and DDT have been associated with reduced size of their genitalia.

Birds



- Malformations of the reproductive tract, alterations in hormonally induced physiological processes and decreased reproductive performance.
 - Changes in reproductive behaviours such as increased incidences of homosexual pairings.
- Example:** eggshell thinning of various bird species such as gulls has been attributed to a range of EDCs (e.g. PCBs, BFRs and mercury). Eggshell thinning significantly reduces the survival of the embryos and hatchability, potentially resulting in major population declines.

Reptiles



- Reproductive and steroidogenic abnormalities in certain species (e.g. alligators).
 - Genital sexual dimorphism (e.g. in turtles).
 - Feminisation of sex ratios.
- Example:** alligators exposed to organochlorine pesticides exhibited low reproductive success due to alterations in gonadal anatomy and secondary sex characteristics.

Amphibians



- Intersex and gonadal dysgenesis in males.
 - Growth inhibition.
 - Delayed or inhibited metamorphosis of certain species (e.g. frogs).
 - Impaired mating behaviour.
 - Adverse effects in larval amphibian growth and development.
- Example:** developmental exposure of frogs to atrazine demonstrated reduced ability of male adults to compete for females, reduced spermatogenesis and decreased fertility.

Fish



- Induction of intersex and impairment of reproductive functions in males.
 - Demasculinisation of primary and secondary reproductive characteristics of certain species.
 - Abnormal modulation or disruption of development and reproduction.
 - Interferences with the fish immune system.
- Example:** exposure of fish to the synthetic estrogen ethinylestradiol decreases the number of eggs and the number of fertilized eggs.

Invertebrates



- Induction of imposex in female species (e.g. snails).
 - Induction of intersex and oocyte atresia (e.g. in mollusks).
 - Increased larval mortality, inhibition of metamorphosis and reduced reproductive capacity (e.g. crustaceans).
 - Adverse effects on adult fertility and larval morphology (e.g. mollusks, arthropods, etc.).
- Example:** sex alteration (feminisation or masculinisation) was observed in mussels living in areas polluted with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs) and metals.

● DO EDCs AFFECT HUMAN HEALTH?

Results from animal models, human clinical observations and epidemiological studies provide converging evidence that implicates EDCs in various human diseases and health disorders. Even though serious gaps in scientific knowledge remain, and the challenge of identifying direct causal associations between **low-level exposures** to EDCs and adverse health outcomes is staggering, there is a variety of epidemiological evidence and toxicology studies which suggest that **EDCs may be contributing to a number of diseases and disorders in humans**, some of which are listed below.

Indicative list of human health effects potentially caused by EDCs

Women



- impaired fertility • fecundity or infertility
- abnormal number of chromosomes • adverse pregnancy outcomes such as miscarriages
- intrauterine growth restriction • preterm delivery • low birth weight • ectopic pregnancies
- menstrual irregularities • disturbed lactation • polycystic ovarian syndrome • polyovular follicles
- early puberty • uterine fibroids • endometriosis
- breast cancer • diabetes • obesity • metabolic syndrome • thyroid disorders • thyroid cancer
- neurological disorders (developmental: such as attention deficit disorder; and degenerative such as Parkinson's Disease)

Men



- impaired fertility from reduced sperm count and poor semen quality • reduced testosterone levels • testicular cancer
- malformed reproductive organs (hypospadias, chytochordisms, micropenis) • prostate cancer and other recognized abnormalities of the male reproductive tissues • diabetes • obesity
- metabolic syndrome • thyroid disorders
- thyroid cancer • neurological disorders (developmental: such as attention deficit disorder; and degenerative such as Parkinson's Disease)

THE WAY FORWARD

The evidence generated by research and epidemiological studies clearly illustrates that EDCs and their characteristics pose a real threat to the health of humans and living organisms. Urgent action should be undertaken at policy level to ensure that exposure to EDCs is reduced or even eliminated. Hand in hand with policy developments, ongoing research should focus on identifying actual and potential EDCs and assessing the risks involved, developing appropriate testing systems and regulatory testing requirements, as well as promoting the development of safer, greener chemicals and processes to replace EDCs as soon as possible.



