

Cette présentation a été effectuée le 4 décembre 2018 au cours de la journée « Conférence de l'ASPQ – Pesticides dans l'alimentation et l'eau potable au Québec, éveiller l'attention! » dans le cadre des 22es Journées annuelles de santé publique (JASP 2018). L'ensemble des présentations est disponible sur le site Web des JASP à la section Éditions précédentes au : <https://www.inspq.qc.ca/jasp>.



# Ce qu'on sait et ce qu'on ignore concernant les pesticides

**Louise Hénault-Ethier, PhD**  
Chef des projets scientifiques, Fondation David Suzuki  
Collectif de recherche éco-santé sur les pesticides, les politiques et les alternatives (CREPPA)

**Journées annuelles de santé publique**  
Conférence de l'ASPQ – Pesticides dans l'alimentation et l'eau potable au Québec, éveiller l'attention!  
4 décembre 2018




**DAVID SUZUKI  
FOUNDATION**  
One nature.

<https://www.hww.ca/fr/faune/oiseaux/la-bernache-du-canada.html>

## La Fondation David Suzuki

Notre mission : Protéger la diversité de la nature et de notre qualité de vie, maintenant et pour l'avenir.

... par l'éducation, la science et le plaidoyer





## Pesticide

Substances utilisées pour tuer  
des organismes indésirables



Usages agricoles  
Exposition alimentaire



## Impact économique de la réduction des pesticides

- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)
  - Analyse économique
  - 115 entreprises
  - Deux ans
- ↓ pesticides
  - Pas d'effet négatif sur la rentabilité
    - céréales à paille, maïs-grain et soya
  - *«L'effet serait au contraire positif sur les rendements et la rentabilité»*

<https://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/rapport-final-901180-l-belzile-sptembre-2018.pdf>  
[https://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/belzilel-2018-impact\\_gi\\_des\\_ennemis.pdf](https://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/belzilel-2018-impact_gi_des_ennemis.pdf)

## Pesticides non-essentiels à la production agricole

- ↑ Production agricole ≠ ↓ Faim dans le monde
  - Inéquités sociales
  - Gaspillage alimentaire
- Dépendance aux pesticides dangereuse
  - Solution à court-terme
- Industrie agroalimentaire
  - Marketing agressif et non-éthique
  - Déni systématique des conséquences
- Toxicité prouvées
  - Déstabilisent les écosystèmes
  - Défi pour prouver lien causal entre l'exposition et une maladie ou une condition de santé humaine

ONU. 2017. Conseil des droits de l'Homme. Rapporteur spécial au droit à l'alimentation. [https://www.publiceye.ch/fileadmin/files/documents/Pesticides/HRC\\_20170124\\_Report-of-SR-on-right-to-food\\_FR.pdf](https://www.publiceye.ch/fileadmin/files/documents/Pesticides/HRC_20170124_Report-of-SR-on-right-to-food_FR.pdf)

### L'utilité des pesticides déboulonnée

9 mars 2017 | Alexandre Shields | Actualités sur l'environnement



Photo: Matthew Thayer Archives AP/The Maui News

Il est temps d'amorcer une transition vers «une production alimentaire et agricole plus saine», concluent les auteurs du rapport.

Alors que l'industrie des pesticides affirme que ses produits sont essentiels pour assurer la sécurité alimentaire d'une population mondiale en pleine croissance, un nouveau rapport de l'ONU conclut qu'il s'agit carrément d'un mythe. Qui plus est, ces produits toxiques posent des risques majeurs pour la santé et l'environnement.

