



santé & environnement



EXPOSITIONS À DES POLLUANTS CHIMIQUES : IMPACTS EN PÉDOPSYCHIATRIE

Webinaire du 20 novembre 2025

DÉROULÉ

Intervenante : dr Cécile STRATONOVITCH, pédiatre

Animateurs : dr Cécile LECOLLIER et dr Michel HORVATH, médecins généralistes et élus URPS



Webinaire séquencé en **3 parties**



Merci de transmettre vos questions et commentaires via **le tchat**



Le replay sera mis en ligne sur le site de l'URPS

- Définition des TND, évolution de l'incidence
- Panorama des molécules problématiques et voies d'expositions
- Contamination des milieux

PARTIE 1

Définition des TND

DÉFINITION GÉNÉRALE

Les **troubles neuro-développementaux** sont caractérisés par un déficit du développement qui provoque une altération du fonctionnement personnel, social, scolaire ou professionnel. Ces troubles entraînent typiquement des difficultés dans l'acquisition, l'utilisation ou l'intégration des compétences cognitives, motrices, langagières ou comportementales.

LES PRINCIPAUX TROUBLES INCLUS DANS CETTE CATÉGORIE

1. Trouble du développement intellectuel (anciennement « retard mental »)
2. Trouble de la communication (ex. : trouble du langage TSLO, trouble de la communication sociale)
3. Trouble du spectre de l'autisme (**TSA**)
4. Trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (**TDAH**)
5. Trouble spécifique des apprentissages
6. Troubles moteurs (ex. : trouble du développement de la coordination)

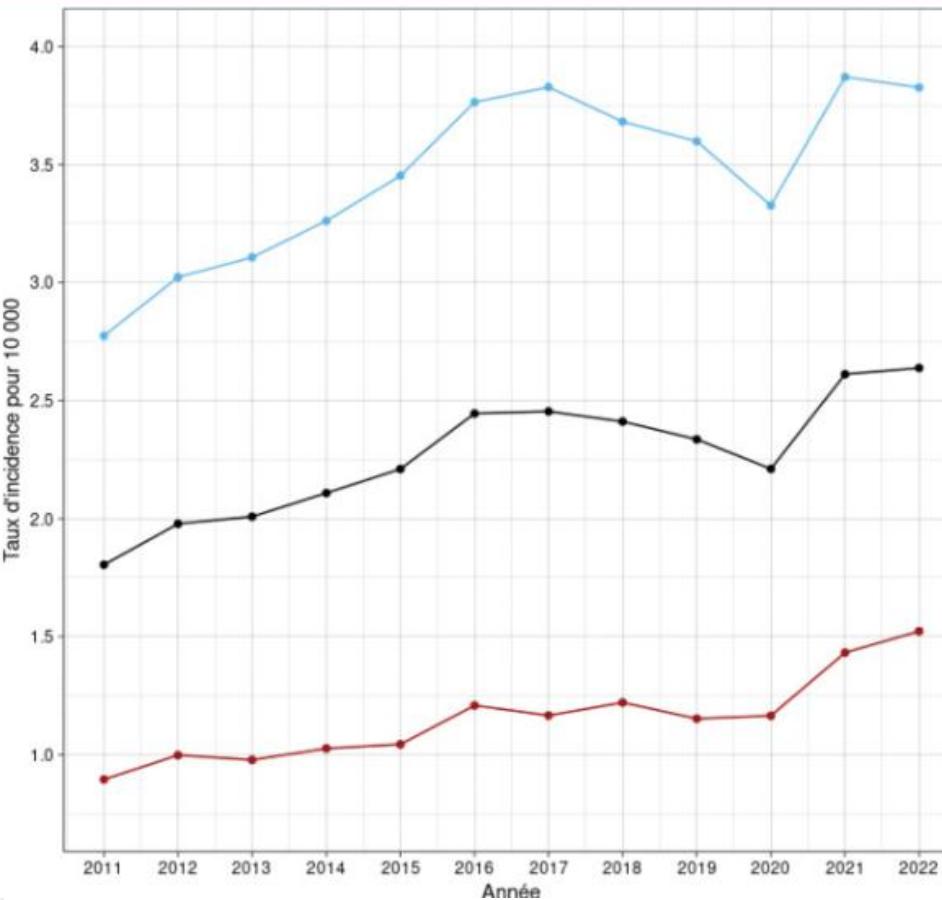
=> Souvent comorbidités, association de plusieurs TND

Définition TSA

Selon le DSM-5, le **Trouble du Spectre de l'Autisme** (TSA) se caractérise par :

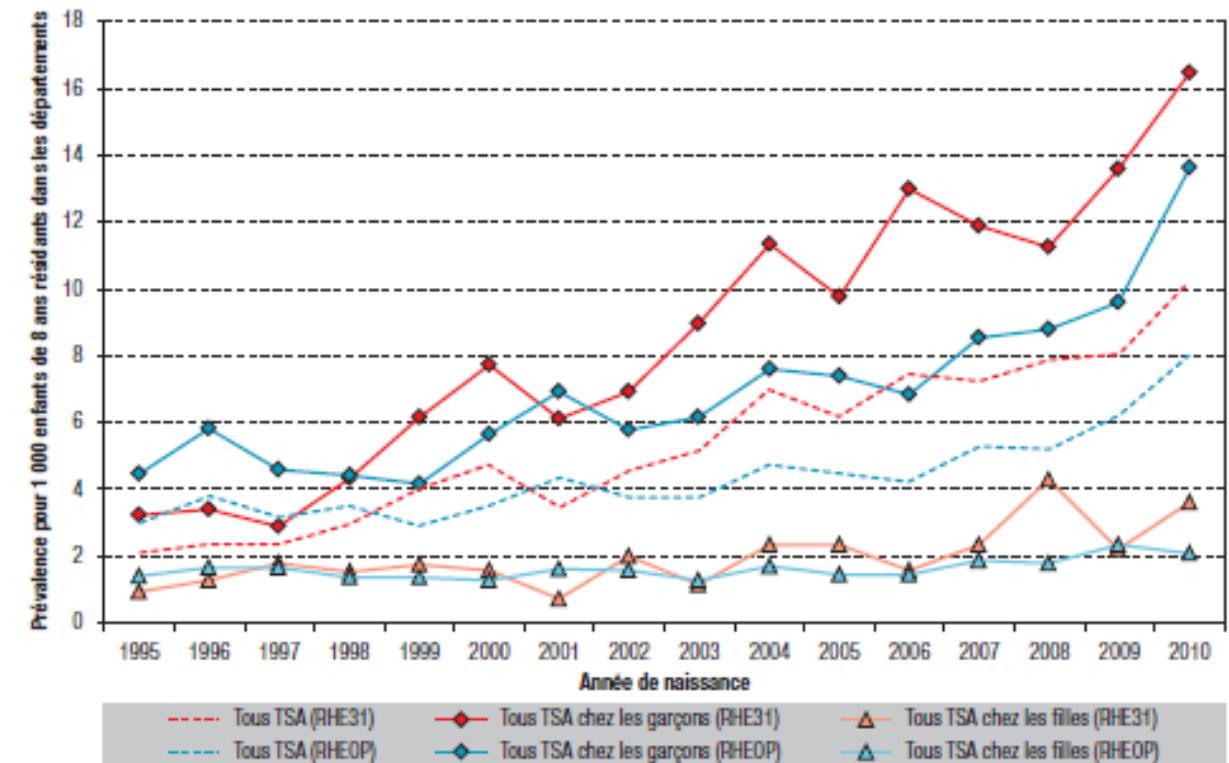
- Des **déficits persistants dans la communication et les interactions sociales**, observés dans des contextes variés (ex. : réciprocité sociale, communication non verbale, développement, maintien et compréhension des relations).
- Des **comportements, intérêts ou activités restreints et répétitifs** (ex. : mouvements stéréotypés, adhésion inflexible à des routines, intérêts restreints, hyper- ou hyporéactivité aux stimuli sensoriels).
- Les symptômes doivent être présents dès la période de développement précoce et causer une altération cliniquement significative du fonctionnement social, scolaire ou professionnel.

Evolution de l'incidence des TSA



Ponnou et al., 2025, Neuropsy (Elsevier Masson). Figure 2 — Évolution de la prévalence des diagnostics d'autisme en France (2010-2022) selon le SNDS.

Évolution de la prévalence de l'ensemble des TSA en fonction du sexe pour 1 000 enfants de 8 ans résidant dans les départements couverts par les deux registres (RHE31 et RHEOP) et nés entre 1995 et 2010



TSA : Trouble du spectre de l'autisme.

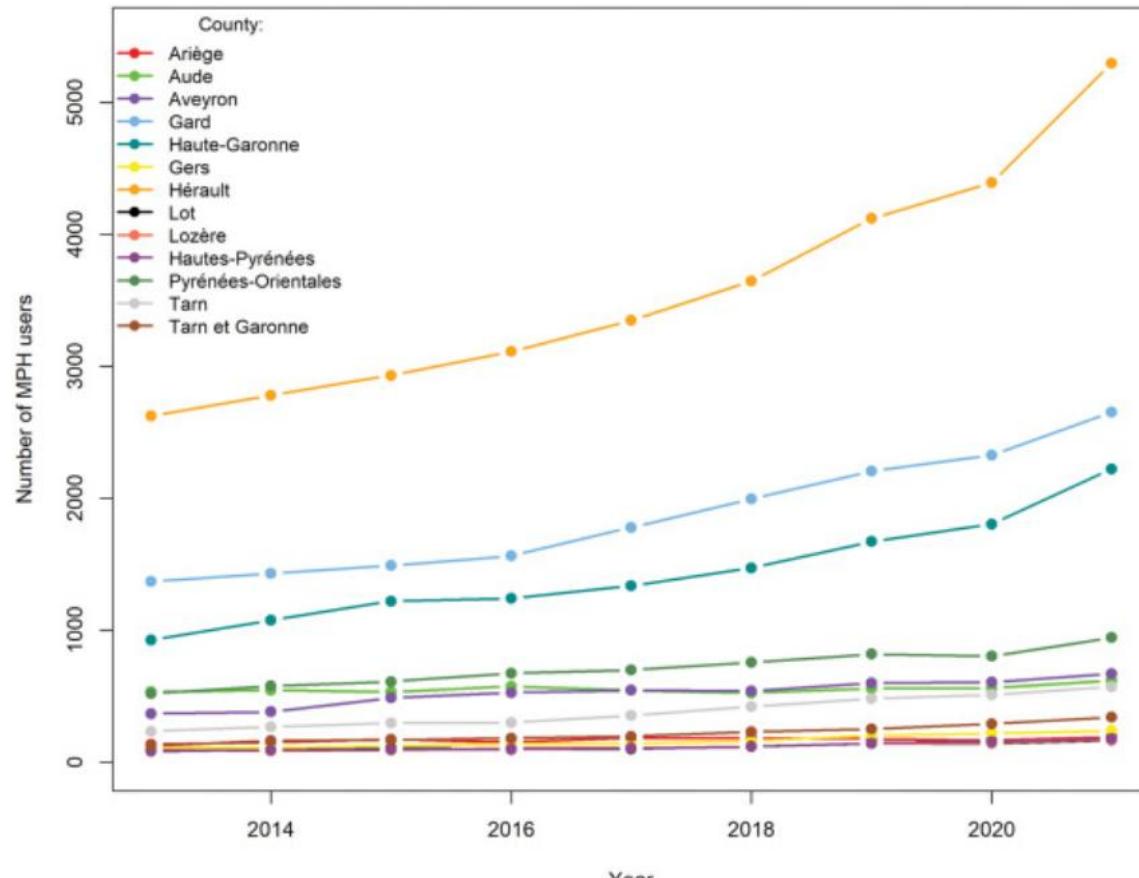
Ha C, Chee CC. Prévalence des troubles du spectre de l'autisme / Prevalence of Autism Spectrum Disorders. BEH 2020.

Définition TDAH

Selon le DSM-5, le **Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité** (TDAH) se caractérise par un schéma persistant d'inattention et/ou d'hyperactivité-impulsivité interférant avec le fonctionnement ou le développement.

- **Inattention** : difficulté à maintenir l'attention, oubli fréquents, distractibilité, erreurs d'étourderie.
- **Hyperactivité et impulsivité**: agitation motrice, difficulté à rester assis, parle excessivement, interrompt souvent les autres.
- Les symptômes doivent être présents avant l'âge de 12 ans, dans au moins deux contextes (école, domicile, travail, etc.), et entraîner une altération du fonctionnement social, scolaire ou professionnel.

