

# Chlorpyrifos: les dangers ignorés d'un pesticide toxique

Associé notamment à des déficits de QI chez l'enfant, l'insecticide est toujours autorisé malgré des études scientifiques accablantes. Son processus de renouvellement dans l'UE arrive à son terme.

Par [Stéphane Horel](#) Publié aujourd'hui à 00h08, mis à jour à 09h40



Cultures de légumes à El Ejido, dans la province d'Almeria (Espagne), en juin 2017. Le chlorpyrifos y est couramment utilisé. MARCOS GARCIA REY

C'est une famille de pesticides qui vole en moyenne 2,5 points de quotient intellectuel (QI) à chaque enfant européen. Son principal représentant, comme beaucoup de produits chimiques, porte un nom compliqué qui lui garantit le confort d'un certain anonymat. Pourtant, il contamine notre vie quotidienne. D'abord pulvérisé sur les cultures pour éliminer pucerons ou chenilles, le chlorpyrifos poursuit son existence sous la forme de traces dans les oranges, les pommes, la laitue, l'urine des enfants et le cordon ombilical des femmes enceintes.

Au fil d'un demi-siècle de pulvérisation, les données scientifiques se sont accumulées sur les effets nocifs de cet insecticide. Censé remplacer le DDT et ses effets délétères en 1965, le produit de la firme américaine Dow endommage en fait le cerveau des enfants de manière irréversible.

Les éléments scientifiques sont désormais si accablants que, d'après les informations du *Monde*, la Commission européenne s'apprête à proposer son retrait du marché. Or, notre enquête démontre que les autorités ont mis près de vingt ans avant d'évaluer les données du fabricant. Des données qui, de plus, étaient erronées.

Huit pays européens n'autorisent pas, ou plus, le chlorpyrifos pour un usage agricole. Depuis 2016, la France ne permet plus qu'une exception pour les épinards. Une évaluation de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail a conclu à une absence d'effets nocifs dans les conditions d'usage. Mais l'exposition à l'insecticide ne s'arrête pas aux frontières : elle perdure par le biais des produits importés.

## « Neurotoxique et perturbateur endocrinien »

« On peut se demander pourquoi il n'a pas déjà été interdit, déplore Barbara Demeneix, professeure de biologie au laboratoire Evolution des régulations endocriniennes (CNRS-Muséum national d'histoire naturelle) à Paris. *Le chlorpyrifos est toxique pour le système nerveux central, c'est-à-dire neurotoxique, et c'est un perturbateur endocrinien qui agit notamment sur la signalisation thyroïdienne. Il peut donc interférer avec le développement du cerveau.* »

Mis au point comme gaz innervant pendant la seconde guerre mondiale, les organophosphorés, dont fait partie le chlorpyrifos, ont ensuite été adaptés pour tuer les insectes à des doses plus économiques. Pour ce faire, ce dernier inhibe les circuits d'une enzyme qui dégrade un neurotransmetteur essentiel au bon fonctionnement du système nerveux central, l'acétylcholine. Or, de nombreux animaux sont également équipés de ce circuit. Parmi eux : les êtres humains.

A cela s'ajoute que l'insecticide est un perturbateur endocrinien qui interagit avec l'axe thyroïdien, comme l'a récemment démontré une équipe française. Or, les hormones thyroïdiennes jouent un rôle essentiel dans le développement du cerveau pendant la grossesse. Un déficit de ces hormones chez les mères peut entraîner des retards mentaux chez leurs enfants.

Si l'ensemble des mécanismes biologiques de sa neurotoxicité ne sont pas totalement éclaircis, il n'existe aucun doute pour les chercheurs compétents dans le domaine : le chlorpyrifos cambriole le cerveau des enfants.

Les données scientifiques viennent principalement d'études de suivi des populations menées aux Etats-Unis sur de longues durées. Leurs résultats se recourent. Une exposition au chlorpyrifos ou à ses cousins organophosphorés, avant la naissance ou dans les mois qui suivent, est associée à des déficits de QI allant jusqu'à sept points pour les enfants plus exposés, à un retard de développement mental, une mémoire de travail réduite, des troubles de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité.