REFERENCES

- Bars R, et al. Risk assessment of endocrine active chemicals: Identifying chemicals of regulatory concern. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 64: 143-154, 2012.
- Casas M, et al. Exposure to brominated flame retardants, perfluorinated compounds, phthalates and phenols in European birth cohorts: ENRIECO evaluation, first human biomonitoring results, and recommendations. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2012 (in press).
- Cok I, et al. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and polychlorinated biphenyls levels in human breast milk from different regions of Turkey. *Chemosphere* 76: 1563-1571, 2009.
- Colborn T, Dumanoski D, Myers JP. *Our Stolen Future: Are We Threatening our Fertility, Intelligence and Survival? A Scientific Detective Story*. Dutton, New York, NY, 1996, and Plume Books/Penguin USA, New York, 1997.
- Diamanti-Kandarakis E, et al. Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocrine Reviews* 30(4):293-342, 2009.
- Dyer CA. Heavy Metals as Endocrine-Disrupting Chemicals. *Contemporary Endocrinology* 2007:111-133.
- Environment Protection Agency (EPA). Technical Fact Sheet - Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) and Polybrominated Biphenyls (PBBs). May 2012.
- European Environment Agency (EEA). The impacts of endocrine disrupters on wildlife, people and their environments. The Weybridge+15 (1996-2011) report. EEA, Copenhagen, 2012.
- Fossi Tankoua O, et al. Physiological status and intersex in the endobenthic bivalve *Scrobicularia plana* from thirteen estuaries in northwest France. *Environmental Pollution*, 167: 70-77, 2012.
- Geensa T, et al. A review of dietary and non-dietary exposure to Bisphenol-A. *Food and Chemical Toxicology*, 50 (10): 3725-3740, 2012.
- Guillette JR, Crain DA, (Editors). *Environmental Endocrine Disruptors: An Evolutionary Perspective*. Taylor & Francis, UK, 2000.
- Hayes TB, et al. Atrazine induces complete feminization and chemical castration in male African clawed frogs (*Xenopus laevis*). *Proc Natl Acad Sci U S A*, 107: 4612-4617, 2010.
- Henley DV, Korach KS. Endocrine-Disrupting Chemicals Use Distinct Mechanisms of Action to Modulate Endocrine System Function. *Endocrinology*, 147(6) (Supplement): S25-S32, 2006.
- Kortenkamp A, Martin O, Faust M, Evans R, McKinlay R, Orton F, Rosivatz E. State of the art assessment of endocrine disrupters. Final Report, 070307/2009/550687/SER/D3, 2011.



RÉFÉRENCES

- Legler J, Brouwer A. Are brominated flame retardants endocrine disruptors? *Environment International*, 29 (6): Pages 879-885, 2003.
- Markey CM, Rubin BS, Soto AM, Sonnenschein C. Endocrine disruptors: from Wingspread to environmental developmental biology. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 83 (1-5): 235-244, 2002.
- Matthiessen P, Johnson I. Implications of research on endocrine disruption for the environmental risk assessment, regulation and monitoring of chemicals in the European Union. *Environmental Pollution*, 146: 9-18, 2007.
- Miljeteig C, et al. Eggshell thinning and decreased concentrations of vitamin E are associated with contaminants in eggs of ivory gulls. *Science of the Total Environment*, 431: 92-99, 2012.
- Neal JM. How the Endocrine System Works. John Wiley & Sons, New York, 2001.
- Ronald R, Hester E, (Editors). Endocrine Disrupting Chemicals. Royal Society of Chemistry, 1999.
- Ross G. The public health implications of polychlorinated biphenyls (PCBs) in the environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 59: 275-291, 2004.
- Routti H, Arukwe A, Jenssen BM, Letcher RJ, Nyman M, Backman C, Gabrielsen GW. Comparative endocrine disruptive effects of contaminants in ringed seals (*Phoca hispida*) from Svalbard and the Baltic Sea. *Comparative Biochemistry & Physiology Part C Toxicological Pharmacology*, 152(3): 303-312, 2010.
- Rubin BS. Bisphenol A: An endocrine disruptor with widespread exposure and multiple effects. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 127 (1-2): 27-34, 2011.
- Soares J, et al. Disruption of zebrafish (*Danio rerio*) embryonic development after full life-cycle parental exposure to low levels of ethinylestradiol. *Aquatic Toxicology*, 95: 330-338, 2009.
- Sonne C, et al. Spatial and temporal variation in size of polar bear (*Ursus maritimus*) sexual organs and its use in pollution and climate change studies. *Science of the Total Environment* 387: 237-246, 2007.
- WHO/IPCS. Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors. Geneva, World Health Organisation, 2002.
- Zoeller RT, et al. Endocrine-Disrupting Chemicals and Public Health Protection: A Statement of Principles from the Endocrine Society. *Endocrinology*, 153(9):0000-0000, 2012.