<http://www.ledevoir.com/environnement/actualites-sur-l-environnement/493471/les-pesticides-une-necessite-pour-nourrir-la-planete-un-mythe-conclut-l-onu>

## Évaluation de la toxicité des pesticides 3 niveaux de preuves nécessaires



*In homo*

Épidémiologie  
Maladies  
professionnelles



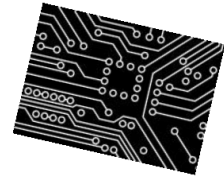
*In vivo*

Tests modèles



*In vitro*

Bioessais  
mécanismes  
toxicologiques



*In silico*

QSAR

## Que contiennent les pesticides



**Pesticides**



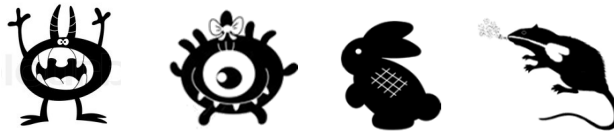
**Formulation** = Ingrédient  
actif + Inerte



**Produits  
phytosanitaires**

**Préparation** = Substance + Adjuvant  
active

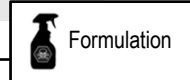
# Tests de toxicité requis



## Tests exigés

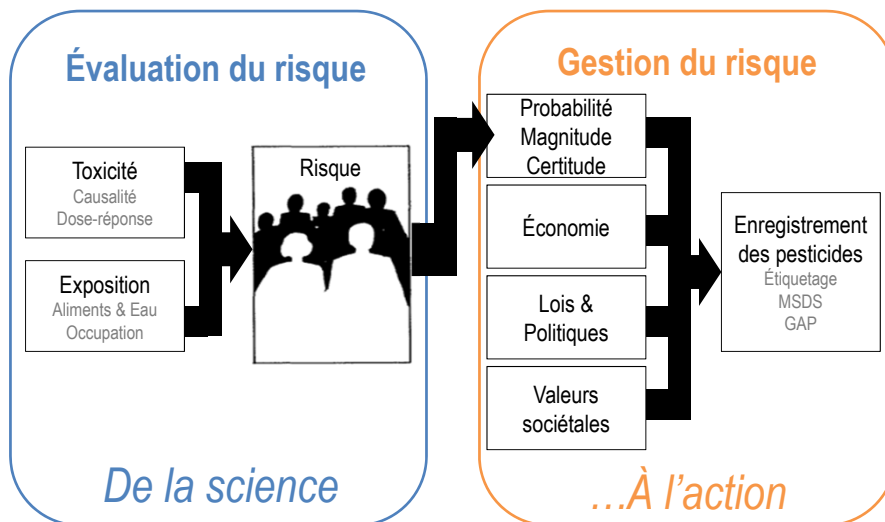


- Toxicité aiguë
- Irritation et sensibilisation, Absorption dermale
- Toxicité à court terme, moyen terme, chronique
- Cancérogénicité et génotoxicité
- Toxicité développementale, Tératogénicité, fertilité, multigénération
- Perturbation endocrinienne
- Toxicocinétique et toxicité des métabolites
- Neurotoxicité aiguë, court-terme, développementale, à retardement
- Immunotoxicité
- Toxicité pour les animaux de compagnie ou d'élevage



(US 2013, EC 2013, UN 2009, OECD 2009)

# Un processus d'évaluation complexe



(Figure: Louise Hénault-Ethier)  
(OECD 2002, WHO 1997, WHO 2006, Marrs & Ballantyne 2004, Cairns 1999, UN 2009)

# Silos réglementaires

Protéger la santé humaine des expositions combinées



Aucune raison valide pour ne pas évaluer les effets cocktails entre les pesticides et les autres produits chimiques

Comportement naturel des produits dans l'environnement

Evans, Martin, et al. (2016). "Should the scope of human mixture risk assessment span legislative/regulatory silos for chemicals?" STOTEN 543-A: 757-764.