## Augmentation de la fréquence de l'autisme

Menée en Californie et publiée en mars, la dernière étude en date montre une augmentation de la fréquence de l'autisme et de lésions cérébrales précoces chez des enfants exposés au chlorpyrifos avant et après la naissance. Facteur déterminant : leurs mères vivaient à moins de 2 000 mètres d'un lieu de pulvérisation.

Peu après, la Californie, le plus grand Etat agricole américain, a annoncé son intention d'interdire le chlorpyrifos. Cinq autres Etats ont annoncé leur intention de lui emboîter le pas (Hawaï, Oregon, New York, Connecticut, New Jersey). Si l'insecticide est toujours autorisé au niveau fédéral, c'est parce que l'administration Trump en a décidé ainsi. A peine arrivé à la tête de l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) début 2017, Scott Pruitt avait torpillé le processus lancé par sa propre institution, alors qu'elle s'appêtait à l'interdire au vu des données scientifiques.

### D'après des estimations, l'exposition à la famille des pesticides organophosphorés est associée à 59 300 cas de déficience intellectuelle par an en Europe

Plus impressionnant encore : les dégâts du chlorpyrifos sur le cerveau se voient presque à l'œil nu. En 2012, l'équipe de Virginia Rauh à l'université Columbia (New York) avait employé l'imagerie par résonance magnétique pour examiner les cerveaux de quarante enfants âgés de 6 à 11 ans. Plus ils avaient été exposés pendant la grossesse, plus l'épaisseur de leur cortex cérébral était amoindrie. « Nos travaux, concluaient les chercheurs, *indiquent qu'une exposition prénatale au chlorpyrifos, à des niveaux d'utilisation courante (non professionnelle) et inférieurs au seuil montrant des signes d'exposition aiguë, a un effet mesurable sur la structure du cerveau.* »

Des dommages aussi spectaculaires ont également un impact à plus grande échelle. En 2015, un groupe de scientifiques a entrepris de le mesurer. D'après leurs estimations, l'exposition à la famille des pesticides organophosphorés est associée à 13 millions de points de QI perdus et 59 300 cas de déficience intellectuelle par an en Europe. Or, chaque point de QI en moins coûte très cher à la société : il correspond à une perte de productivité sur l'ensemble d'une vie. Ces chercheurs ont évalué la facture à 146 milliards d'euros par an.

Le feuilleton du glyphosate, herbicide connu sous le nom de Roundup, avait tenu le monde en haleine jusqu'à la reconduction de son homologation dans toute l'Union européenne pour cinq ans, fin 2017. C'est maintenant le tour du chlorpyrifos, inconnu du public. Son sort doit en effet être scellé, après avoir suivi la même procédure que le glyphosate, avant le 31 janvier 2020.

La loi a beau exiger une « évaluation indépendante, objective et transparente à la lumière des connaissances scientifiques et techniques actuelles » pour les pesticides, elle permet aux industriels de garnir leur dossier de demandes de renouvellement des études scientifiques de leur choix. Ainsi, les autorités évaluent le chlorpyrifos sur la base de données rassemblées non pas par les chercheurs traquant ses effets nocifs sur le cerveau des enfants, mais par les industriels qui en font commerce.

## Plusieurs volumes d'informations complexes

Ainsi, en 2014, une « chlorpyrifos task force », créée par Dow et par les autres fabricants, soumet un dossier de demande de renouvellement de l'insecticide à l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA). Responsable du processus, l'agence délègue alors l'examen du dossier à un « Etat membre rapporteur ». Pour le glyphosate, c'était l'Allemagne. Ici, ce sera l'Espagne. L'Espagne, premier producteur d'agrumes dans l'Union européenne, dont 9,5 % des échantillons de fruits et légumes, testés en 2016, contenaient des résidus de chlorpyrifos...

Composé de plusieurs volumes d'informations complexes qui se déploient sur plusieurs milliers de pages, ce dossier ne se feuillette pas dans une salle d'attente. Les données scientifiques qu'il comporte sont de deux natures différentes. Il est désormais censé inclure les études académiques publiées dans les revues scientifiques au cours des dix dernières années, réalisées sur financements publics pour la plupart. Une nouvelle obligation instaurée par le règlement sur les pesticides adopté par l'UE en 2009.