Evolution de l'incidence des TDAH



Velay A, Alexis J, Papinaud L, Domerg C, Ouakil DP, Willig TN, et al. Evolution of methylphenidate prescriptions in the region of Occitanie, France, from 2013 to 2021. *L'Encéphale* [Internet]. 4 avr 2025 [cité 11 nov 2025]; Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013700625000600>

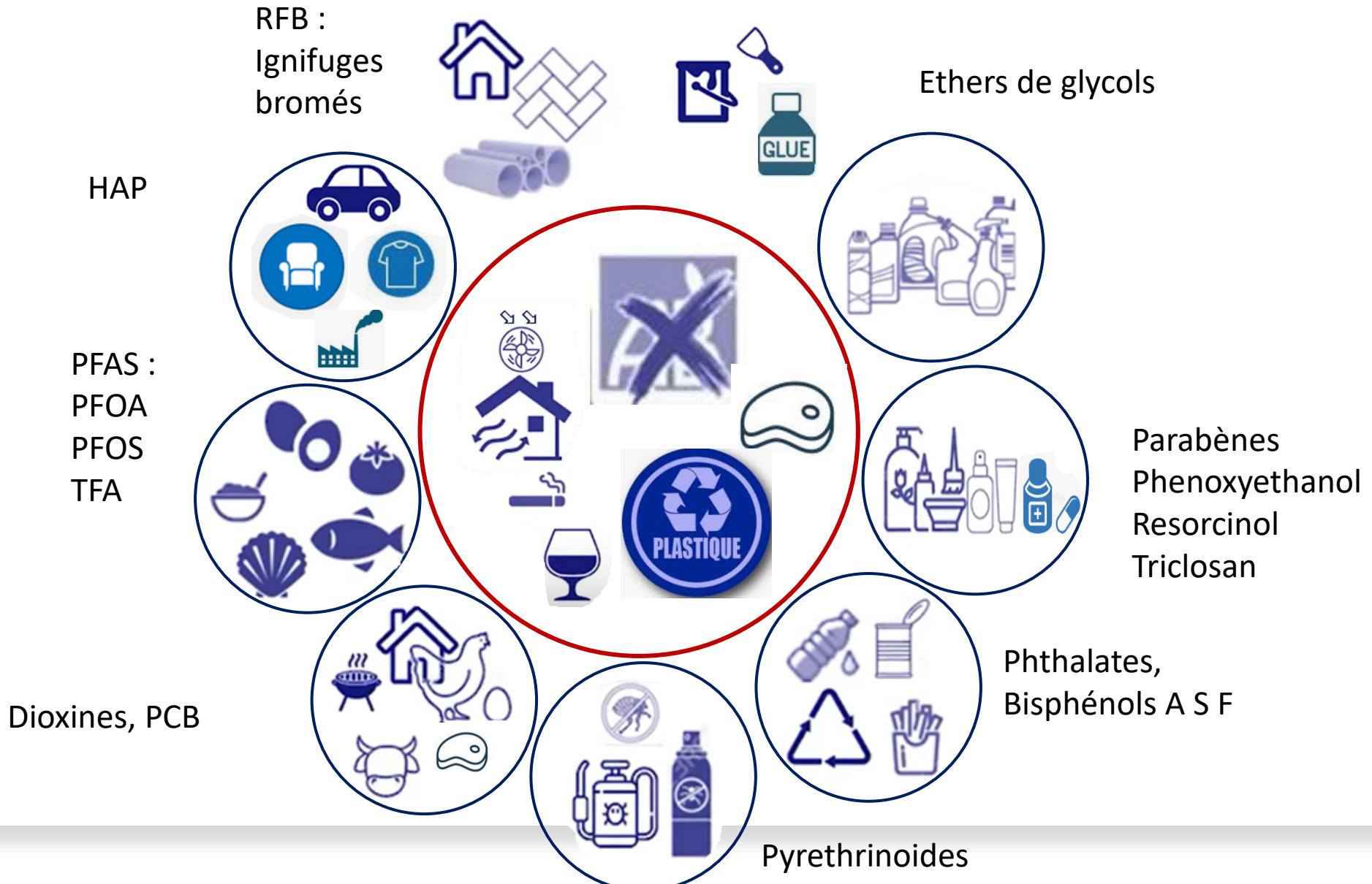
- Large augmentation des prescriptions de methylphenidate
- La prévalence paraît stable en France, 3,5 à 5% selon les études, pas d'étude d'incidence disponible.
- Notion d'augmentation importante dans le monde, reflétant l'émergence de ce diagnostic

HAS : Trouble du neurodéveloppement/ TDAH : Diagnostic et interventions thérapeutiques auprès des enfants et adolescents. juill 2024;

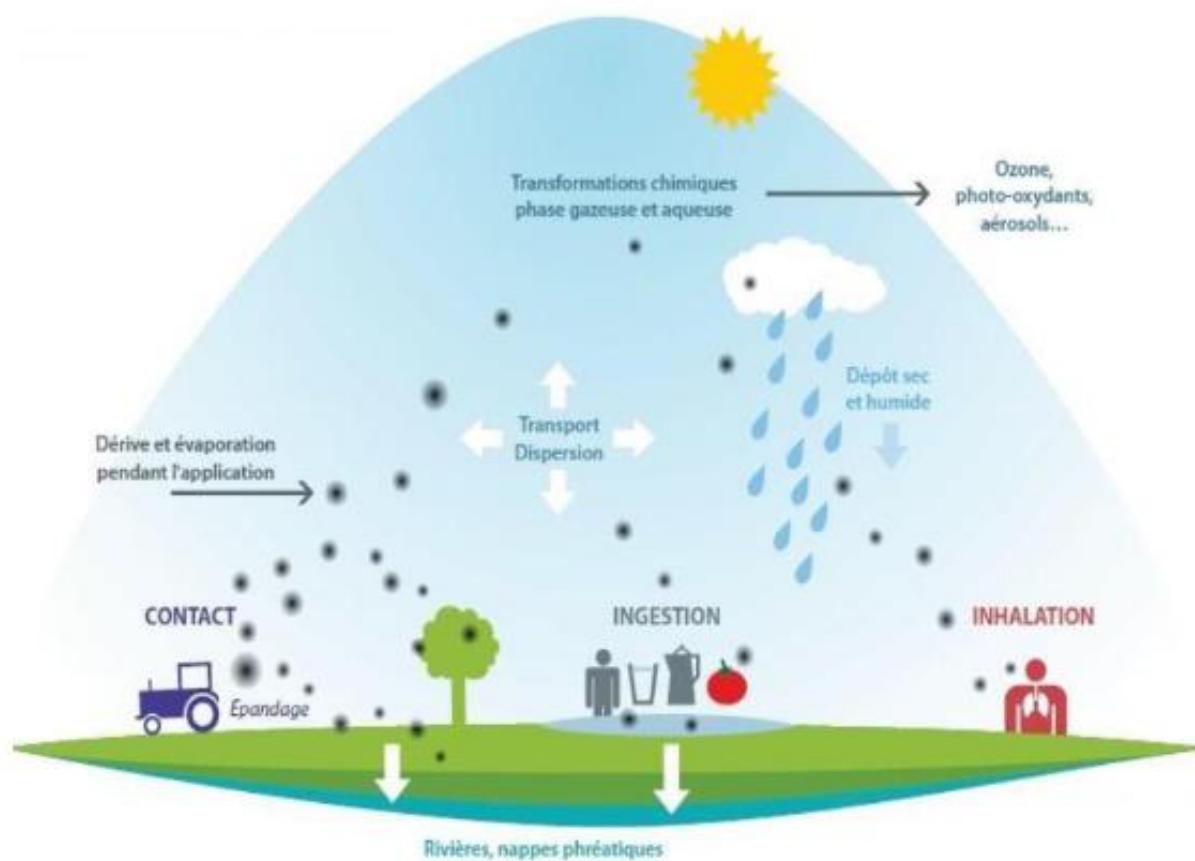
Evolution de l'incidence des TSA et TDAH

- **TSA** : Apparente augmentation des diagnostics et de la prévalence observée — registres et données SNDS montrent une hausse des cas identifiés chez les enfants, particulièrement visible dans les registres départementaux (Isère, Savoie, Haute-Savoie, Haute-Garonne).
- **TDAH** : Prévalence estimée stable à ~3.5–5% chez l'enfant selon les études françaises, mais reconnaissance clinique et prescriptions (médicamenteuses) ont augmenté ces dernières années.
- Interprétation : *une partie* de l'augmentation apparente pour les TSA tient à une meilleure détection, à l'élargissement des critères diagnostiques et à une sensibilisation accrue ; pour le TDAH la prévalence vraie reste débattue, avec une hausse notable des prises en charge et des prescriptions.

Déterminants d'exposition



Voies d'exposition



En général

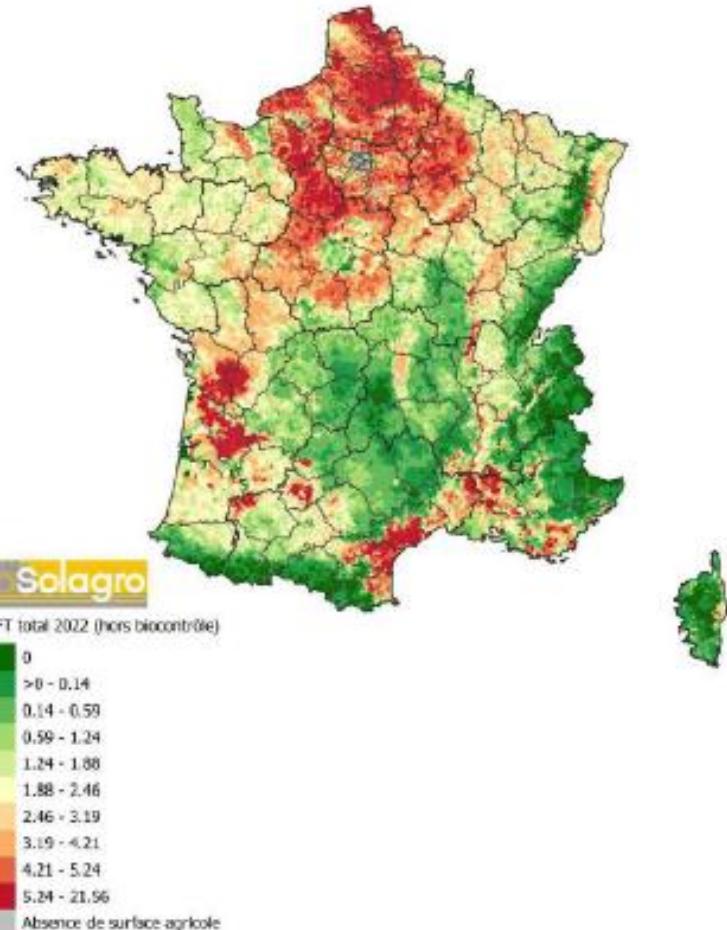
Ingestion +++, alimentation > eau

Ingestion > inhalation et voie cutanée

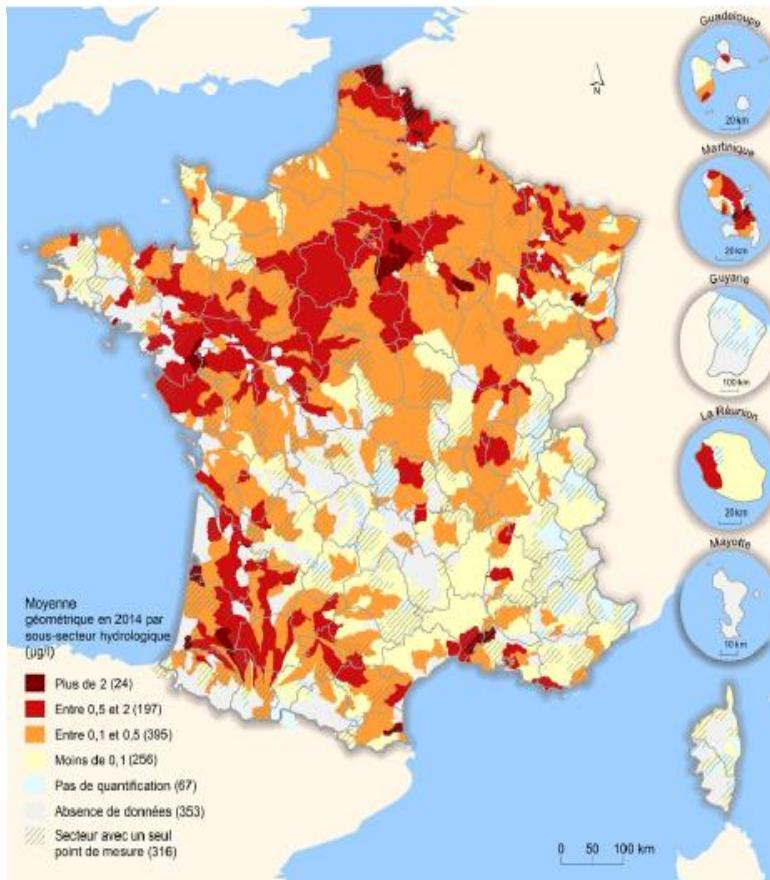
Sauf situations particulières (riverains, expositions professionnelles)

Pesticides dans l'eau en France

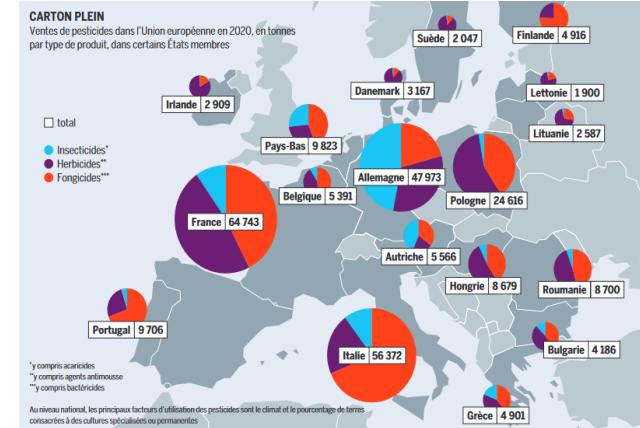
L'un des plus grands consommateurs de pesticides en Europe...