Les prévues qui résultent de la recherche et des études épidémiologiques indiquent clairement que les EDcs et leurs caractéristiques font peser une réelle menace sur la santé des êtres humains et des organismes vivants. Il convient d'entreprendre de façon urgente l'exposition aux EDcs. De pair avec les développements politiques, la recherche active également en cours devra se concentrer sur l'identification des EDcs réels et potentiellement en cours de développement aux EDcs, afin de remplacer au plus vite les perturbateurs endocriniens.

LA MARCHE A SUIVRE

Parakinson).
troubles dégénératifs tels que la maladie de que les troubles dégénératifs de l'atténuation; et neurorégulations (de neurodéveloppement, tels que les troubles de la thyroïde. troubles thyroïde. cancer de la thyroïde. troubles syndrôme métabolique. troubles obésité. syndrome endométriose. cancer du sein. diabète follicules polyovariens. puberté precoce. fibrome ovarien. endométriose. cancéreux. utérin. folliculaires. perturbée. syndrome d'ovaires polyclustiques. extra-utérine. irregularités menstruelles. insuffisance pondérale à la naissance grasseuse. croissance intra-utérine. accouchement prématuré de la grossesse telles des rashes couches. retard de nombre normal de chromosomes. issues indésirables de la fertilité, de la fécondité ou infertilité. anomalies spermatozoïdes et une mauvaise qualité du sperme. basse des niveaux de testostérone. cancer des testicules. altérations de la fertilité dues à un décompte associées à des maladies et troubles de santé divers chez l'homme. figurant sur la liste ci-dessous, serviraient attribuables aux EDcs.



Hommes

les troubles dégénératifs tels que la maladie de Parakinson).
les troubles dégénératifs de l'atténuation; et troubles neurorégulations (de neurodéveloppement, tels que les troubles de la thyroïde. cancer de la thyroïde. troubles obésité. syndrome métabolique. troubles utérin. endométriose. cancéreux. utérin. folliculaires. puberté precoce. fibrome ovarien. endométriose. cancéreux. utérin. folliculaires. perturbée. syndrome d'ovaires polyclustiques. extra-utérine. irregularités menstruelles. insuffisance pondérale à la naissance grasseuse. croissance intra-utérine. accouchement prématuré de la grossesse telles des rashes couches. retard de nombre normal de chromosomes. issues indésirables de la fertilité, de la fécondité ou infertilité. anomalies spermatozoïdes et une mauvaise qualité du sperme. basse des niveaux de testostérone. cancer des testicules. altérations de la fertilité dues à un décompte associées à des maladies et troubles de santé divers chez l'homme. figurant sur la liste ci-dessous, serviraient attribuables aux EDcs.



Femmes

Liste indicative des effets potentiels des EDcs sur la santé humaine

Les résultats des études animales, les observations cliniques chez l'homme et les études épidémiologiques sont autant de preuves convergentes démontrant que les EDcs sont associées à des maladies et troubles de santé divers chez l'homme. Même si de graves lacunes dans les connaissances scientifiques subsistent et que le défi consistait à cerner les associations directes de cause à effet entre les **expositions à faible niveau aux EDcs** et les effets sur la santé reste encore à relever, la recherche épidémiologique est un grand nombre d'études toxicologiques tendant à suggerer que certaines maladies et troubles chez l'homme, figurant sur la liste ci-dessous, serviraient attribuables aux EDcs.

LES EDCS
AFFECTENT
SANTE
HUMAINE?



Liste indicative des effets des EDGs sur les espèces

- Exemple:** Malformations du système生殖的, altérations des processus physiologiques introduits par les hormones et diminution de la performance reproductive.

Changements des comportements生殖的, telle l'incidence accrue des accouplements homosexuels.

Exemple: L'animalisme attribué à toute une gamme de facteurs significative la survie des embryons et l'écllosion, potentiellement résultant en coquilles d'oeuf réduit de façon significative la survie des embryons et l'écllosion, potentiellement résultant en anomalies生殖的 et stéroidogéniques chez certaines espèces (par exemple, les alligatoirs).

Dimorphisme sexuel génital (par ex., chez les tortues)

Feminitisation sexuelle

Exemple: Feminitisation sexuelle de la répartition des peintures organochlorées présentes dans la population.

Anomalies生殖的 et stéroidogéniques chez certaines espèces (par exemple, les alligatoirs).

Exemple: Les allégatoirs exposés à des pesticides organochlorés présentent des taux de succès de reproduction variables à cause d'une alternation de l'anatomie gonadique et des caractéristiques sexuelles secondaires.

Inhibition de la croissance et le développement des larves.