La sélection de la task force est plutôt maigre. Sa liste ne compte que 131 études. Soit seulement 13 % des articles scientifiques existants et disponibles, selon une analyse effectuée par l'ONG Générations futures, dont *Le Monde* a pu prendre connaissance. En faisant une recherche dans PubMed, l'une des principales bases de données de publications scientifiques, l'organisme a trouvé 1 023 études traitant de la toxicité du chlorpyrifos, publiées entre 2006 et 2017. En d'autres termes, près d'un millier de résultats potentiellement défavorables au chlorpyrifos « *ont été complètement ignorés* », conclut le rapport, encore inédit.

## Etudes protégées par le secret commercial

Cela n'a pas non plus échappé à l'Etat membre rapporteur. « *Les résultats disparates (nombre final de références pertinentes et fiables) (...) semblent montrer que les stratégies de recherche appliquées n'étaient pas appropriées* », souligne l'Espagne dans son rapport d'évaluation du chlorpyrifos, rendu public par l'EFSA, fin 2017.

Mais le dossier du chlorpyrifos est aussi et surtout constitué d'une batterie d'études dont la quasi-totalité a été effectuée ou financée par Dow et consorts. C'est en suivant la saga du glyphosate que le public avait découvert, stupéfait, que l'EFSA faisait confiance à des industriels qui n'ont aucun intérêt à présenter leur produit sous un jour désavantageux.

Or, si le soupçon est bien là, personne n'a jamais été en mesure de jauger ces études des fabricants et leurs possibles biais : elles sont confidentielles, protégées par le secret commercial. Personne, en dehors de

l'EFSA ou des experts des Etats membres, ne pouvait donc les examiner à la loupe. Personne, jusqu'en 2017.

Trois spécialistes scandinaves du développement du cerveau et de la toxicité des pesticides décident alors d'en avoir le cœur net. « *De nombreuses études indépendantes constatent des effets du chlorpyrifos sur le développement du cerveau, alors que celles financées par les firmes n'en constatent aucun* », souligne Axel Mie, professeur associé à l'Institut Karolinska, à Stockholm (Suède).

## Anomalies troublantes

Philippe Grandjean, Christina Ruden et lui contournent le secret entourant les études des industriels. Ils s'appuient sur la loi suédoise, qui garantit un large accès aux documents de l'administration, pour demander aux autorités du pays la communication de deux études commanditées par Dow sur des rats pour étudier la neurotoxicité développementale du chlorpyrifos – soit ses effets sur le cerveau avant et après la naissance. L'une faite en 1998, l'autre en 2015 avec un insecticide très proche, le chlorpyrifos-méthyl. Puis ils patientent. Leurs efforts en valaient la peine.

Quelques mois plus tard, documents sous les yeux, les chercheurs découvrent des anomalies troublantes. Ils relèvent que des données manquent. Constatent que des protocoles statistiques ont été modifiés après l'expérience. Ou encore que les fenêtres d'exposition des rats au chlorpyrifos et au chlorpyrifos-méthyl ne correspondent pas aux mêmes stades du développement du cerveau chez les petits humains.

Plus crucial encore : ils remarquent que l'épaisseur du cervelet des animaux les plus jeunes exposés au chlorpyrifos était significativement amoindrie à toutes les doses – faibles ou élevées. Mais Dow a complètement omis de le signaler. « *A partir du moment où l'on voit des choses comme un ralentissement de la croissance du cerveau, c'est alerte rouge. Ce n'est vraiment pas quelque chose que l'on peut ignorer. C'est pourtant ce qu'ils ont fait* », explique Philippe Grandjean, professeur de médecine environnementale à l'Université du Danemark du Sud et à la Harvard School of Public Health (Etats-Unis).

Article réservé à nos abonnés **[Lire aussi Le chlorpyrifos, pesticide sur la sellette, a été autorisé sur la foi de recherches biaisées](#)**

Mais Dow défend les méthodes de travail employées par ses scientifiques. Dans une lettre adressée à la revue *Environmental Health*, que dirige Philippe Grandjean et dans laquelle l'analyse des études a été publiée, des scientifiques maison et des contractants de la firme soutiennent que le rétrécissement de la taille du cervelet s'explique par un séjour des cerveaux dans du formol. Une réponse « *embarrassante* », selon le chercheur danois. Le formol est certes connu pour faire rétrécir les tissus cérébraux dans leur ensemble. Pas pour s'en prendre au cervelet et uniquement au cervelet.