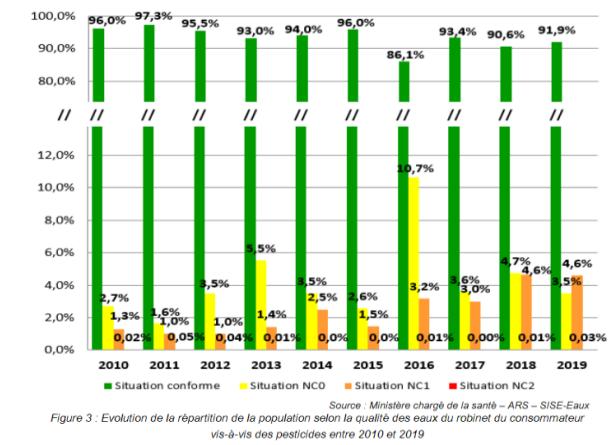
Chayre, A, C Gibert, et Y Mezilet. « Carte ADONIS présentant par commune l'usage des pesticides au travers de l'indice de fréquence de traitement (IFT) Évolutions 2020-2022 ». Solagro, Novembre 24. <https://solagro.org/nos-domaines-d-intervention/agroecologie/carte-pesticides-adonis>



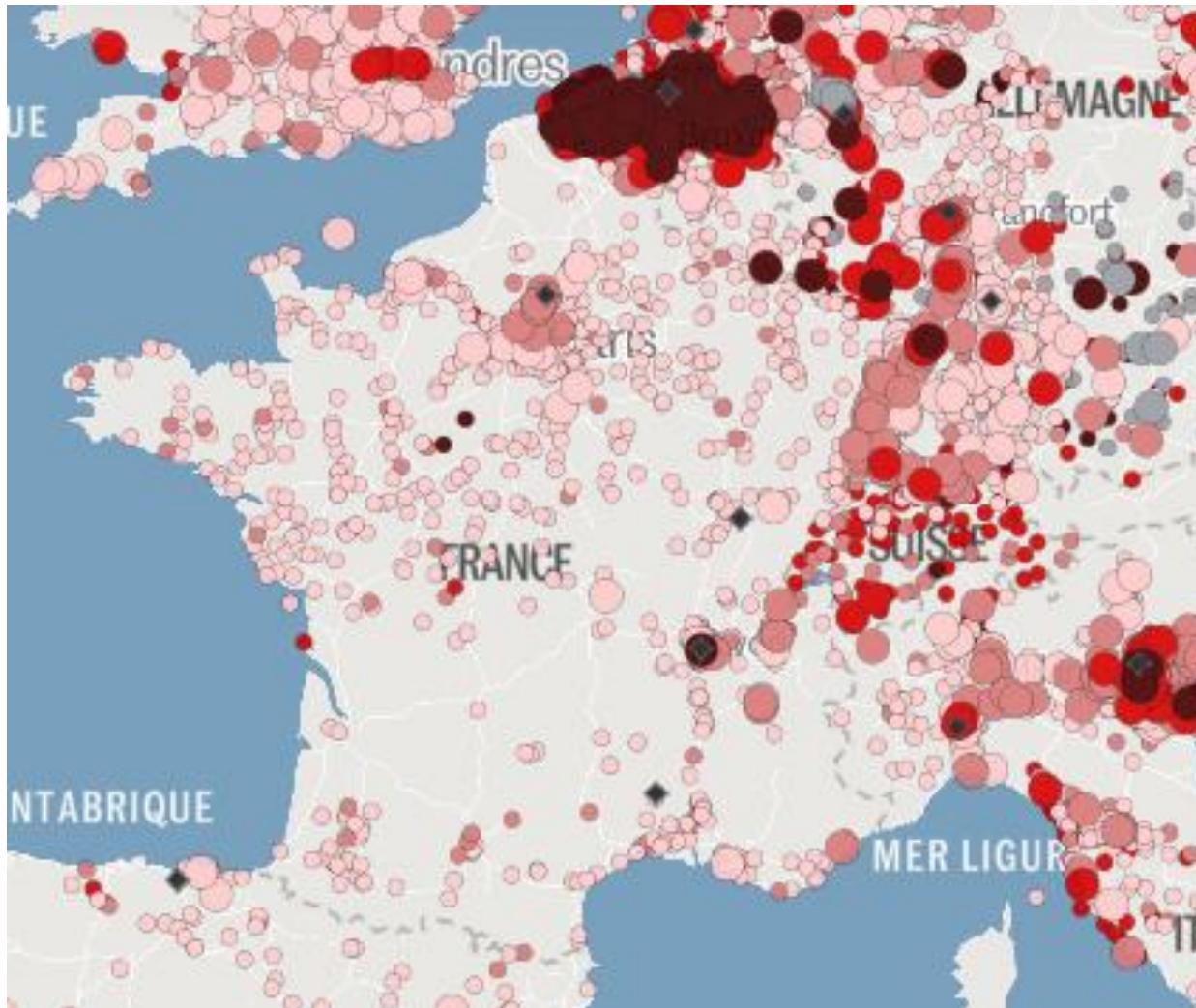
« Pesticides dans les eaux de surface ». Agences et offices de l'eau, BGRM, traitement SOeS, 2014.



Non-conformité croissante de l'eau du robinet



PFAS en France et en Europe



23 000 sites positifs en Europe, dont
2300 hot spot > 100 ng/kg

Recherche dans eau sera systématique
dès janvier 2026, y compris le TFA
(action GF ++). Août 2025, publication
de cartes par le Ministère de la Santé.

20 PFAS à rechercher selon directive
européenne.
Famille de milliers de composés...

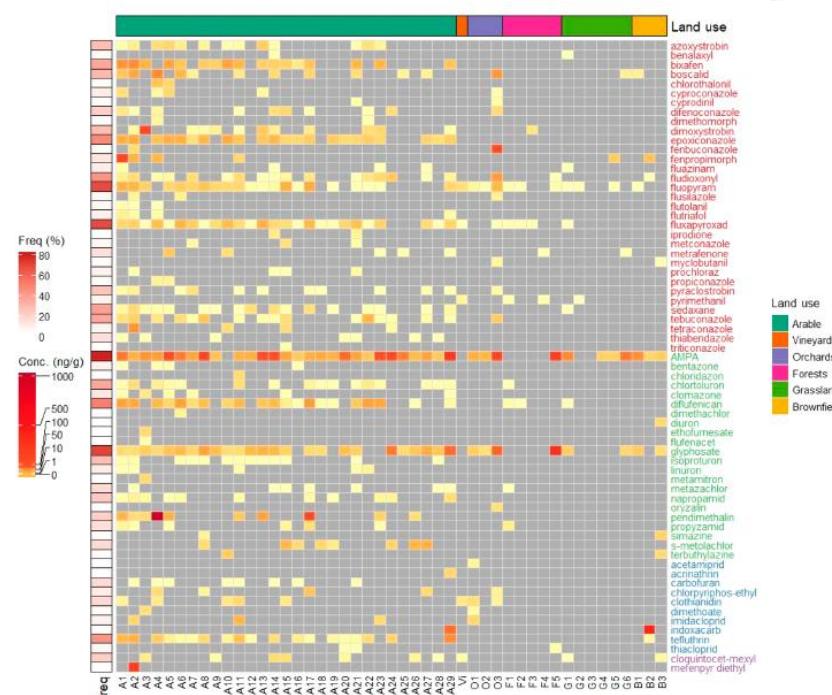
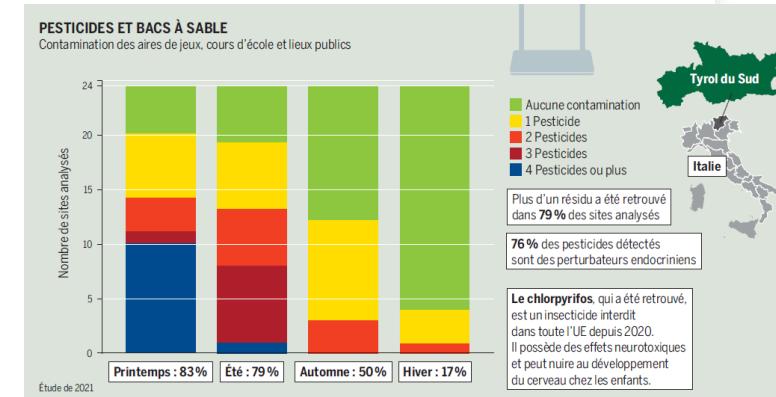
Problématiques concernant la surveillance des milieux Air et Sol en France

• Air :

- Pas de plan national de surveillance des pesticides de l'air
 - Saisonnalité, multiplicité de substances, métabolites, dérive des substances

• Sols :

- Pas de plan de surveillance nationale
 - Perte de l'écosystème sol, appauvrissement, ruissellement
 - 47 sites échantillonnés, 98% au moins une substance, jusqu'à 33 substances...



Contamination ubiquitaire et bio accumulation



Article

Multiresidue Pesticide Analysis in Tea Using GC-MS/MS to Determine 12 Pesticide Residues (GB 2763-2021)

Kunming Zheng^{1,†}, Rongmei Lin^{2,†}, Xuezhi Liu³, Xiaoping Wu¹, Rongfeng Chen^{4,*} and Mengquan Yang^{5,6,*}



Neonicotinoid detection in rainwater in Japan

Zanne Sandriati PUTRI⁰, Toshiko SATO⁰, Yared Beyene YOHANNES⁰, Yoshinori IKENAKA^{2,3,4,5} and Masumi YAMAMURO⁰

PLOS ONE

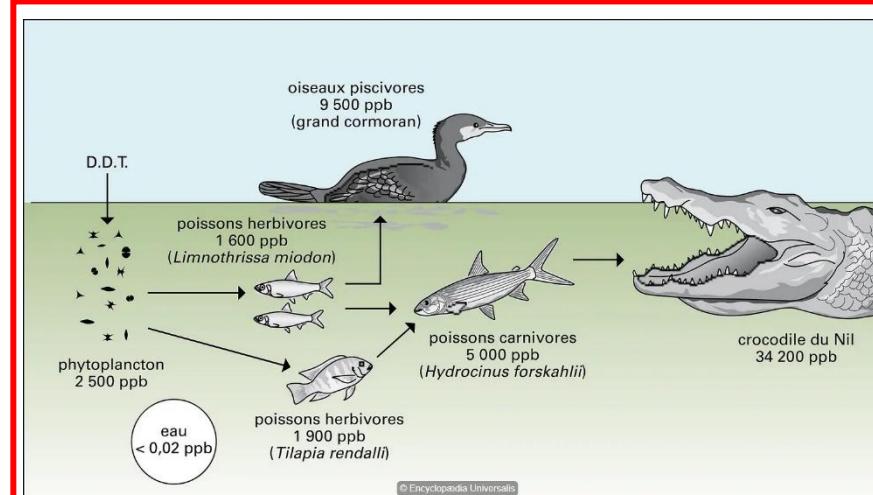
RESEARCH ARTICLE
The power to (detect) change: Can honey bee collected pollen be used to monitor pesticide residues in the landscape?

Emily A. Carlson⁰, Andony Melathopoulos⁰, Ramesh Sagili⁰
Department of Horticulture, Oregon State University, Corvallis, Oregon, United States of America

OCCURRENCE, FATE, AND TRANSPORT OF CONTAMINANTS IN INDOOR AIR AND ATMOSPHERE | September 8, 2025

Are Clouds a Neglected Reservoir of Pesticides?

Angelica Bianco*, Pauline Nibert, Yi Wu, Jean-Luc Baray, Marcello Brigante, Gilles Mailhot, Laurent Deguillaume, Davide Vione, Damien J. E. Cabanes, Marie Méjean, and Pascale Besse-Hoggon



Bioamplification du D.D.T. dans le réseau trophique du lac Kariba au Zimbabwe. Les nombres indiquent les concentrations en D.D.T. dans les différents maillons de la chaîne trophique, exprimées en ppb (1 ppb = 1 µg/l) (d'après Berg in F. Ramade, « Introduction à l'écotoxicologie », Lavoisier Tec&Doc, 2007).