Exemple: Les effets nocifs sur la croissance et la fonction de reproduction chez les mâles.

Déclenchement de l'insexuation avec le système immunitaire des mâles.

Démasculinisation des caractéristiques primaires et secondaires de la reproduction chez certaines espèces.

Variation et perturbations anormales du développement de la reproduction chez les mâles.

Exemple: Les effets nocifs sur la croissance et le développement des larves.

Des mâles adultes féconder les femelles, résulte en une spermatogénèse et une fertilité réduites.

Exemple: Les effets nocifs sur la croissance et le développement des larves.

Interférences avec le système immunitaire des mâles.

Exemple: Les effets nocifs de l'insexuation chez les femelles, résulte en une synthèse fait diminuer le nombre d'œufs.

Exemple: Déclenchement de l'insexuation chez les espèces femelles (par exemple, les escargots).

Déclenchement de l'insexuation chez les espèces mâles (par exemple, les mollusques).

Exemple: Déclenchement de l'insexuation chez les œufs fécondés.

Exemple: ZONES polluées par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH), des biphenyles polychromes (PCB) ou un changement de sexe (féminisation ou masculinisation) des mouses variétés dans des étages métaux.

Exemple: Effets nocifs sur la fertilité des adultes de la morphologie larvaire (par ex., les mollusques, les arthropodes, etc chez les crustacés).

Moralté larvaire accrue, inhibition de la métamorphose et capacité de reproduction réduite (par exemple,



Invertebrates



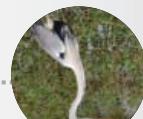
Poissons



Amphibiens



Reptiles



Qiseaux



Mammifères



SAUVAGE?

ILS LA VIE

AFFECTENT-

LES EDCs

latence.

Toutes ces caractéristiques spécifiques des EDCs posent un problème d'adaptation à la santé humaine et de l'environnement. Les processus d'évaluation des risques chimiques sont fondés sur l'hypothèse que les courbes dose-réponse sont linéaires et utilisent cette hypothèse pour fixer des "seuils de sécurité". En-dessous des niveaux d'aucun effet apparent, seuls auxquels on considère qu'il ne peut y avoir de danger. Cependant, les EDCs semblent avoir des relations dose-réponse différentes qui rendent difficile l'extrapolation de seuils risables résultant de tests avec de fortes doses. De plus, les procédures d'analyse chimique actuelles (par ex. les tests de toxicité à court et moyen terme) observent des organismes sur une petite proportion de leur cycle de vie et ne tiennent pas compte des�nctions de développement critiques ou des longues périodes de latence.

En outre, les évaluations de risques chimiques portent sur des substances individuelles, sans (ou faible) prise en compte du fait que certains EDCs peuvent agir de façon cumulative, même à des concentrations qui, individuellement, ne sont pas dangereuses et également, due des personnes et d'autres organismes vivants sont déjà exposées à de nombreux autres substances chimiques qui "se mélangent" dans leurs corps avec la substance qui est permise à un niveau suppose sûr.



De plus en plus d'études de terrain et de laboratoire tendent à indiquer que de nombreuses espèces fauniques seraient vulnérables aux EDCs, tels les mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons et les invertébrés. On a pu observer une vaste gamme d'effets induits par les EDCs sur la vie sauvage qui vont des changements subtiles dans la physiologie et le comportement sexuel d'une espèce à des déformations mortalié larvaires accrues, et bien d'autres.

DE PLUS EN PLUS D'ÉTUDES DE TERRAIN ET DE LABORATOIRE TENDENT À INDICER QUE DE

NOMBREUSES ESPÈCES FAUNIQUES SERAIENT VULNÉRABLES AUX EDCS, TELS LES MAMMIFÈRES,

OISEAUX, REPTILES, AMPHIBIENS, POISSONS ET LES INVERTÉBRÉS. ON A PU OBSERVER UNE VASTE

GAMME D'EFFETS INDUITS PAR LES EDCS SUR LA VIE SAUVAGE QUI VONT DES CHANGEMENTS SUBTILES

DANS LA PHYSIOLOGIE ET LE COMPORTEMENT SEXUEL D'UNE ESPÈCE À DES DIFFÉRENTIATIONS

MORTALITÉ LARVIAIRE ACCRUE, ET BIEN D'AUTRES.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

MIEUX COMPRENDRE LES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

A la différence de nos connaissances préalables sur les mécanismes de la toxicité des produits chimiques, dans le cas de la perturbation endocrinienne, les caractéristiques sont spécifiques.