## Puzzle scientifique

Ces omissions étaient-elles vraiment involontaires ? En 1998 déjà, l'EPA avait qualifié l'étude d'« inacceptable », avant d'évoquer une « *manipulation inappropriée et peu concluante des données* » en 2000.

Les autorités européennes n'ont-elles donc rien vu ? La conclusion générale de l'Espagne sur la question de la neurotoxicité développementale dans son rapport d'évaluation du chlorpyrifos de 2017 indique pourtant que si. « *Une nouvelle étude de neurotoxicité développementale est nécessaire pour clarifier les inquiétudes* », écrit-elle parmi ces milliers de pages impénétrables pour les non-initiés.

Aux aguets sur la question, l'ONG Pesticide Action Network Europe nous a signalé que cette requête n'était pas inédite. En 2013 déjà, et dans les mêmes termes, les rapporteurs espagnols demandaient à Dow de faire cette étude. Alors pourquoi n'a-t-elle toujours pas été effectuée ?

## Une seule et unique étude dans le dossier, menée en 1998, financée par Dow, truffée d'anomalies ? L'empilement de ces informations donne le vertige

Tout simplement parce que Dow n'a pas jugé « nécessaire » de la faire... C'est ce que la firme, dont la branche agrochimique s'appelle désormais Corteva, a répondu au *Monde* dans un courriel. « *Les informations produites par la première étude de neurotoxicité développementale, ainsi que la nouvelle étude menée sur le chlorpyrifos-méthyl, sont suffisantes pour conclure qu'il n'existe aucun indice d'un mécanisme inconnu sur le système nerveux en développement.* »

La réponse de l'EFSA apporte la dernière pièce décisive à ce puzzle scientifique. Si l'Espagne insistait tant auprès de Dow, c'est parce que le dossier des industriels ne comportait, depuis le départ, qu'une seule étude de neurotoxicité développementale, a expliqué un porte-parole de l'EFSA. Une unique étude datée de 1998 qu'il décrit comme souffrant de « plusieurs insuffisances » telles qu'une « absence de résultats sur le témoin positif » ou une « fenêtre d'exposition » incorrecte.

## Coïncidence aux implications lourdes

Une seule et unique étude dans le dossier, menée en 1998, financée par Dow, truffée d'anomalies ? L'empilement de ces informations donne le vertige. Car c'est en fait de la seule et même étude qu'il est question dans la réponse de Dow et dans celle de l'EFSA. Mais qui est aussi celle examinée, en 2018, par le trio de scientifiques scandinaves...

Une coïncidence aux implications lourdes. Ainsi, depuis le début des années 2000, l'évaluation de la toxicité du chlorpyrifos sur le développement du cerveau des enfants par l'Europe se serait appuyée sur une seule et unique étude confidentielle aux conclusions erronées. Si grossièrement erronées que l'agence américaine EPA l'avait aussitôt consigné dans son rapport en caractères gras.

Mais cette évaluation a-t-elle été effectuée par les autorités européennes ? Aussi inouï que cela puisse paraître, la réponse est non. Des documents officiels et des correspondances avec les autorités européennes, consultés par *Le Monde*, montrent que l'étude n'a, en près de vingt ans, n'a jamais fait l'objet d'une évaluation.

Dow l'avait pourtant soumise à ces dernières dès décembre 1999, dans le cadre d'une procédure de renouvellement. En 2005, après examen par l'Espagne, déjà rapporteur à l'époque, le chlorpyrifos a été reconduit pour quinze ans, puis réévalué en 2014. Mais il a fallu attendre 2017 pour que l'Espagne, enfin, examine l'étude.

Si l'EFSA, créée en 2002, n'était pas responsable du précédent processus de renouvellement, elle a cependant eu l'occasion d'examiner les données à plusieurs reprises depuis lors. Critiqués ces dernières années pour leur évaluation du glyphosate, l'EFSA et son directeur exécutif, Bernhard Url, n'ont cessé de répéter que l'agence s'appuyait « *principalement sur les études originales et leurs données brutes qu'ils vérifi[ai]ent eux-mêmes* ».

La Commission européenne décidera du sort de l'insecticide en fonction des conclusions de l'agence, attendues dans les prochaines semaines. Dans son courriel, cette dernière précise que l'analyse d'Axel Mie et ses collègues a été « prise en compte » au cours de ces discussions qui doivent compléter et valider le rapport de l'Espagne.