## Impacts sur la santé évidents

Métaanalyse de 142 études sur les pesticides

- **Santé reproductive (75)**
  - Réduction significative du poids des bébés, du périmètre crânien et de malformations congénitales dans des études de cohortes robustes.
- **Neurodéveloppement et comportement infantile (32)**
  - L'exposition prénatale aux pesticides est *systématiquement* associée à des déficits mesurables du neurodéveloppement chez des enfants, de la naissance à l'adolescence (Déficit d'attention/hyperactivité, QI réduit, autisme).
- **Santé respiratoire (35)**
  - Des troubles respiratoires obstructifs et constrictifs sont associés à l'exposition aux pesticides. L'exposition maternelle est associée à l'asthme et aux infections respiratoires chez l'enfant.

Marg Sanborn, MD, et al. 2012. **Systematic Review of Pesticide Health Effects**. Ontario College of Family Physicians. 112pps. <http://ocfp.on.ca/docs/pesticides-paper/2012-systematic-review-of-pesticide.pdf>



# Perturbations endocriniennes



Environmental Toxicology and Pharmacology  
Volume 51, April 2017, Pages 56-70



Human exposure to endocrine disrupting chemicals: effects on the male and female reproductive systems

Stavros Sifakis <sup>a</sup>, Vasilis P. Androutsopoulos <sup>a, B</sup>, Aristeidis M. Tsatsakis <sup>c</sup>, Demetrios A. Spandidos <sup>b</sup>

Show more

<https://doi.org/10.1016/j.etap.2017.02.024>

Get rights and content

## Abstract

Endocrine disrupting chemicals (EDCs) comprise a group of chemical compounds that have been examined extensively due to the potential harmful effects in the health of human populations. During the past decades, particular focus has been given to the harmful effects of EDCs to the reproductive system. The estimation of human exposure to EDCs can be broadly categorized into occupational and environmental exposure, and has been a major challenge due to the structural diversity of the chemicals that are derived by many different sources at doses below the limit of detection used by conventional methodologies. Animal and *in vitro* studies have supported the conclusion that endocrine disrupting chemicals affect the hormone dependent pathways responsible for male and female gonadal development, either through direct interaction with hormone receptors or via epigenetic and cell-cycle regulatory modes of action. In human populations, the majority of the studies point towards an association between exposure to EDCs and male and/or female reproduction system disorders, such as infertility, endometriosis, breast cancer, testicular cancer, poor sperm quality and/or function. Despite promising discoveries, a causal relationship between the reproductive disorders and exposure to specific toxicants is yet to be established, due to the complexity of the clinical protocols used, the degree of occupational or environmental exposure, the determination of the variables measured and the sample size of the subjects examined. Future studies should focus on a uniform system of examining human populations with regard to the exposure to specific EDCs and the direct effect on the reproductive system.

- The **estimation of human exposure** to EDCs (...) has been a major challenge due to the structural diversity of the chemicals that are derived by many different sources at doses **below the limit of detection** used by conventional methodologies.
- **Animal and in vitro** studies have supported the conclusion that **endocrine disrupting chemicals affect the hormone dependent pathways** responsible for male and female gonadal development.
- In **human populations**, the majority of the studies point towards an **association between exposure to EDCs** and male and/or female **reproduction system disorders**.
- **A causal relationship between the reproductive disorders and exposure to specific toxicants is yet to be established**

# Pesticides et perturbation endocriniennes

- **Data on environmental exposure** to pesticides and gestational disorders are **scarce**.
- A **population-based case-control study** estimated the risk of maternal-infant disorders.
- **Higher prevalences and risk were observed in areas of high exposure to pesticides**.
- **Environmental pesticides** can be **risk factors** for developing **maternal-infant disorders**.

García, Jessica, et al. "Association of reproductive disorders and male congenital anomalies with environmental exposure to endocrine active pesticides." *Reproductive Toxicology* 71 (2017): 95-100.