Differentes preuves semblent indiquer que même des niveaux d'exposition aux EDCs infiniment faibles sont capables de provoquer des effets perturbateurs sur le système endocrinien des êtres humains et des animaux, en particulier lorsqu'eux-mêmes sont essentiels lorsqu'il s'agit de leurs effets par rapport à l'exposition. Chez tous les organismes vivants, il existe des "familles de développement" critiques au cours des cycles vitaux plus vulnérables aux perturbations du système endocrinien.

Le timing et l'âge au moment de l'exposition aux EDCs des humains et des animaux sont essentiels lorsqu'il s'agit de leurs effets par rapport à l'exposition. Chez tous les organismes vivants, il existe des "familles de développement" critiques au cours des cycles vitaux plus vulnérables aux perturbations du système endocrinien.

EFFECTS A FAIBLE DOSE

Les effets négatifs de l'exposition aux EDCs des êtres humains et des animaux peuvent ne pas être apparents immédiatement après la naissance ou dans les premières années de la vie, mais peuvent se manifester beaucoup plus tard - peut-être longtemps après la naissance ou même à l'âge adulte ou pendant la vieillesse.

LATENCE EFFECTS

On a pu démontrer que certains EDCs pouvaient avoir des effets cumulés ou même synergétiques. Ce qui signifie qu'ils sont capables de s'accumuler et causer plus d'effets sur les organismes vivants que ceux révélés par les tests effectués sur les substances individuelles.

TRANSGENERATIONNEL EFFECT

Les EDCs peuvent affecter non seulement les organismes ou les personnes exposées mais aussi leurs enfants/progeniture et les générations suivantes.

En volume, le BPA est l'une des substances chimiques les plus produites au monde. C'est la composition essentielle des matières plastiques en polyacrylonitrile souvent utilisées pour les contenants de boisson et d'alimentation. Le polycarbonate est aussi utilisé comme additif pour d'autres matières plastiques. Le BPA est également l'une des composantes des résines époxydées, utilisées pour certains matériaux dentaires, y compris les scellants dentaires, et pour la protection interne et externe des contenants de boisson et effets sont multiples et complexes. Il peut s'agir de diverses voies d'exposition associées au système endocrinien, dont le nombre peut être actif à un moment donné ou durant une fenêtre d'exposition spécifique en termes de vulnérabilité. La période pré et néo-natale est celle qui est la plus marquée pour sa vulnérabilité d'exposition et certaines des effets qui peuvent apparaître comprennent un démarrage spermatozoides, etc.

Bien que l'on constate qu'il y a de nombreuses controverses autour des niveaux, voies et fenêtres d'exposition et qu'il convient de continuer à poursuivre la recherche, d'éminents chercheurs travaillant sur les perturbations endocriniennes, plusieurs ONG et certaines autorités gouvernementales considèrent qu'il y a actuellement suffisamment de preuves pour soulever des préoccupations qui garantissent l'interdiction du BPA pour les récipiens alimentaires destinés aux enfants de moins de 3 ans.

L'utilisation du BPA dans la fabrication des biberons, alors que plusieurs pays européens ont procédé à de la substance sur la base du principe de précaution, l'Union européenne, en mars 2012, a interdit l'interdiction du BPA pour les récipiens alimentaires destinés aux enfants de moins de 3 ans.

Il est important de comprendre que le BPA n'est qu'un des perturbateurs endocriniens auxquels nous sommes exposés quotidiennement. Tout en continuant à évaluer les effets nocifs du BPA sur les autres humains, il ne faudrait pas négliger l'éventuelle dépendance cumulée et synergique du BPA avec d'autres substances.



**LE BISPHENOL A (BPA):
FAUT-IL SINQUETTER?**



La plupart des perturbateurs endocriniens sont omniprésents dans notre environnement puisqu'ils peuvent être rejetés dans l'eau, l'atmosphère ou les sols pendant le cycle de vie d'un produit et/ou par des processus de fabrication ou autres processus industriels.

Le groupe de molécules identifiées comme perturbatrices du système endocrinien est extrêmement hétérogène et comprend des substances chimiques de synthèse utilisées et/ou communément produites dans la vie quotidienne.

telles que l'inchloréation, la production de papier, la combustion de carburants (par ex., dioxydes et furanes, etc.)

Sous-produits de fabrication/de processus industriels

telles que des solvants, des lubrifiants, etc.

Produits chimiques industriels

la carbendazime, le tributylmétate, etc.

Pesticides, herbicides, fongicides

telles que le DDT, le DDE, la deltaméthrine, le carbofuran, l'atrazine, le linadane, le vinclozoline,

Plastiques et plastifiants

qui contiennent ou sont en BPA, phthalates, etc.