Environment International
Volume 59, September 2013, Pages 485-493



Three decades (1983–2010) of contaminant trends in East Greenland polar bears (*Ursus maritimus*). Part 1: Legacy organochlorine contaminants

Rune Dietz ^a , Frank F. Rigét ^a, Christian Sonne ^a, Erik W. Born ^b,
Thea Bechshøft ^a, Melissa A. McKinney ^c, Robert J. Letcher ^d



Environmental Research
Volume 106, Issue 2, February 2008, Pages 277-283



A comparison of infant hair, cord blood and meconium analysis to detect fetal exposure to environmental pesticides

Enrique M. Ostrea Jr. ^a , Dawn M. Bielawski ^a, Norberto C. Posecón Jr. ^a,
Melissa Corrion ^a, Esterlita Villanueva-Uy ^b, Yan Jin ^a, James J. Janisse ^c, Joel W. Ager ^c



Ecotoxicology and Environmental Safety
Volume 219, August 2021, 112363



Seasonal variation and positive matrix factorization result reveal the sources of giant pandas' exposure to POPs

Yan Zhao ^{a,b}, Yi-ping Chen ^a , Qing-yi Ma ^c



J. Dairy Sci. 107:1916–1927
<https://doi.org/10.3168/jds.2023-23512>

© 2024, The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of the American Dairy Science Association . This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Detection of 11 carbamate pesticide residues in raw and pasteurized camel milk samples using liquid chromatography tandem mass spectrometry: Method development, method validation, and health risk assessment

Rana Morsi,¹ , Kilani Ghoudi,² , Mutamed M. Ayyash,³ , Xiue Jiang,⁴ and Mohammed A. Meetani^{1*}

Pesticides dans l'alimentation

- Alimentation largement contaminée
 - Plusieurs résidus de pesticides présents dans 25% des aliments. Fruits légumes 60% au moins 1 résidu.
 - Dépassement LMR 2%
- Construction des normes très complexe (DJA) et pourtant peu protectrices...
- Contrôles très insuffisants : 110 000 en 2021 pour Europe entière
 - Nombre de contrôle, molécules et métabolites testés, notamment à l'import, lenteur de retrait du marché si dépassement

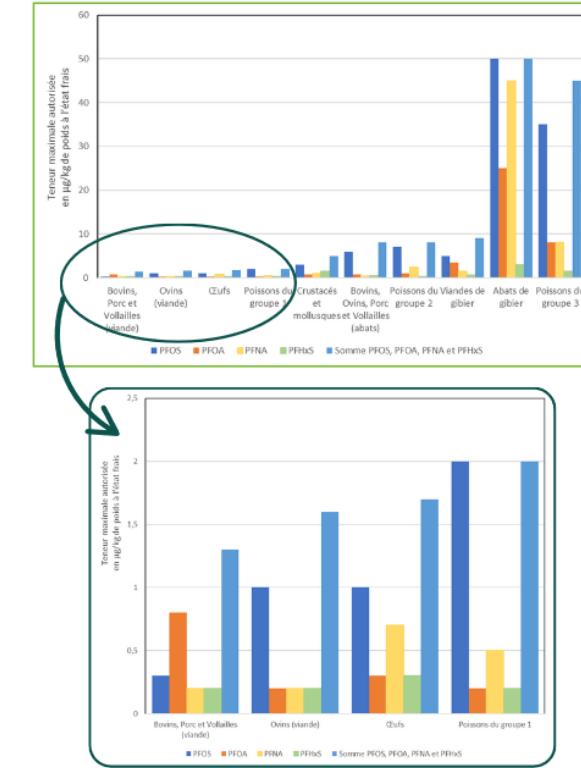


Figure 2- Teneurs autorisées par le règlement UE 2023/915 pour les 4 PFAS (PFOS, PFOA, PFNA et PFHxS) et leur somme selon le type de denrées alimentaires

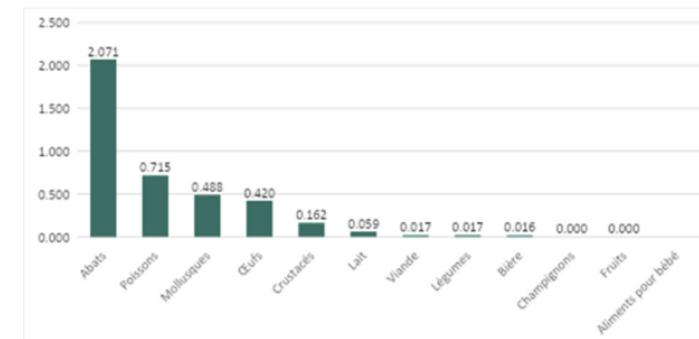
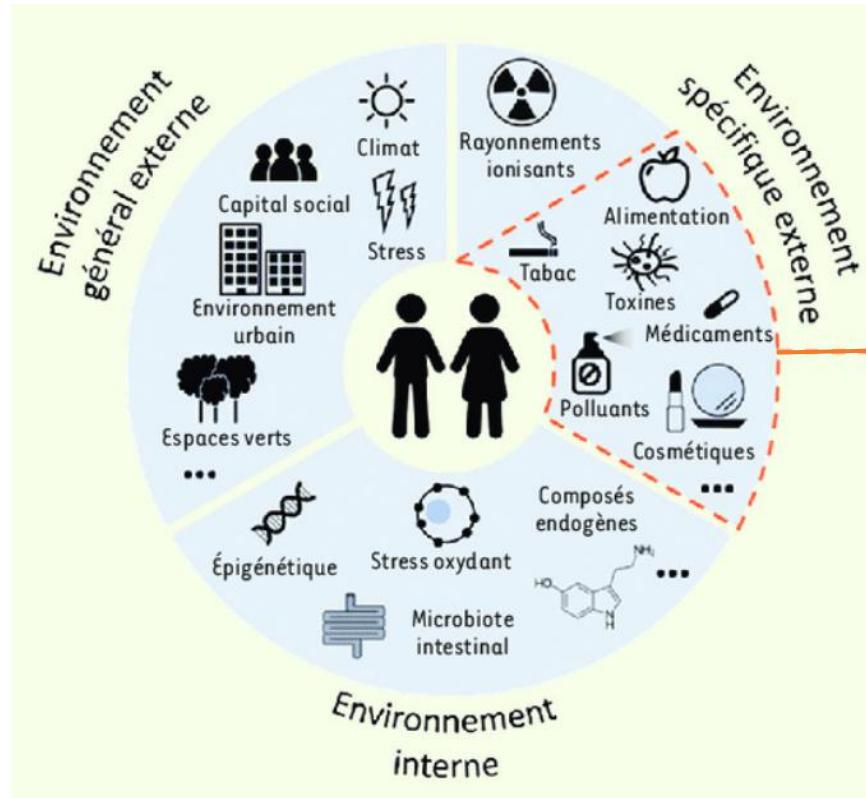


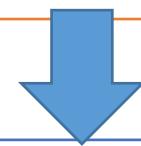
Figure 7 - Taux moyen de la somme des 4 PFAS réglementés dans les aliments contrôlés en France, Allemagne, Pays-Bas et Danemark en 2023 en µg/kg de poids à l'état frais

European Food Safety Authority (EFSA), Carrasco Cabrera L, Di Piazza G, Dujardin B, Marchese E, Medina Pastor P. The 2023 European Union report on pesticide residues in food. EFS2 [Internet]. mai 2025 [cité 22 août 2025];23(5). Disponible sur: <https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efsa.2025.9398>

Exosome xénobiotique



Exosome xénobiotique : cumul des expositions à des facteurs environnementaux d'origine anthropique (xénobiotiques) que subit un organisme de sa conception à sa fin de vie, en passant par le développement *in utero*, complétant l'effet du génome.
(exosome chimique externe = xénobiotiques + toxines)



Fenêtres de vulnérabilité => concept de DOHaD

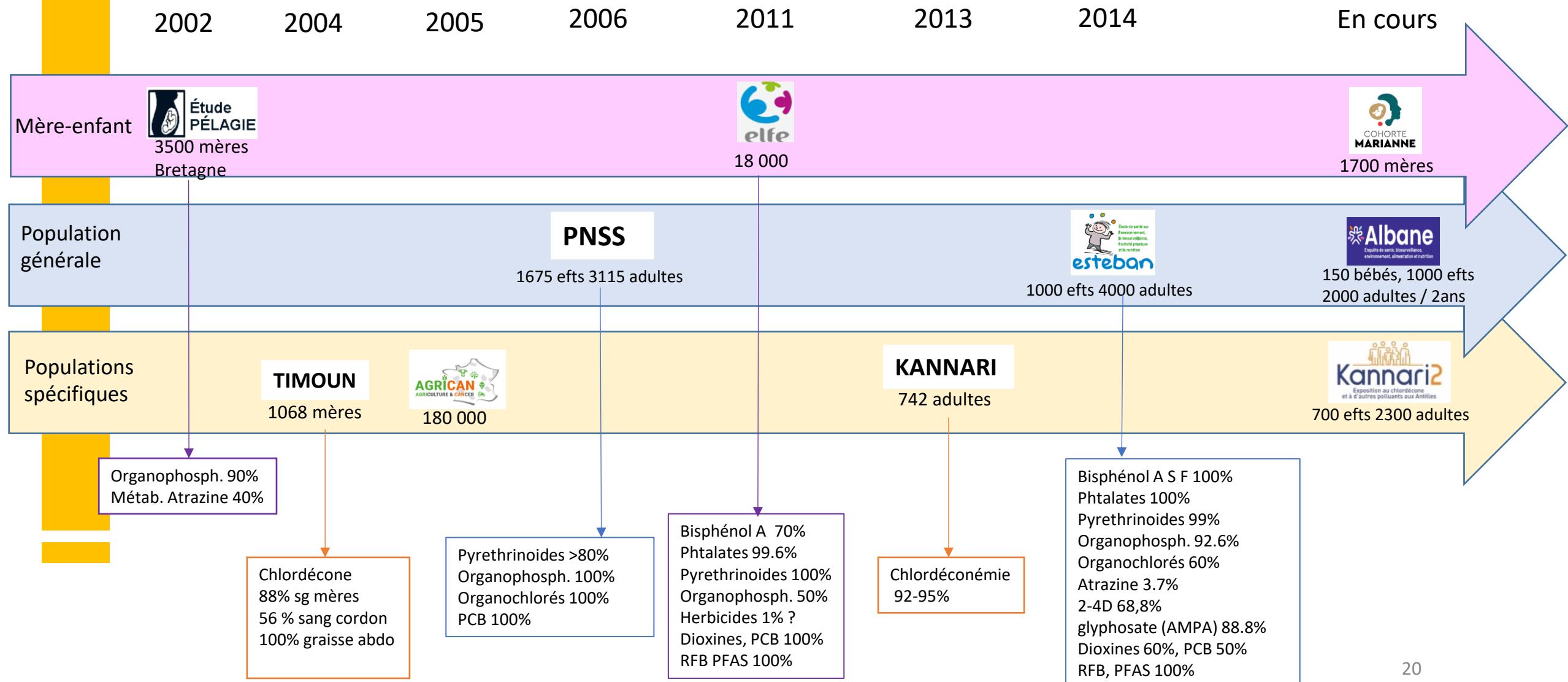
Wild, Christopher Paul. « Complementing the Genome with an “Exosome”: The Outstanding Challenge of Environmental Exposure Measurement in Molecular Epidemiology ». *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention: A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology* 14, n° 8 (août 2005): 1847-50. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-05-0456>.

QUESTIONS / REPONSES

- Expositions humaines (données des cohortes principales françaises)
- Liens de causalité établis : rapports Inserm
- Mécanismes de toxicité

PARTIE 2

Principales cohortes et études en France



Expertise INSERM - 2013

Bilan des études analysées sur l'exposition aux pesticides et la survenue d'une pathologie chez l'adulte¹⁵ et l'enfant

Association positive entre exposition professionnelle aux pesticides et pathologies chez l'adulte (d'après la synthèse des données analysées)

Pathologies	Populations concernées par un excès de risque significatif	Présomption d'un lien ^a
LNH	Agriculteurs, applicateurs de pesticides, ouvriers en industrie de production	++
Cancer de la prostate	Agriculteur, applicateurs de pesticides, ouvriers en industrie de production	++
Myélome multiple	Agriculteurs, applicateurs de pesticides	++
Maladie de Parkinson	Professionnelles et non professionnelles	++
Leucémies	Agriculteurs, applicateurs de pesticides, ouvriers en industrie de production	+
Maladie d'Alzheimer	Agriculteurs	+
Troubles cognitifs ^b	Agriculteurs	+
Impact sur la fertilité, fécondabilité	Populations professionnelles exposées	+
Maladie de Hodgkin	Populations agricoles	±
Cancer du testicule	Populations agricoles	±
Tumeurs cérébrales (gliomes méningiomes)	Populations agricoles	±
Mélanome cutané	Populations agricoles	±
Sclérose latérale amyotrophique (SLA)	Agriculteurs	±
Troubles anxioc-dépressifs ^b	Agriculteurs, agriculteurs ayant des antécédents d'intoxications aiguës, applicateurs	±

Association positive entre exposition professionnelle ou domestique aux pesticides et cancers et développement de l'enfant (d'après la synthèse des données analysées)

Effets	Populations concernées par un excès de risque significatif	Présomption d'un lien ^a
Leucémies	Populations professionnelles exposées pendant la grossesse, populations concernées par une exposition résidentielle en période pré-natale	++
Tumeurs cérébrales	Populations professionnelles exposées pendant la grossesse	++
Malformations congénitales	Populations professionnelles exposées pendant la grossesse Populations exposées au domicile (proximité, usages domestiques)	++ +
Morts fœtales	Populations professionnelles exposées pendant la grossesse	+
Neurodéveloppement	Populations exposées au domicile (proximité, usage domestique, alimentation) ^b Populations professionnelles exposées pendant la grossesse	++ ±

Hypospades
Fentes orales
Anomalies cardiaques et paroi abdo
Anom tube neural

^a Les cotations reprennent l'appréciation de la présomption du lien d'après l'analyse des résultats des études rapportées dans la synthèse : présomption forte (++) , présomption moyenne (+) et présomption faible (±)

^b Pesticides organophosphorés

Expertise INSERM - 2021

Présomption d'un lien entre exposition aux pesticides et développement neuropsychologique et moteur de l'enfant : résultats des études sans biomarqueurs chez les femmes enceintes

Exposition pendant la grossesse	Atteintes observées chez l'enfant	Présomption d'un lien
Exposition non professionnelle (usage domestique, proximité résidentielle aux zones d'épandage agricole)	Altération des capacités motrices et cognitives Comportement évocateur des troubles du spectre autistique	+
Exposition professionnelle aux pesticides (sans distinction)	Altération des capacités motrices et cognitives	± ^a

+ d'après les résultats de deux cohortes et une étude cas-témoins (mais mesure de l'exposition insuffisante) [Données nouvelles](#)

±^a d'après les résultats d'une étude cas-témoins [Données nouvelles](#) ; ±^b d'après les résultats de deux études transversales, résultats de 2013

Pesticides et effets sur la santé

Nouvelles données

Institut national de la santé et de la recherche médicale, éditeur. Pesticides et effets sur la santé: nouvelles données. Éd. actualisée. Les Ulis: EDP sciences; 2021. (Expertise collective).