# Néonics partout!

Fruits & Légumes  
100% ≥ 1 néonic  
(USA 2015)

## Pollinisateurs essentiels

23% fruits à  
16% légumes  
22% noix et graines

75% des miels du  
monde contaminés  
(2017)

Urine contaminée  
Japon (2014)  
90% ≥ 4 néonics

(Chen et al. 2015, Ueyama et al. 2015, Bonmatin 2017)

Modern Farmer

## Impacts santé humaine des néonics Évolution des découvertes

- **Neurotoxiques** (Récepteurs nicotiques Ach)
- 2007 ARLA **Perturbateur endocrinien** potentiel
- 2012-2014 **Génotoxique + Cytotoxique**
- 2013 (ANSES) **Cancérogène**
- 2013 (EFSA) **Effets neuro-développementaux**
- 2014 **Hépatotoxicité, toxicité thyroïde, testicules, synergies**
- 2014 (Japon) **Empoisonnements, hospitalisation**
- 2015 Agit sur les récepteurs du Glutamate



## Institut national de santé publique du Québec

- Québec
  - Pesticides 39 cancers/an
  - Fruits & Légumes
    - ↓88X cancers
- Prudence



## Cas clinique

- Homme Français 55 ans
- Bonne santé générale
- **Agriculteur** modèle maïs-soya
  - Applique pesticides depuis 40 ans
- Juin 2004: **Intoxication aigue** par inhalation (Lasso)
  - 0.3% Chlorométhyl d'ester d'acide acétique
  - 43% Alachlor
  - 50% Monochlorobenzine
  - 7% Secret
  - Ensuite OK
- Nov 2004: **Coma**
  - Hospitalisé 5 mois

**Diagnostic Médical**  
**Psychosomatique**  
**Soins psychiatriques**

### Rectification

Lésion cervicales évolutives

### Justice

Poursuites contre Monsanto

2007 Plainte

2012 Victoire

2015 Victoire appel

Maintenant culture bio!

Paul François

[La mort est dans le pré \(documentaire 2014\)](#)

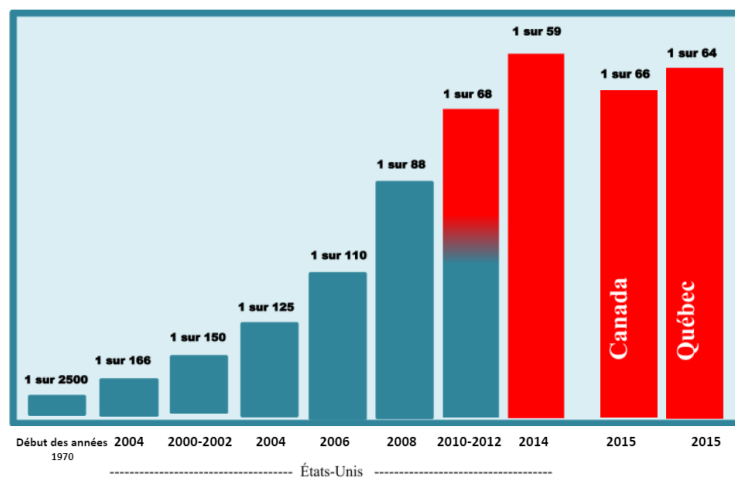
## Sensibilité Accrue des Enfants

- Faible masse corporelle
  - Respirent, boivent et mangent proportionnellement plus que des adultes
  - Ratio surface de peau/masse corporelle plus grand
- Jouent au sol
- Mettent tout dans la bouche
- Peau plus perméable
- Système de détoxification immature
- Charge toxique maternelle
- Fenêtre de sensibilité
  - Développement du cerveau



Photo: Louise Hénault-Ethier

## Prévalence de l'autisme entre les années 1970 et 2015



CDC 2007, 2014, 2018; Agence de la santé publique du Canada (2018)

## Lien entre autisme et pesticides

- De tous les produits chimiques, c'est l'exposition aux **pesticides** durant la **grossesse** qui est le plus fortement associé à l'autisme (1,2)
- L'exposition aux pesticides même **avant la conception**, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison, peut influencer le neurodéveloppement des générations futures (2,3).
- La **proximité des résidences aux sites agricoles** où sont appliqués les pesticides augmente le risque d'avoir un enfant atteint d'autisme **jusqu'à 60%** (2,4).