Produits médicaux

telles les médicaments oestrogéniques (par ex., les pilules contraceptives), la climétidine, etc.

Produits de soins personnels

telles les savons et les cosmétiques, certains contenant des composés nonylphénoliques et des parabènes, etc.

Biens de consommation

telles que les détergents à lessive et les produits de nettoyage qui contiennent des alkylphénols et des agents tensio-

Produits d'entretien de caractère ménager

actifs (par ex., nonylphénol et octophénol).

Sources indicatives des synthétiques EDCs

OU LES TROUVEZ?
DANS NOTRE ENVIRONNEMENT:

LES EDCs



Liste indicative de perturbateurs endocriniens

Les PCB sont formés un grand groupe de composés chimiques autres que les solvants et les émulsions dans les résins thermoplastiques ou les plastiques thermosets. Ils sont utilisés comme isolants et réfrigérants dans les transformateurs et les autres équipements électriques. Pendant des décennies, ils ont aussi été systématiquement utilisés pour la fabrication de nombreux produits d'usage courant, tels que les pâtes, les adhésifs, les émulsions et les vernis, les papier journal, les balles pour éclairage fluorescent et les produits de caoutchouc. La fabrication de PCB a été interdite au niveau international en 1979 à cause de leurs effets nocifs sur la santé des êtres humains et des animaux sauvages. Ils sont inscrits sur la liste de la "douzaine de substances les plus honnées".

Diagram illustrating the relationship between various perfluorinated compounds (PFCs) and their fluorinated analogues. A vertical dashed line separates the two groups. Red dots connect PFCs to their fluorinated analogues.

- Polychlorobiphenyls (PCBs)**
- Dibenzofurans (PCDFs)**
- Dioloxines (PCDDs)**
- Polychlorodibenzofuranes (PCDFs)**
- Polybromodiphenyl ethers (PBDEs)**
- Polybromobiphenyls (PBBs)**
- Compounds perfluorées (PFCs)**



De très nombreux produits chimiques naturels ou synthétiques sont signalés être susceptibles d'influer sur le système endocrinien et finalement perturber la fonction normale des tissus et organes, en particulier ceux du système reproducteur. Selon leur origine, les EDCs sont répartis dans les catégories suivantes :

- Elles comprennent les **estrogènes** (responsables du développement sexuel féminin), la **progesterone** et la **testostérone** (responsables du développement sexuel masculin) que l'on trouve dans le corps humain et animal.
- Elles comprennent un grand nombre de substances chimiques employées dans l'industrie (par ex., les chimiques utilisés pour la fabrication des plastiques, des additifs pour la consommation (par ex., des insecticides), et pour les biens de consommation (par ex., des substances chimiques, sous-produits des substances industrielles, comme les dioxydes, qui, selon la substance, sont reconnus pour interferer avec les systèmes ou susceptibles de le faire avec les systèmes endocriniens des êtres humains et des animaux).



Les produits chimiques de synthèse



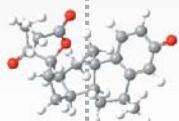
LES SUBSTANCES SYNTHÉTIQUES

Elles comprennent un grand nombre de substances artificiellement produites (par ex., des hormones artificielles, contraceptifs oraux, modulaires. Elles sont le plus souvent utilisées comme additifs dans les traitements hormonaux utilisées dans les substituants et comme additifs dans les aliments animaux.



Synthétiques

Les hormones produites



Elles comprennent les **phytoestrogènes**, substances contenues dans certaines plantes (par ex., les graines, les fèves de soja, etc.) qui manifestent une activité de type estrogène et les mycoestrogènes, produits par les champignons et les moisissures.



Les composés naturels

LES SUBSTANCES NATURELLES

Sur le système endocrinien et finalement perturber la fonction normale des tissus et organes, en particulier ceux du système reproducteur. Selon leur origine, les EDCs sont répartis dans les catégories suivantes :

- Elles comprennent les **estrogènes** (responsables du développement sexuel masculin) que l'on trouve dans le corps humain et animal.
- Elles comprennent les **estrogènes naturels** (responsables du développement sexuel masculin) que l'on trouve dans le corps humain et animal.



Les hormones naturelles



ENDOCRINIE?

CHIMIQUES OÙ DES PROPRIÉTÉS PERTURBATOIRES DU SYSTÈME

QUELS TYPES DE SUBSTANCES

COMMENT AGISSENT LES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS?