Familles et substances actives impliquées dans les excès de risque d'altération du développement neuropsychologique et moteur* de l'enfant : résultats des études avec biomarqueurs chez les femmes enceintes

Exposition pendant la grossesse	Atteintes observées chez l'enfant	Présomption d'un lien
Organophosphorés		
Sans distinction	Altération des capacités motrices, cognitives et des fonctions sensorielles Comportement évocateur des troubles du spectre autistique	++ + ^a
Chlorpyrifos	Altération des capacités motrices et cognitives	+ ^b Interaction avec PON1
Malathion Méthyl-parathion	Altération des capacités motrices et cognitives	+ ^c Interaction avec PON1
Carbamates/ Thiocarbamates		
Propoxur	Altération des capacités motrices et cognitives	+ ^c
Pyréthinoïdes		
Sans distinction	Troubles du comportement de type internalisé tels que l'anxiété Altération des capacités motrices et cognitives	++ ±
Organochlorés**		
Chlordécone	Altération de la motricité fine	+ ^d
++ d'après les résultats de dix-huit cohortes pour les organophosphorés, renforce les résultats de 2013 ; d'après les résultats de trois cohortes pour les pyréthinoïdes Données nouvelles		
+ ^a d'après les résultats de deux cohortes Données nouvelles ; + ^b d'après les résultats de deux cohortes supplémentaires par rapport à 2013 ; + ^c aucune étude nouvelle depuis 2013 ; + ^d d'après les résultats d'une cohorte, résultats de 2013		
± d'après les résultats de cinq études (positives et négatives) Données nouvelles		
* comprend le développement psychomoteur et mental, les performances cognitives et le comportement		
** La littérature scientifique concernant les autres organochlorés n'a pas été réexaminée.		
PON1 : paraoxonase 1.		

Expertise INSERM - 2021

Présomption d'un lien entre exposition aux pesticides et les troubles anxiо-dépressifs

Exposition	Populations	Présomption d'un lien
Exposition professionnelle aiguë ou antécédent d'intoxication aux pesticides (sans distinction)	Agriculteurs ou applicateurs	+ ^a
Exposition professionnelle chronique aux pesticides (sans distinction)	Agriculteurs ou applicateurs	+ ^b

+^a d'après les résultats de trois cohortes et d'études transversales [Niveau de présomption passe de faible à moyen](#)
+^b d'après les résultats de quatre études de cohorte et de sept études transversales [Niveau de présomption passe de faible à moyen](#)

Présomption d'un lien entre exposition aux pesticides et tumeurs du système nerveux central (gliomes et méningiomes)

Exposition	Populations concernées par un excès de risque	Présomption d'un lien
Pesticides (sans distinction)	Populations agricoles	+

+ d'après les résultats de trois méta-analyses, d'études de cohorte et d'études transversales en 2013, et les résultats de deux études de cohorte (AHS et AGRICAN) et de quatre études cas-témoins [Niveau de présomption passe de faible à moyen](#)

Présomption d'un lien entre exposition aux pesticides et troubles cognitifs

Exposition	Populations	Présomption d'un lien
Pesticides*	Agriculteurs, avec ou sans antécédents d'intoxications aiguës	++
Pesticides (sans distinction)	Populations générales ou riverains des zones agricoles	+

* principalement insecticides organophosphorés

++ d'après les résultats d'une méta-analyse en 2013, de deux méta-analyses récentes, de trois cohortes prospectives et de nombreuses études transversales [Niveau de présomption passe de moyen à fort](#)

+ d'après les résultats de deux études transversales et deux études prospectives [Données nouvelles](#)

Le lien avec les troubles anxiо-dépressif est confirmé.
Le lien avec les troubles cognitifs passe de moyen à fort.

Polluants chimiques : différents mécanismes de toxicité chronique

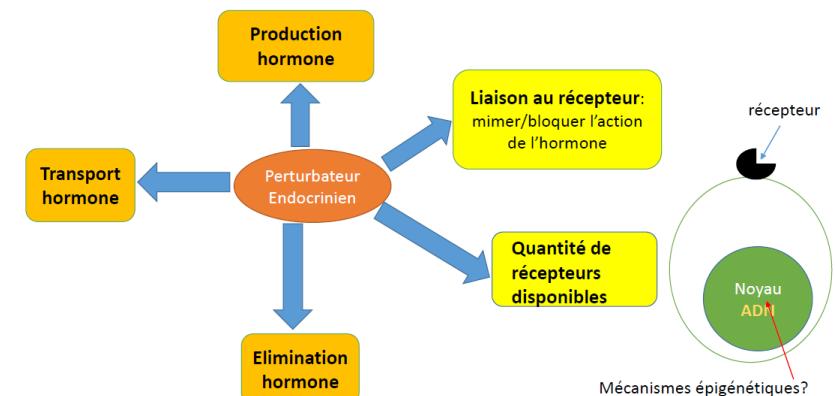
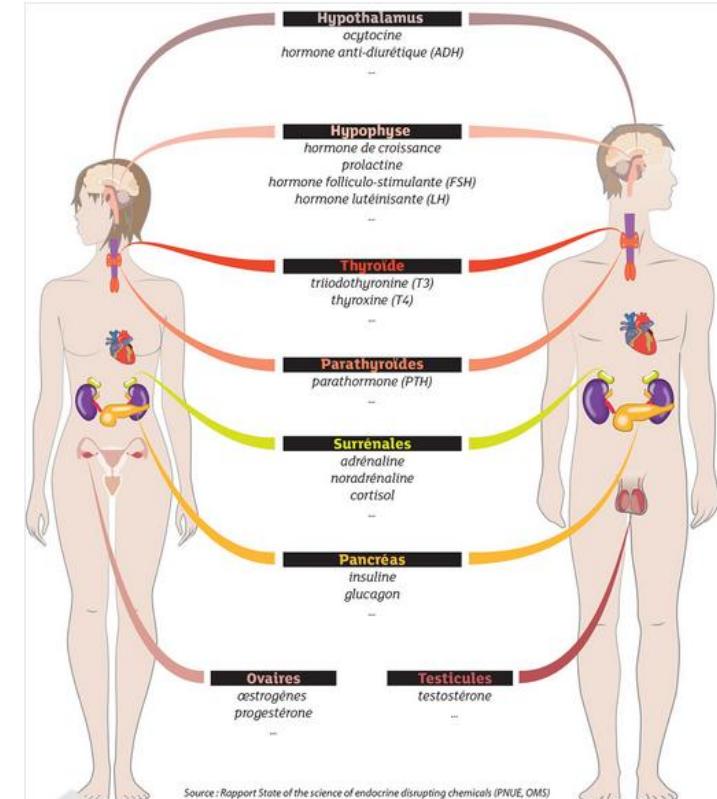
- PE : Perturbateur endocrinien
- CMR : Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique
- SDHI : Inhibiteur de la succinate deshydrogenase. Perturbation équilibre métabolique.
- Neurotoxicité





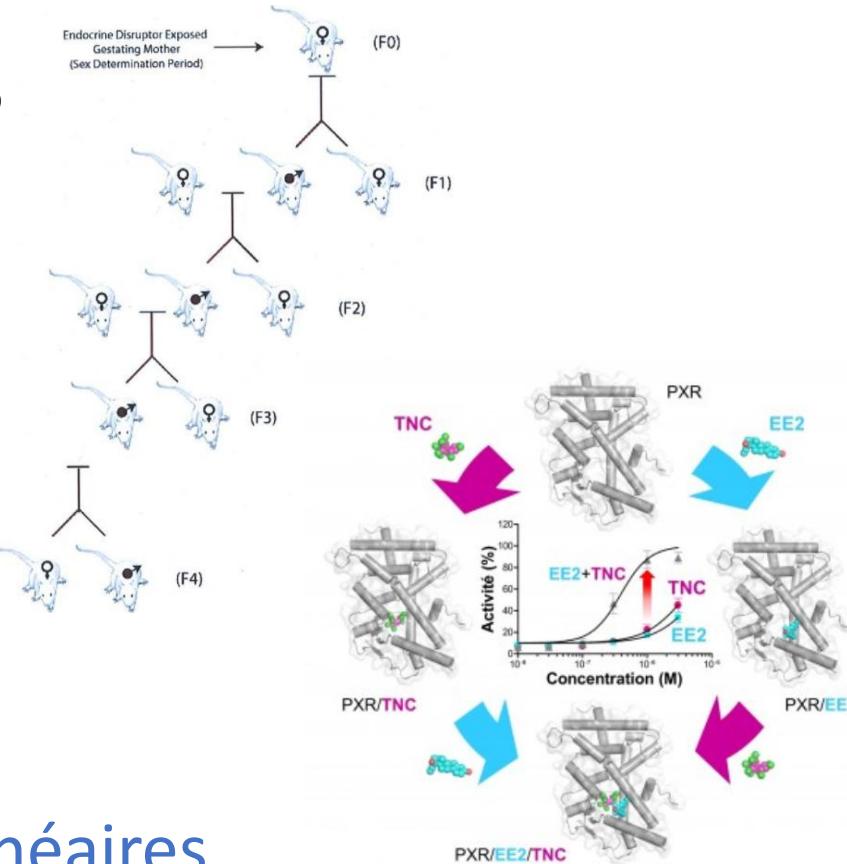
Perturbateurs endocriniens

- Définition OMS 2002 « substance ou mélange de substances exogènes altérant la fonction du système endocrine **avec pour conséquence des effets adverses** chez un individu sain, ou sa progéniture, ou une population »
- PE avérés, suspectés
- ECHA liste de 496 substances « extrêmement préoccupantes »
- ANSES : 906 substances => JO 2023: 125 substances avérées
 - BPA, phthalates, chlordécone...



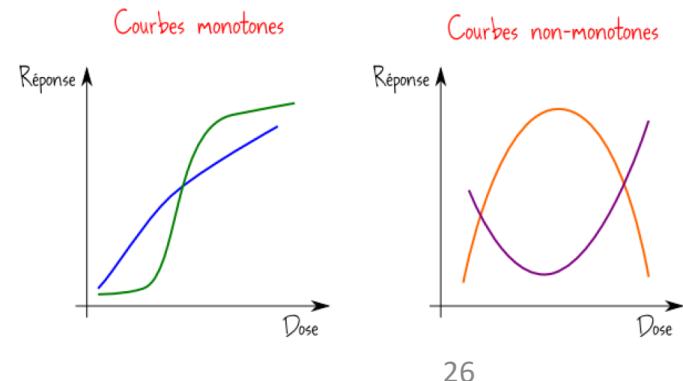
Perturbateurs endocriniens

- Fenêtres de vulnérabilité
 - Période fœtale, nourrisson, adolescence
- Effets différents selon le sexe
 - en général plus sévères / sexe masculin
- Effets trans génératifs / épigénétique
- Cumul : « effet cocktail »
- Effet faibles doses, courbes doses effets non linéaires
 - Problématique seuil et définition DJA ++
- Epidémiologie complexe...

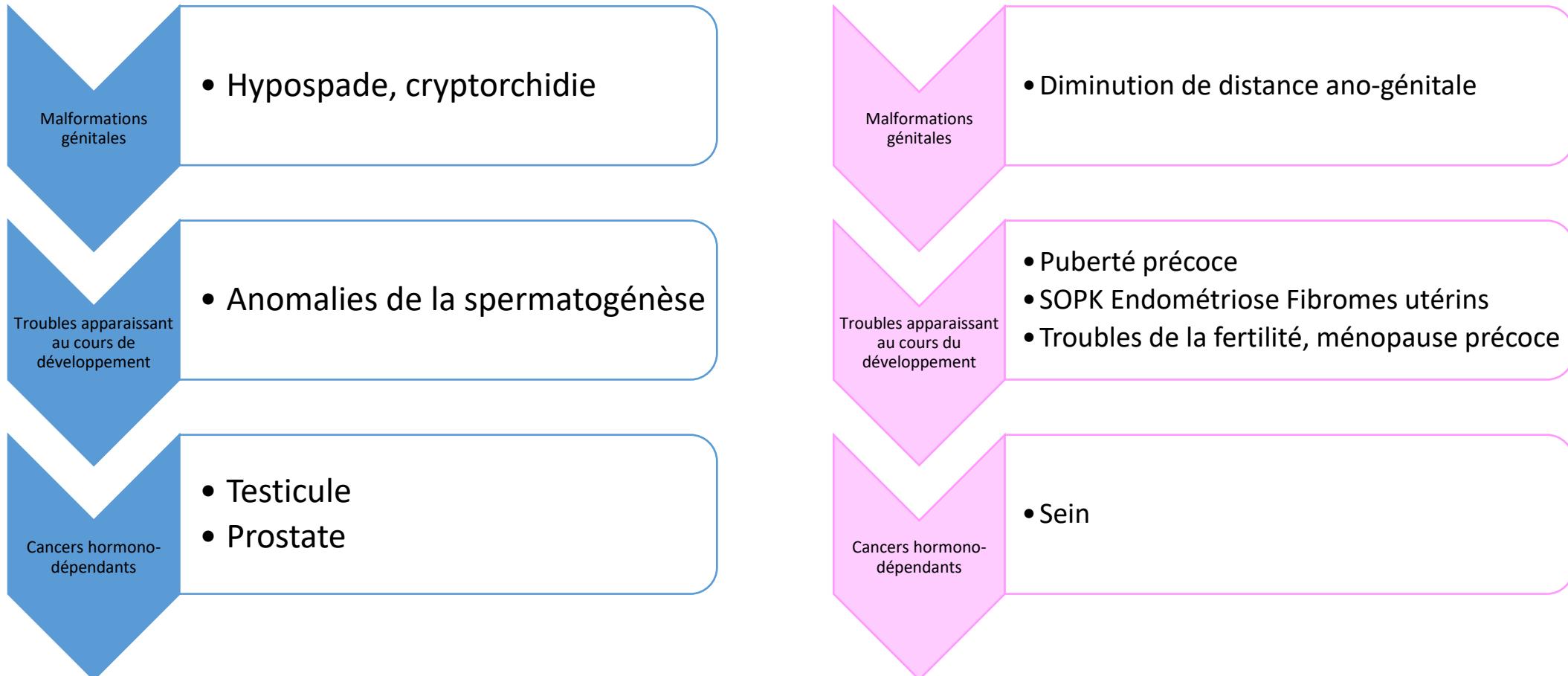


Skinner, Michael K., et Matthew D. Anway. « Epigenetic Transgenerational Actions of Vinclozolin on the Development of Disease and Cancer ». *Critical reviews in oncogenesis* 13, n° 1 (août 2007): 75-82. <https://doi.org/10.1615/critrevoncog.v13.i1.30>.