Une source a en effet assuré que « *la Commission ne proposera pas le renouvellement de l'autorisation du chlorpyrifos, car les inquiétudes quant aux effets sur la santé sont très claires* ». Rien, en revanche, n'est encore décidé pour le chlorpyrifos-méthyl, les données n'étant « *pas aussi claires* ».

Corteva, pour sa part, semble prête à défendre son produit jusqu'au bout. Inscrite depuis quelques jours à peine dans le registre de transparence de l'UE, la firme estime à entre un et 1,5 million

d'euros ses dépenses de l'année en activités de lobbying. Un montant qui représente une centaine de points de QI.

L'enquête transfrontalière sur le chlorpyrifos a été lancée par Investigative Reporting Denmark et *DanWatch*, et effectuée en collaboration avec des journalistes de *Knack*, en Belgique, *El Confidencial*, en Espagne, *Dagbladet*, en Norvège, *Newsweek*, en Pologne, et *Ostro*, en Slovénie, avec une contribution du Midwest Center for Investigative Reporting, aux Etats-Unis. L'enquête a bénéficié du soutien de Journalismfund.eu.

**Stéphane Horel**

## Le chlorpyrifos, pesticide sur la sellette, a été autorisé sur la foi de recherches biaisées

Une étude inédite publiée vendredi « met à nu les failles du système d'évaluation réglementaire de la toxicité des substances ».

Par [Stéphane Foucart](#) Publié le 16 novembre 2018 à 02h00 - Mis à jour le 16 novembre 2018 à 08h00

Epandage d'herbicide dans la Sarthe, en mai (photo d'illustration). JEAN-FRANCOIS MONIER / AFP

Commercialisé depuis une cinquantaine d'années, le chlorpyrifos est l'un des pesticides les plus utilisés au monde. Il est aussi au centre d'une énigme tenace : la majorité des agences réglementaires le considèrent comme pas ou peu toxique pour le développement du cerveau, alors que de nombreuses études indépendantes indiquent que les enfants les plus exposés in utero à cette substance voient certaines de leurs capacités cognitives réduites par rapport aux enfants les moins exposés. De troublants travaux, publiés vendredi 16 novembre dans la revue *Environmental Health*, lèvent une part du voile sur ce hiatus.

Selon Philippe Grandjean (Harvard School of Public Health, université du Danemark du Sud) et ses coauteurs, la raison est simple : l'étude de « neurotoxicité développementale » menée sur des rats et fournie à la fin des années 1990 par l'agrochimiste Dow aux autorités européennes et américaines, en vue de la réhomologation du chlorpyrifos, contient d'importants biais qui en invalident les conclusions rassurantes.

Des biais, ou des tours de passe-passe ? Pour évaluer l'effet du chlorpyrifos sur le cerveau des rats exposés in utero, l'industriel « a calculé la moyenne de l'effet produit sur l'ensemble des régions cérébrales analysées, rapportée à l'effet sur le poids du cerveau », expliquent les chercheurs. Un vrai jeu de bonneteau : ne considérer que la moyenne des effets a pour conséquence de masquer l'impact sur des régions cérébrales spécifiques.

« Scientifiquement, une telle démarche n'a aucun sens », tranche Axel Mie (Institut Karolinska, à Stockholm). Au contraire, en observant les données les plus fines relevées dans l'expérience, les chercheurs ont remarqué qu'à toutes les doses d'exposition le cervelet des animaux perd fortement en épaisseur.

Aux plus faibles doses d'exposition, la part relative de cette zone dans le cerveau des rats perd de 8 % à 11 %. Et jusqu'à 14 % pour les plus fortes expositions. Ce que les chercheurs interprètent comme un « dommage sur l'architecture cérébrale pouvant avoir des conséquences sur l'ensemble de la vie ». Chez

les humains, le cervelet est une région importante, associée au contrôle moteur, au langage, aux facultés d'attention, ou à la régulation de certaines émotions comme la peur ou le plaisir.

Généralement, les études réglementaires, comme celle examinée par M. Grandjean et ses collègues, sont confidentielles et les chercheurs indépendants ne sont pas autorisés à y débusquer d'éventuelles manipulations.