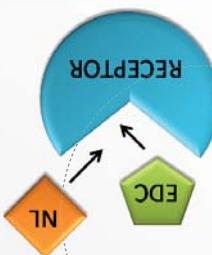
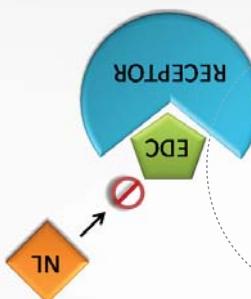
Il existe plusieurs mécanismes possibles les EDCs peuvent interagir avec le système endocrinien en entraînant des effets nocifs. Les perturbateurs endocriniens peuvent activer, désactiver ou modifier les signaux que les hormones transportent, ce qui peut affaiblir les fonctions normales des tissus et des organes.

Les EDCs sont des substances qui ont le pouvoir de perturber la synthèse, la sécrétion, le transport, la fixation ou l'élimination des hormones naturelles dans le corps, responsables du développement, du comportement, de la fertilité et du maintien de l'homéostase (métabolisme cellulaire normal).

Plus spécifiquement, les EDCs peuvent:

- en tout ou en partie l'action des hormones naturelles (endogénies), telles que les estrogénées (hormones sexuelles féminines), la testostérone (hormone sexuelle masculine) et les hormones thyroïdiennes par liaison avec un récepteur cellulaire, pouvant déclencher des réactions chimiques similaires dans le corps (effet agoniste)
- empêcher ainsi l'action des hormones naturelles (effet antagoniste) les récepteurs dans les cellules en se liant à eux-ça
- la synthèse, le transport, le métabolisme et l'excrétion des hormones, modifiant ainsi les concentrations d'hormones naturelles

● Affecter



● Bloquer

La synthèse, le transport, le métabolisme et l'excrétion des hormones, modifiant ainsi les concentrations d'hormones naturelles

les récepteurs dans les cellules en se liant à eux-ça (effet antagoniste)

(effet antagoniste)

● Limiter

QUE SONT LES SUBSTANCES CHIMIQUES PERTURBATOIRES DU SYSTÈME ENDOCRINIE?

Certaines substances chimiques naturelles ou synthétiques, présentes ou produites en dehors d'un organisme (exogènes) ont la capacité d'altérer les systèmes hormonaux et homéostatiques qui lui permettent de communiquer avec son environnement et de lui répondre. Bien que la terminologie varie, on appelle habituellement les substances exogènes synthétiques, **substances chimiques perturbatrices du système endocrinien ou perturbateurs endocriniens (Endocrine-Disrupting Chemicals, EDcs)** et les substances chimiques naturelles, **substances endocriniennes actives** (voir la section ci-dessous sur les types de substances avec des propriétés perturbatrices endocriniennes).

L'industrie croissante sur les effets nocifs potentiels des EDGs a déclenché une controverse scientifique

et politique sur la façade de définit les perturbateurs endocriniens de manière exacte. Il n'est pas évident pour la plupart que les définitions de substances, menaces et problèmes sont à la base des instruments juridiques qui les réglementent. Le défi à relever en définition et réglementation les EDGs est que, selon que la définition soit large ou étroite, générale ou spécifique, elle ne doit en aucun cas aboutir sur une réglementation inutile, sans effet sur la protection de la santé humaine ou animale, ou mener à une exposition accrue aux vertabes menaces qui soit approuvée par la loi. De plus, une définition de caractère scientifique n'est pas nécessairement la même qu'une définition qui sera utilisée en droit.

II existe pas de définition communément acceptée au niveau international, mais il est largement fait référence à celle que le Programme international sur la sécurité chimique de l'OMS a présentée en 2002. Selon cette définition, un perturbateur endocrinien est «une substance ou un mélange exogène, altérant les fonctions de l'appareil endocrinien et induisant donc des effets nocifs sur la santé d'un organisme intact, de ses descendants ou au sein de (sons-)populations.» Bien que plusieurs Etats membres de l'Union européenne soutiennent cette définition, il n'y a pas jusqu'à ce jour au niveau européen de formulation commune acceptée – elle est en cours d'élaboration.

Il convient de noter que plusieurs textes législatifs européens se réfèrent déjà à des substances chimiques possédant des propriétés suscitées d'induire une perturbation endocrinienne, telles les réglementations relatives aux pesticides et biocides. Cependant, il est urgent d'adopter et d'appliquer une définition tout autre texte élabore à l'avance.