Delfosse, Vanessa, Béatrice Dendele, Tiphaine Huet, Marina Grimaldi, Abdelhay Boulahouf, Sabine Gerbal-Chaloin, Bertrand Beucher, et al. « Synergistic Activation of Human Pregnan X Receptor by Binary Cocktails of Pharmaceutical and Environmental Compounds ». *Nature Communications* 6, n° 1 (3 septembre 2015): 8089. <https://doi.org/10.1038/ncomms9089>.



Syndromes de dysgénésie testiculaire et ovarienne



Habert, René, et Nicolas Chevalier. « Les perturbateurs endocriniens : définitions, sources et enjeux »: *Actualité et dossier en santé publique* N° 115, n° 3 (1 septembre 2021): 13-22.
<https://doi.org/10.3917/aedesp.115.0013>.

Dysgénésie gonadique

Chiffres clés de la surveillance de la santé reproductive

	Nombre de cas/an	Evolution de l'incidence	Taux d'incidence(/10 000)	Période d'analyse
Cryptorchidie	7 000	+2,6% par an	26	2002-2014
Hypospadias	3 000	Pas d'évolution	10	2002-2014
Qualité du sperme		-1,9% par an (baisse de la concentration spermatique)		1989-2005
Cancer du testicule	2 000	+1,5% par an	0,7	1998-2014
Endométriose	30 000	+1,2% par an	10 (femmes âgées de 10 ans et plus)	2011-2017
Fibrome utérin	36 000	Biaisée par l'augmentation de la prise en charge par médicament (+13% par an)	17,1 (femmes âgées de 10 à 54 ans)	2013-2017
Puberté précoce centrale idiopathique	1 500	+4,5% par an	2,7 chez les filles et 0,2 chez les garçons	2007-2017

Données France. Moal, Joëlle Le. « Santé reproductive et perturbateurs endocriniens / Reproductive health and endocrine disruptors ». *BEH*, n° 22 23 (3 juillet 2018).

« Martinique / Guadeloupe. Évaluation des expositions à la chlordécone et aux autres pesticides. Surveillance du cancer de la prostate. Les résultats des études récentes de Santé publique France et de l'Anses. » Santé publique France, septembre 2018. www.santepubliquefrance.fr.

Concentration spermatique chez les hommes de 35 ans, France, 1^{er} janvier 1989-31 décembre 2005

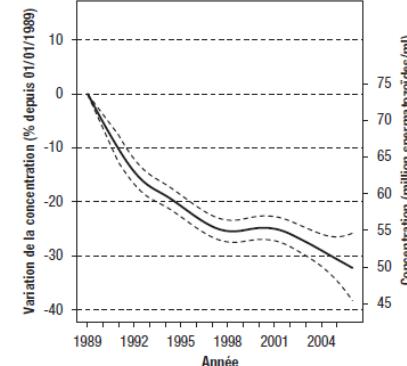


Figure 6
Taux brut d'incidence de cancers du testicule traités chirurgicalement, France entière, 1998-2014

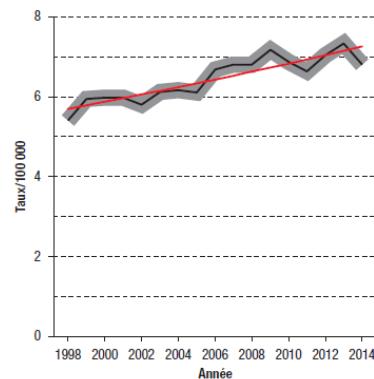
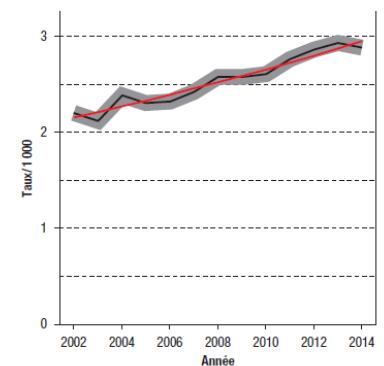
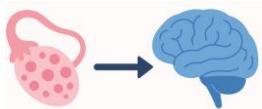


Figure 8
Évolution temporelle prédictive du taux brut d'incidence des cas de cryptorchidies traités chirurgicalement chez les garçons de moins de 7 ans, France entière, 2002-2014

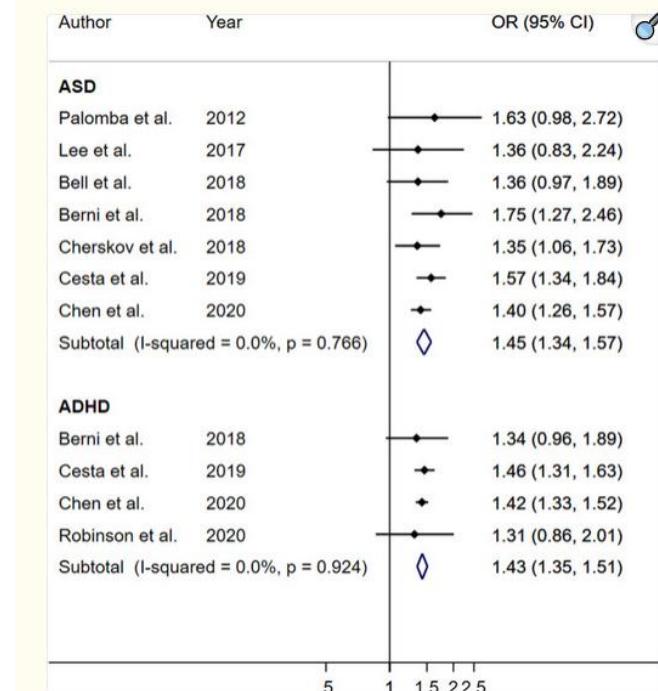




Association SOPK TND

- Il existe **une association robuste** dans la littérature entre le SOPK maternel et un risque accru de TSA, TDAH, anxiété chez la progéniture (OR ~1,4-1,7 dans différentes méta-analyses).
- Les mécanismes proposés incluent l'hyperandrogénie maternelle (dérégulant les ROR), des troubles métaboliques, l'insulinorésistance, l'exposition pré-natale aux stéroïdes sexuels.
- Mécanisme potentiellement impliqué dans l'action du valproate, entre autres (effet neurotoxique direct également)

Fig. 2. Maternal PCOS on the development of ASD and ADHD in children using the analysis of cohort studies.

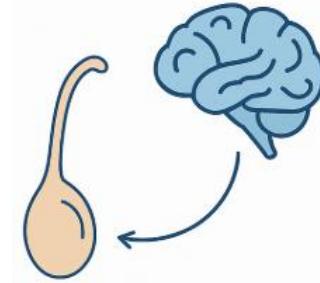


Dubey P, Thakur B, Rodriguez S, Cox J, Sanchez S, Fonseca A, et al. A systematic review and meta-analysis of the association between maternal polycystic ovary syndrome and neuropsychiatric disorders in children. *Transl Psychiatry*. 8 nov 2021;11(1):569.

Abu-Zaid A, Bhagavathula AS, Rahmani J, Alyoubi RA, Alomar O, Baradwan S, et al. Maternal polycystic ovary syndrome and the potential risk of attention-deficit/hyperactivity disorder and autism spectrum disorder in the offspring: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Contracept Reprod Health Care*. juin 2022;27(3):253-60.

Associations of Maternal Androgen-Related Conditions With Risk of Autism Spectrum Disorder in Progeny and Mediation by Cardiovascular, Metabolic, and Fertility Factors | American Journal of Epidemiology | Oxford Academic [Internet]. [cité 1 nov 2025]. Disponible sur: https://academic.oup.com/aje/article/190/4/600/5922783?login=false&utm_source=chatgpt.com

Association TND – dysgénésie testiculaire



Études populationnelles (Danemark, Suède, Israël) : risque de TSA, TDAH, troubles internalisés et externalisés augmentés chez les garçons présentant cryptorchidie ou hypospadias. OR $\approx 1,3-1,6$. Association également avec TDI, OR $\approx 1,8 - 3$.

- Hypothèse initiale du "**brain masculinization model**" du TSA, testostérone fœtale élevée (liqu. amniotique, méconium) a été associée à TSA. (Baron-Cohen, 2005)
- Mais sur les études populationnelles, plutôt testostérone basse, associée à dysgénésie gonadique => courbe non monotone, en U, dérégulation de la signalisation androgénique durant la période critique
- Gènes communs impliqués dans le développement gonadique et cérébral (AR, WNT, NR5A1...).

Chen J, Sørensen HT, Miao M, Liang H, Ehrenstein V, Wang Z, et al. Cryptorchidism and increased risk of neurodevelopmental disorders. *J Psychiatr Res.* janv 2018;96:153-61.

Butwicka A, Lichtenstein P, Landén M, Nordenvall AS, Nordenström A, Nordenskjöld A, et al. Hypospadias and increased risk for neurodevelopmental disorders. *J Child Psychol Psychiatry.* févr 2015;56(2):155-61.

Rotem RS, Chodick G, Davidovitch M, Hauser R, Coull BA, Weisskopf MG. Congenital Abnormalities of the Male Reproductive System and Risk of Autism Spectrum Disorders. *Am J Epidemiol.* 1 avr 2018;187(4):656-63.

Association TND - prématureté - polluants

- De nombreuses substances sont associées à un risque majoré de prématureté et/ou de faible poids de naissance, voire dans certains cas de diminution du PC
- Pyrethrinoïdes, chlordécone, atrazine (diminution de périmètre crânien -0,4cm), phtalates, BPA, PFAS (diminution PN 200gr)...
- Majoration du risque entre 5 et 60% selon les substances
- NB Liens entre prématureté et TND :
 - TSA OR 1,3 – 3,3 croissant selon la prématureté
 - TDAH OR 1,2 – 2,6 croissant selon la prématureté

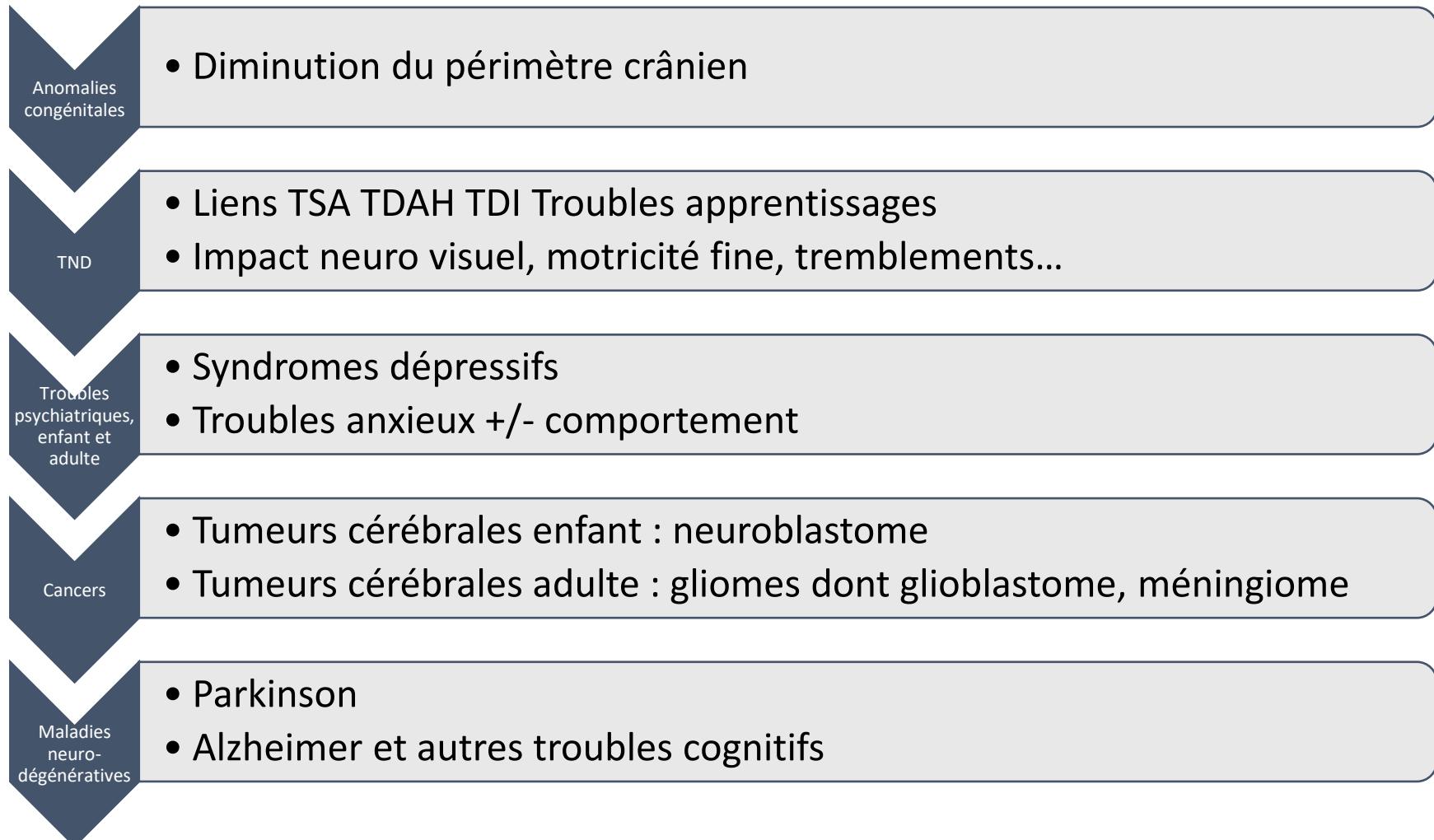
Ling C, Liew Z, von Ehrenstein OS, Heck JE, Park AS, Cui X, et al. Prenatal Exposure to Ambient Pesticides and Preterm Birth and Term Low Birthweight in Agricultural Regions of California. *Toxics*. 21 juill 2018;6(3):41.