1) Rossignol et al. 2014 Environmental toxicants and autism spectrum disorders: a systematic review. *Transl Psychiatry*. 4(2): e360.

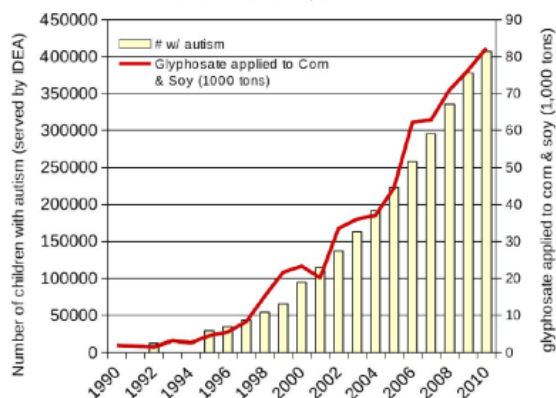
2) Shelton et al. 2014 Neurodevelopmental Disorders and Prenatal Residential Proximity to Agricultural Pesticides: The CHARGE Study. *Environmental health perspectives* 122(10)

3) Schmidt et al. 2017 Combined Prenatal Pesticide Exposure and Folic Acid Intake in Relation to Autism Spectrum Disorder. *Environ Health Perspect*. 125(9)

4) Schmidt et al. 2016 Self-reported pregnancy exposures and placental DNA methylation in the MARBLES prospective autism sibling study. *Environ Epigenet*. 2(4)

## Autisme et pesticides

Number of children (6-21yrs) with autism served by IDEA plotted against glyphosate use on corn & soy ( $R = 0.9893$ ,  $p <= 3.629e-07$ )  
Sources: USDA:NASS; USDE:IDEA



### • Pesticides impliqués dans TSA

- De Cock et al. 2012
- Organochlorés
  - Roberts et al. 2007
- Organophosphorés
- Pyréthrinoïdes
  - Shelton et al. 2012
- Chlorpyrifos
- Glyphosate ?
  - Effet antibiotique dérègle la flore intestinale???
  - Samsell & Seneff 2015

Samsell A, Seneff S. Glyphosate's suppression of cytochrome P450 enzymes and amino acid biosynthesis by the gut microbiome: pathways to modern diseases. *Entropy* 2013; 15: 1416-1463.

De Cock M, Maas YG, van de Bor M. Does perinatal exposure to endocrine disruptors induce autism spectrum and attention deficit hyperactivity disorders? Review. *Acta paediatrica* 2012; 101: 811-818.

Roberts EM, English PB, Grether JK, Windham GC, Somberg L, Wolff C. Maternal residence near agricultural pesticide applications and autism spectrum disorders among children in the California Central Valley. *Environmental health perspectives* 2007: 1482-1489.

Shelton JF, Hertz-Picciotto I, Pessah IN. Tipping the balance of autism risk: potential mechanisms linking pesticides and autism. *Environmental health perspectives* 2012; 120: 944.

## Chlorpyrifos Des risques élevés

- Dans l'environnement:
  - Très persistant
  - Bioaccumulable
  - Fortement lessivable
- Nocif pour la santé
  - Effets neurodéveloppementaux
- Nocif pour les animaux
  - Très à modérément toxique

(CRAAQ 2017)



## Évolution de l'encadrement

- Québec
  - 2006 Banni pelouses
  - 2017 Prescriptions?
- Canada
  - 29 produits homologués
  - Décision proposée 2018
- États-Unis
  - 2005 EPA Annonce bannissement (problèmes développement enfants)
  - 2016 EPA confirme risques aliments & eau
  - 2017 Ré-évaluation repoussée à 2022

(CRAAQ 2017; Gingras 2006; CBC 2010; Santé Canada 2016; US EPA 2017; New York Times 2017)