LES SUBSTANCES CHIMIQUES PERURBATOIRES DU SYSTÈME ENDOCRINIE : Une menace taylor pour la santé humaine et animale

LE SYSTÈME ENDOCRINIE:

On régularise essentiellement les émissions de déchet de tous les processus biologiques chez les organismes vivants

lors les mammifères, reptiles, oiseaux, poissons et autres types d'organismes vivants sont dotés d'un système endocrinien responsable du contrôle et de la coordination de nombreuses fonctions telles que le métabolisme, l'immunité, le comportement et la croissance et le développement. Les organismes unicellulaires simples n'ont qu'une besoïn d'un système endocrinien complet, cependant, au fur et à mesure que les organismes évoluent en organismes plus complexes, de grands systèmes de communication intercellulaire deviennent alors nécessaires pour maintenir, en dépit des contraintes environnementales, la stabilité interne dans

Le système endocrinien est un réseau complexe de glandes qui produisent des hormones qui elles secrètent et libèrent en doses si légères que mesures dans le sang ou d'autres fluides extracellulaires. Les hormones, une fois libérées dans les glandes, circulent dans le corps, agissant comme des messagers chimiques et entrent en contact avec les cellules qui contiennent des récepteurs appartenant à l'hormone et le récepteur dans une serrure. Une fois l'hormone et le récepteur liés, le récepteur exécute les instructions de l'hormone, soit en modifiant les protéines cellulaires existantes ou en activant des gènes qui construiront une nouvelle protéine. Les deux actions produisent des réactions dans le corps tout entier.

LES DEUX PRINCIPAUX SYSTÈMES DE CONTRÔLE ET DE COORDINATION DES PROCESSUS ET FONCTIONS DES ORGANISMES MULTICELLULAIRES COMPLEXES



- Le système nerveux, qui exerce un contrôle rapide sur les réactions par les nerfs vers des organes ou tissus spécifiques.
 - Le système endocrinien, système plus lent, basé sur des messagers chimiques, les hormones, qui sont secrétées dans le sang ou d'autres fluides extracellulaires et peuvent atteindre toutes les parties du corps.

4

16

15

15

13

12

10

7

6

5

4

4

- LES SUBSTANCES CHIMIQUES PERTURBATRICES DU SYSTÈME ENDOCRINIEN:

Une menace tangible pour la santé humaine et animale

- LE SYSTÈME ENDOCRINIEN:

Un régulateur essentiel et néanmoins délicat de tous les processus biologiques chez les organismes vivants

- QUE SONT LES SUBSTANCES CHIMIQUES PERTURBATRICES DU SYSTÈME ENDOCRINIEN?

Table des matières

- COMMENT AGISSENT LES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS?
- QUELS TYPES DE SUBSTANCES CHIMIQUES ONT DES PROPRIÉTÉS PERTURBATOIREES DU SYSTÈME ENDOCRINIEN?
- LES EDCs DANS NOTRE ENVIRONNEMENT: OÙ LES TROUVER?
- MIEUX COMPRENDRE LES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS
- LES EDCs, AFFECTENT-ILS LA VIE SAUVAGE?
- LES EDCs, AFFECTENT-ILS LA SANTÉ HUMAINE?
- LA MARCHE À SUIVRE
- REFERENCES

ISBN: 978-960-6973-10-3

ΔΙΕΛΦΑΣ

Cette publication est disponible en ligne à www.mio-ecscde.org

 La responsabilité du contenu qui incombe aux auteurs et aux opinions exprimées dans cette publication ne reflète pas nécessairement les vues officielles des institutions de l'Union.

Cette publication a été réalisée en collaboration avec "Health and Environment Alliance (HEAL)" dans le cadre du LIFE+ programme pour l'environnemental NGOs, financé par l'UE.

François Bron-Hadzic collation
Traduction de texte:

Michael Scoulios
Rédacteur en chef:

Thomais Vlachogianni (MIO-ECSDE), Lisette van Vliet (HEAL)
Écrit par:

website: www.mio-ecscde.org
e-mail: info@mio-ecscde.org
tel: +30210-3247490, -3247267, fax: +30210-3317127
Kyritsou 12, 10556 Athènes, Grèce
© MIO-ECSDE 2013

Le Bureau d'information méditerranéen pour le développement durable (MIO-ECSDE) est une fédération à but non lucratif de 128 ONG de la Méditerranée pour l'environnement et le développement durable. MIO-ECSDE agit comme une plate-forme technique et politique pour la préservation des points de vue et d'intervention des ONG dans la scène méditerranéenne et joue un rôle actif pour la protection de l'environnement et la promotion du développement durable de la région méditerranéenne et les pays.



Une menace tapie

du système endocrinien

Les substances chimiques perturbatrices