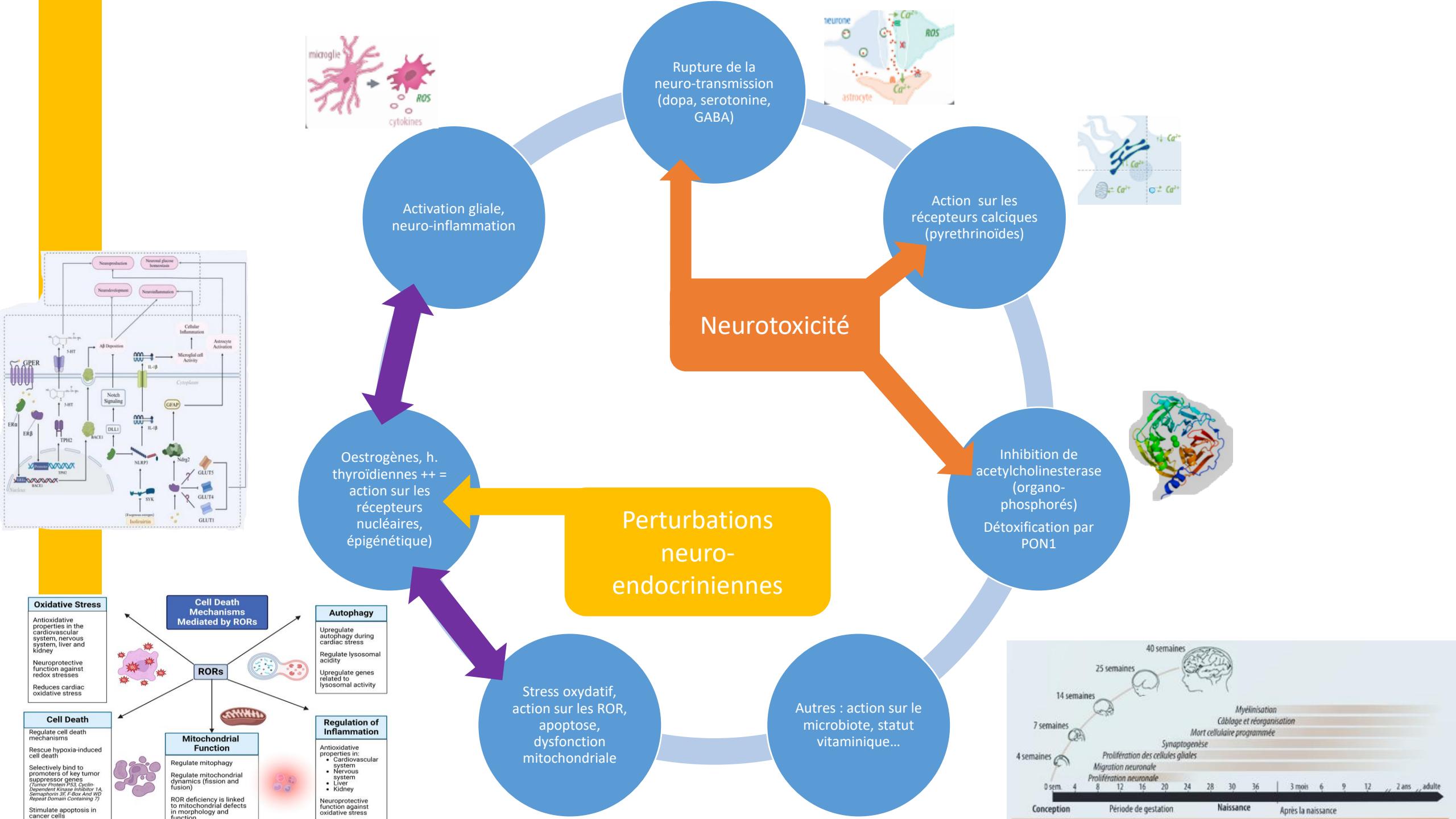
Chevrier C, Limon G, Monfort C, Rouget F, Garlantézec R, Petit C, et al. Urinary biomarkers of prenatal atrazine exposure and adverse birth outcomes in the PELAGIE birth cohort. *Environ Health Perspect*. juill 2011;119(7):1034-41.

Crump C, Sundquist J, Sundquist K. Preterm or early term birth and risk of autism. *Pediatrics*. sept 2021;148(3):e2020032300.

Crump C, Sundquist J, Sundquist K. Preterm or Early Term Birth and Risk of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A National Cohort and Co-Sibling Study. *Ann Epidemiol*. oct 2023;86:119-125.e4

Vers un syndrome de dysgénésie neurologique ?

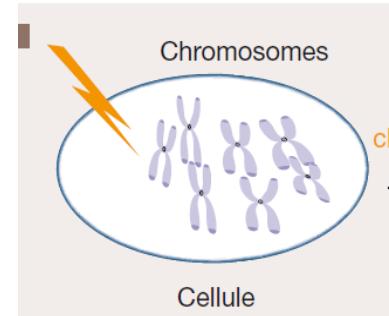
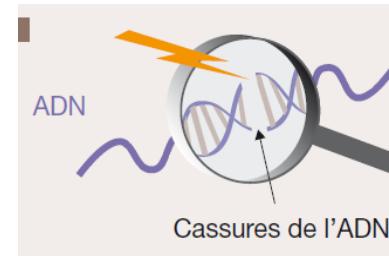






Les CMR

- **Altérations de structure de l'ADN:** cassure de l'ADN, phosphorylation des histones, anomalie des mitoses
- Liste européenne (CLP) de plus de 1800 substances: pesticides, solvants, HAP, industrie chimique, amiante, métaux lourds, etc.
 - 1A avérées
 - 1B supposées
 - 2 préoccupantes
- Cancers, troubles de la fertilité, malformations
- Pas le seul mécanisme de cancérogénicité



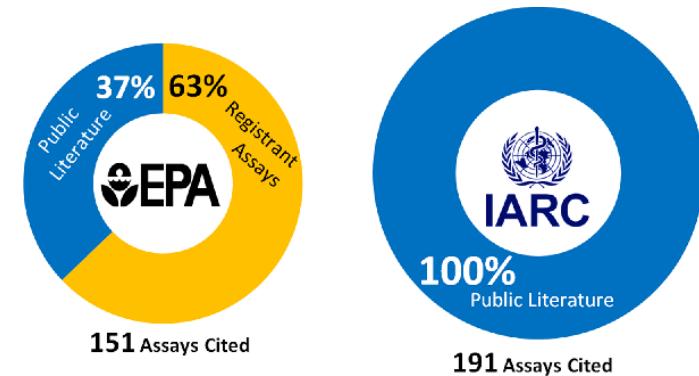
QUESTIONS / REPONSES

- Préventions individuelles et collectives
- Eléments de prise en charge

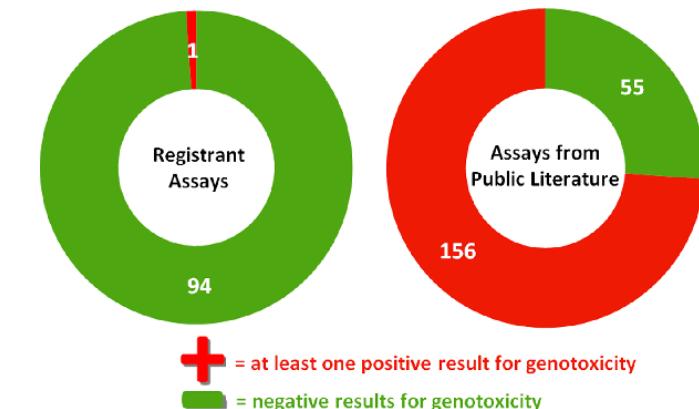
PARTIE 3

Comment en est-on arrivé là ? Que faire ?

- **Problématiques de l'évaluation des substances**
 - Secret industriel sur les co-formulants
 - Evaluation des effets sanitaires sur des études produites par les industriels
 - Evaluations sans prendre en compte les co-formulants
 - Définition des perturbateurs endocriniens dans la législation
 - Junk science dans la littérature scientifique, conflits d'intérêt pas toujours publiés
- **Problématiques de la surveillance sanitaire**
 - Surveillance de la qualité de l'eau, de l'air et de l'alimentation pas assez soutenue, alertes non efficaces (dérogations) => importante action des ONG
 - Problème de construction des normes, basée sur VJA alors que toxicité sans seuil. Problème de construction des normes pour l'alimentation.
 - Lenteur et complexité de l'épidémiologie, relations dose-effet non monotones. Etudes trop rares, effectifs trop faibles etc.
- **Lenteur législative**
 - Problématique de transcription des directives européennes
 - Export possible de substances interdites...



Nombre et type des publications citées par l'EPA (Environnement Protection Agency) et par le CIRC



Nombre et type des publications citées par l'EPA et par le CIRC comportant au moins un résultat positif pour la génotoxicité

Eléments de prévention individuelle

- Limiter au maximum les expositions, notamment pendant les **fenêtres d'exposition** grossesse, petite enfance et adolescence
 - Paniers bio : étude Nutrinet, ordonnances vertes
 - Epluchage épais des tubercules non bio, lavage (eau salée vinaigrée)
 - Moins de produits carnés, de poissons carnivores
 - Pas de travaux à la maison pendant la grossesse, vigilance ++ médicaments, cosmétiques. Attention aux apports corrects en iodé pendant la grossesse.
- **Au quotidien**
 - Aérer, 2 fois par jour, 15 minutes
 - Choix des objets, **plastiques** ++, nota pour cuisson, conservation (éléments lipophiles++ biberons). Odeur de phthalates = rincer à l'eau.
 - Cosmétiques bio, lire les étiquettes nota pour produits non rincés.
 - Eco-détergents...
 - Ne pas utiliser d'insecticides...



Danger pour le milieu aquatique

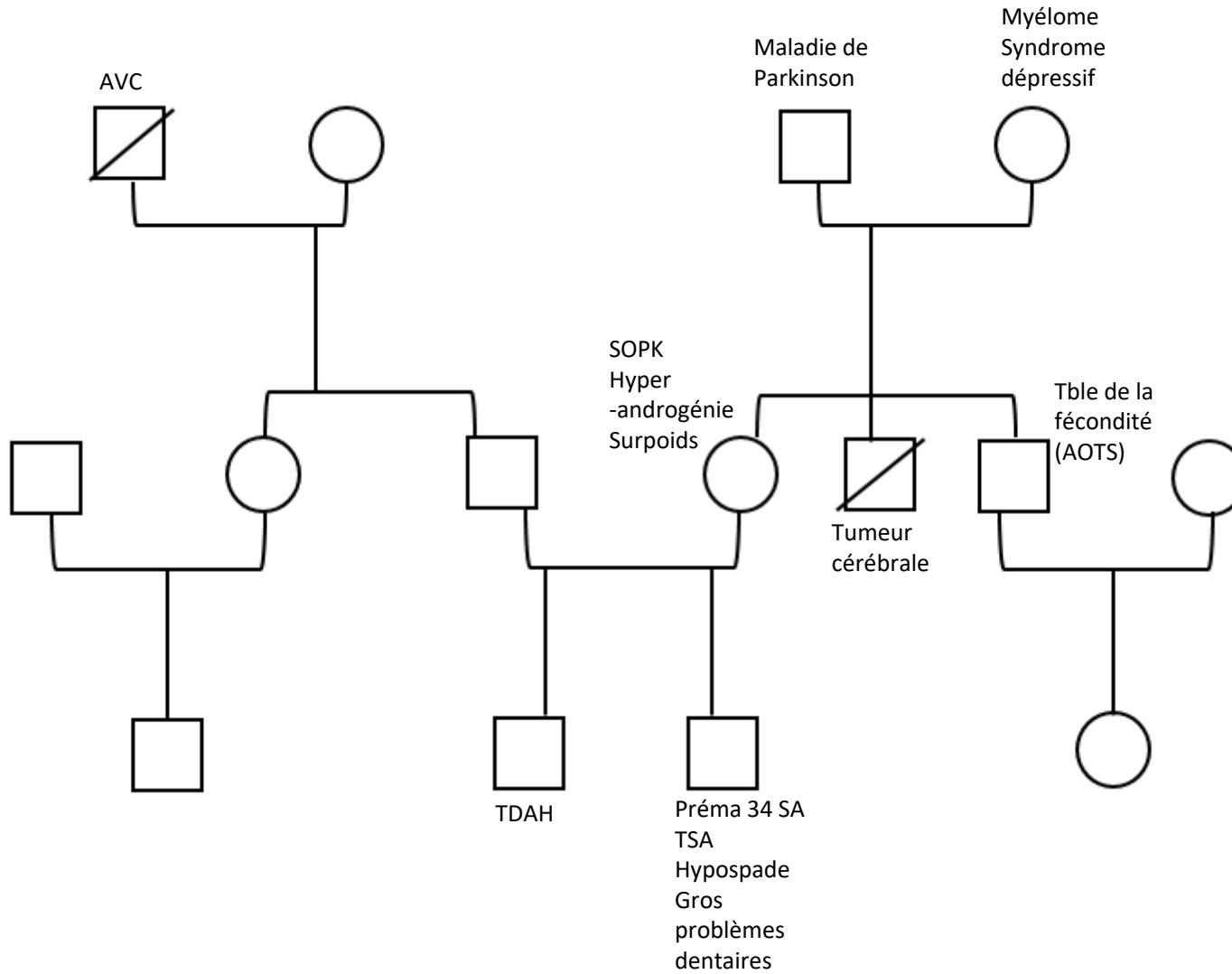


Que faire en tant que professionnel de santé ?