*« Nous avons utilisé la loi suédoise sur l'accès aux informations utilisées par l'administration pour requérir les détails de cette étude. Cela a pris du temps, mais nous avons finalement obtenu l'accès à l'ensemble des données, raconte Axel Mie. Notre point de départ était de tenter de comprendre la divergence entre les résultats des études épidémiologiques indépendantes qui pointent vers la neurotoxicité développementale du chlorpyrifos et les évaluations des agences réglementaires. »*

Dans les milliers de pages de données générées par l'expérience, les chercheurs ont débusqué d'autres manquements. Par exemple, notent-ils, une grande part de la croissance cérébrale intervient chez le rat après la naissance, alors qu'elle intervient in utero chez les humains. Or les rats ont été principalement exposés in utero, et seulement de manière marginale après leur mise au monde. Conséquence : l'effet noté sur le cervelet des rats est inférieur à celui attendu sur les humains.

## « Manipulation de données »

Les chercheurs notent d'autres étrangetés : bizarreries statistiques, changement de protocole en cours d'expérience, données manquantes... Les chercheurs ont réitéré leur travail pour un proche cousin du chlorpyrifos, le chlorpyrifos-méthyl, et observent des manquements analogues dans le dossier réglementaire.

*« C'est une étude intéressante, commente le pédiatre Leonardo Trasande, spécialiste de santé environnementale et professeur à l'université de New York (Etats-Unis), qui n'a pas participé à ces travaux. Elle met à nu les failles du système d'évaluation réglementaire de la toxicité des substances, tel qu'il est aujourd'hui structuré. »*

Toutefois, l'Agence de protection de l'environnement (EPA) avait bien noté dans son analyse certaines de ces failles, les qualifiant même de « manipulation de données » dans sa documentation – mais sans demander à l'industriel de revoir sa copie.

L'EPA américaine a ainsi tenu compte d'autres données que l'étude réglementaire fournie par Dow pour fixer sa limite réglementaire d'exposition. En Europe, ce seuil a été révisé par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) en 2014 et fixé à 1 microgramme par kilo de poids corporel et par jour – un seuil 830 fois plus élevé en Europe qu'aux Etats-Unis ! Interrogée par *Le Monde*, l'EFSA précise être informée de la publication de l'étude. *« Elle sera incluse dans l'examen en cours du chlorpyrifos »*, précise un porte-parole de l'agence, qui ajoute que l'EFSA n'avait pas encore été fondée fin 1990, lors de l'homologation européenne du produit.

Certains pays européens n'autorisent toutefois plus son utilisation en agriculture : la France l'a par exemple banni en 2016, à l'exception d'un usage sur l'épinard. Mais il reste présent sous forme de résidus dans de nombreux aliments importés. Aux Etats-Unis, l'administration Obama s'était engagée à l'interdire, mais l'arrivée de Donald Trump a changé la donne.

Article réservé à nos abonnés **Lire aussi [Le chlorpyrifos, le pesticide qui a failli être interdit en Californie](#)**

C'est pourtant aux Etats-Unis que les effets du chlorpyrifos ont été le mieux documentés. Une étude publiée en 2006 dans la revue *Pediatrics* a suivi depuis leur naissance quelque 250 enfants américains vivant en milieu urbain. Leur exposition in utero au pesticide avait été mesurée dans le sang dans leur

cordon ombilical. Par rapport aux moins exposés, ceux situés dans le haut de la fourchette présentaient, à 3 ans, un risque doublé de retard mental, un risque quintuplé de retard psychomoteur et une probabilité décuplée de présenter des troubles de l'attention.

Fin 2016, dans sa dernière évaluation, l'EPA notait que des résultats cohérents avaient été obtenus par douze autres études publiées à partir de quatre cohortes différentes. L'une d'elles, publiée en 2011 dans la revue *Environmental Health Perspectives*, suggère une baisse de 7 points de quotient intellectuel (QI) chez les enfants les plus exposés par rapport au moins exposés, tous issus de mères travaillant dans l'agriculture. En transposant ce résultat à une plus grande échelle, une étude publiée en 2015 dans la revue *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* suggère qu'un enfant né en 2010 en Europe a, en moyenne, perdu 2,5 points de QI en raison de son exposition prénatale au chlorpyrifos et aux autres pesticides de la même famille — les organophosphorés.

**Stéphane Foucart**