- **Prévention primaire** : informer les patients, notamment grossesse et petite enfance, en vue de limiter les expositions.
- **Détection** :
 - Rechercher les expositions anténatales.
 - Rechercher les expositions des 2 parents sur toute la vie.
 - Reconnaître les signes de perturbations endocrinienne dans la famille pour explorer plus précisément la situation.
 - Rechercher une exposition professionnelle des parents.
 - Question du chlordécone
- En cas de **suspicion d'exposition** anténatale en lien avec le tableau clinique actuel
 - TSA : en cas de nouvelle grossesse, inclusion dans Marianne
 - Si exposition professionnelle des parents => FIVP (pour tous les TND)
- **Si doute** sur une sur- incidence (cluster géographique et temporel...) :
 - Contacter le Registre des handicaps de l'enfant en Haute Garonne
 - et/ou le service des maladies professionnelles et environnementales au CHU.

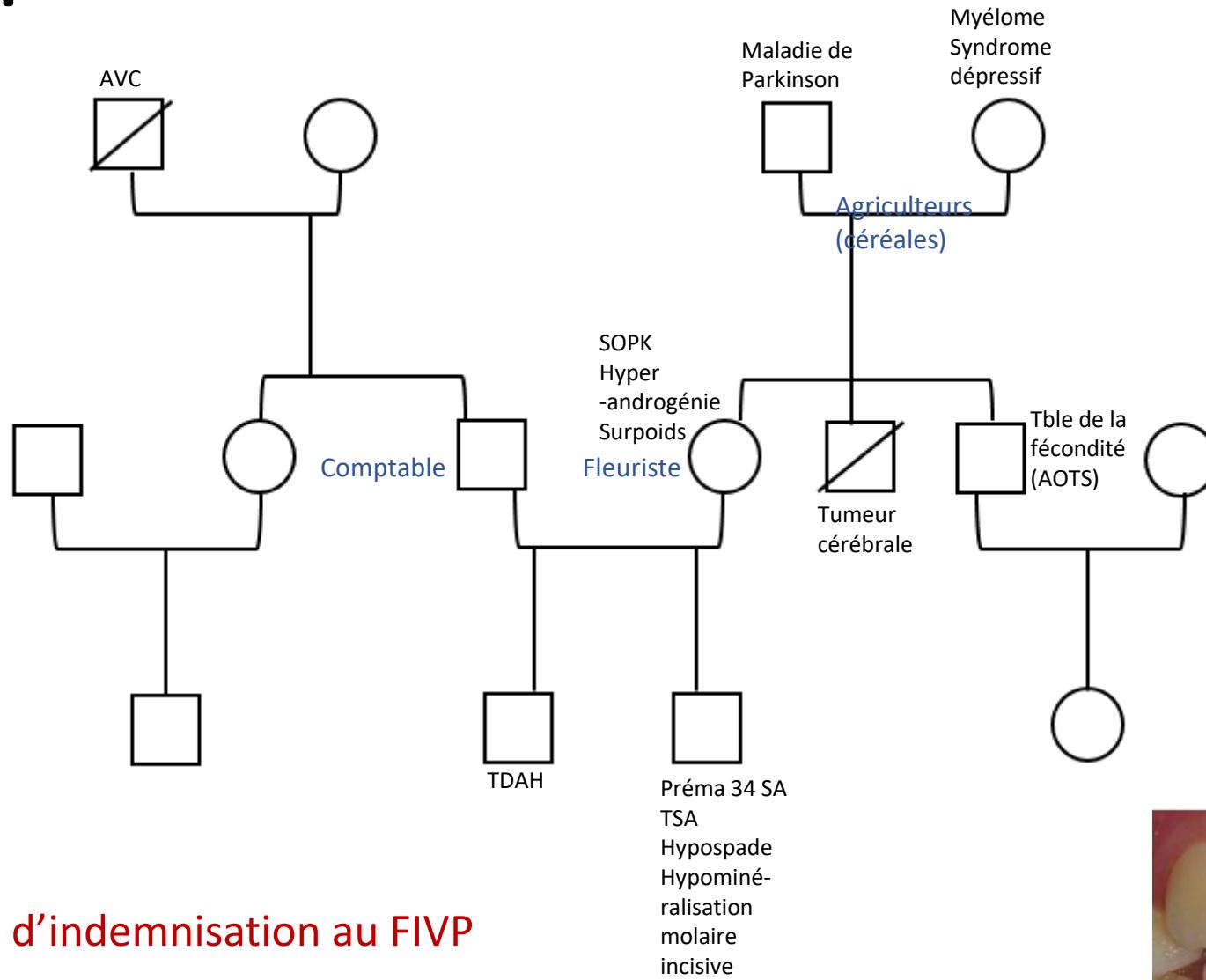


En pratique



En pratique

Petit village du Lauraguais, au milieu des champs...



=> Possibilité de demande d'indemnisation au FIVP



Informer les patients : le FIVP



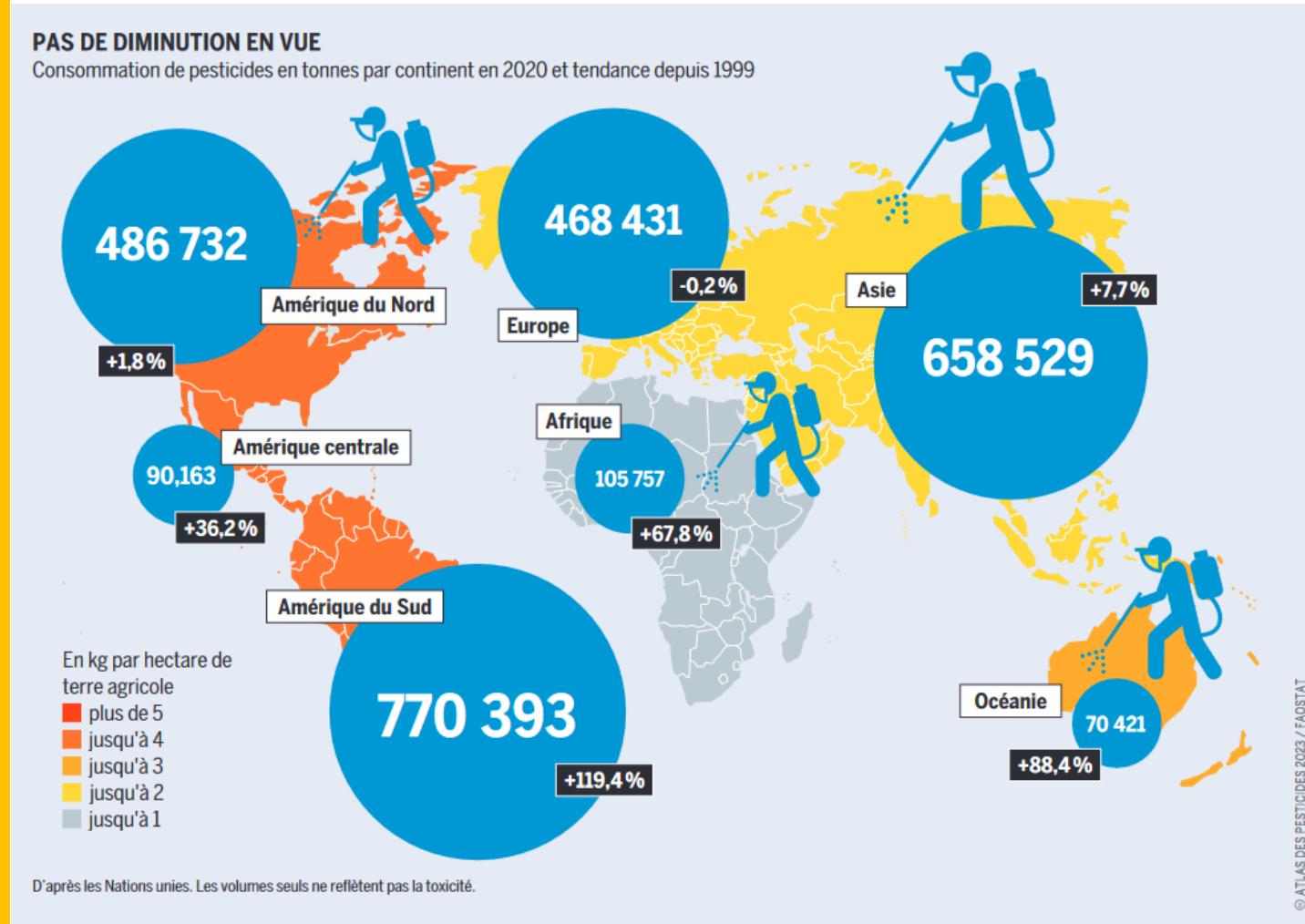
- Enfants exposés en période prénatale
 - Père ou mère exposés, durant leur vie professionnelle
 - Agriculteurs, fleuristes, techniciens de maintenance etc.
 - Leucémies, tumeurs cérébrales
 - Fentes labio-palatines, hypospades
 - Troubles du neuro-développement : TDI, TSA, TDAH, Tbles des apprentissages
- Demande faite par les parents, ou par l'enfant jusqu'à ses 28 ans.
- Rente jusqu'à stabilisation, puis capital. Indemnisation des décès (de 5000 à 15 000 euros par ayant droit).

Montant de la rente mensuelle en fonction du taux d'atteinte

TAUX DE 10 % À 19 %	TAUX DE 20 % À 39 %	TAUX DE 40 % À 59 %	TAUX DE 60 % À 79 %	TAUX DE 80 % À 100 %
150 €	300 €	450 €	550 €	650 €

Montant du capital versé en fonction du taux d'atteinte

TAUX DE 5 % À 9 %	TAUX DE 10 % À 19 %	TAUX DE 20 % À 39 %	TAUX DE 40 % À 59 %	TAUX DE 60 % À 79 %	TAUX DE 80 % À 100 %
1 500 €	2 000 €	5 000 €	7 000 €	15 000 €	20 000 €



En conclusion...

- Probable rôle des polluants chimiques dans l'apparition de certains TND.
- Part imputable reste à investiguer.
- Les impacts en pédopsychiatrie et en santé humaine ne doivent pas faire oublier les atteintes écosystémiques.

La 6ème extinction de masse s'accélère.

32 %

Des espèces de vertébrés (sur 27600 étudiées) sont en déclin, aussi bien en termes de populations que d'aires de répartition géographique.

40 %

Des 177 espèces de mammifères étudiées ont subi des pertes de population > 80 %.

76 %

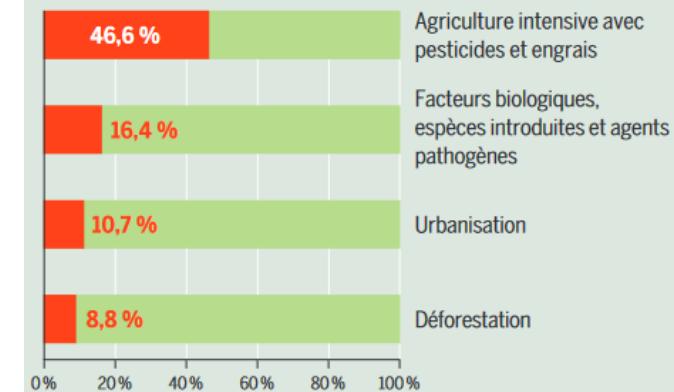
Des insectes volants ont disparu entre 1989 et 2016 selon une étude menée en Allemagne.

1/3

Des espèces d'oiseaux nicheurs menacé en France.



Principaux facteurs de déclin des insectes



Atlas des Pesticides. Heinrich Böll Stiftung; 2023 mai p. 66.

Hallmann, Caspar A., Martin Sorg, Eelke Jongejans, Henk Siepel, Nick Hofland, Heinz Schwan, Werner Stenmans, et al. « More than 75 Percent Decline over 27 Years in Total Flying Insect Biomass in Protected Areas ». *PLoS One* 12, n° 10 (2017): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.

Ceballos, Gerardo, Paul R. Ehrlich, et Rodolfo Dirzo. « Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, n° 30 (25 juillet 2017): E6089-96. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>.

QUESTIONS / REPONSES



santé & environnement



MERCI POUR VOTRE
ATTENTION

*RDV début 2026 pour un prochain
webinaire Santé-Environnement*