

# Invisible et non réglementé : Le TFA, un « polluant éternel » présent dans les céréales européennes



04/12/2025

# Résumé

Ce rapport présente la première évaluation à l'échelle européenne de la présence d'acide trifluoroacétique (TFA) dans les produits alimentaires conventionnels à base de céréales et révèle des niveaux alarmants de contamination à travers l'Europe. Le TFA est un polluant chimique hautement persistant et suspectés d'être reprotoxique qui échappe actuellement à la surveillance des autorités chargées de la sécurité alimentaire, ce qui rend ces résultats, sans précédent au niveau européen.



L'enquête a été menée par le Réseau d'action européen contre les pesticides (PAN Europe) en collaboration avec des ONG membres de 16 pays européens producteurs et consommateurs de céréales. S'appuyant sur des données antérieures de contamination par le TFA dans l'eau et les vins européens, cette étude entendait examiner la contamination au TFA dans une gamme de produits céréaliers. Les résultats montrent que les aliments, en particulier les cultures de base, constituent une voie majeure d'exposition humaine à ce contaminant persistant et toxique.

Le TFA est un produit de dégradation très stable et persistant de nombreux produits chimiques fluorés, notamment les pesticides PFAS et les gaz fluorés utilisés dans les procédés de réfrigération. Une fois présent, le TFA résiste à la dégradation naturelle et tend à s'accumuler dans le sol et l'eau, ce qui lui vaut d'être classé comme «polluant éternel ». Des études antérieures menées par PAN Europe ont révélé une contamination importante par le TFA dans l'eau du robinet et l'eau minérale dans toute l'UE. Les présents résultats confirment que la présence de TFA s'étend également aux aliments à base de céréales, faisant apparaître l'ubiquité du TFA dans l'environnement et une bioaccumulation dans les cultures.

## Les principales conclusions de notre étude

- **Contamination généralisée en Europe** : du TFA a été détecté dans 81,8 % des échantillons (54 sur 66) prélevés dans 16 pays européens.
- **Teneurs élevées en TFA** : la concentration moyenne en TFA était de **78,9 µg/kg**, avec une **médiane de 39,5 µg/kg** et des valeurs maximales pouvant atteindre **360 µg/kg**. **Les produits à base de blé sont nettement plus contaminés que les autres produits à base de céréales.**



- **L'alimentation comme principale voie d'exposition** : la concentration moyenne de TFA trouvée dans les échantillons, 78,9 µg/kg, est **107 fois (1) supérieure à la concentration moyenne de TFA dans l'eau du robinet**. rapport sur la contamination de l'eau (2).
- **Dépassement des limites maximales de résidus (LMR) préventives**. Les 54 échantillons contenant du TFA dépassaient tous la LMR par défaut de 10 µg/kg (10 µg/kg) pour les substances actives classées comme reprotoxiques de catégorie 1B. Même si le TFA est un produit de dégradation plutôt qu'une substance mère, les mêmes limites s'appliquent.
- **Valeur de sécurité sanitaire pour les enfants** : la consommation moyenne de TFA par produit représente plus d'un tiers (36,9%) de la dose journalière admissible proposée par PAN Europe et calculée sur la base des données actuelles.

Un précédent rapport de PAN Europe soulignait comment **les acteurs industriels ont systématiquement minimisé les preuves des effets nocifs du TFA**. Pourtant, des résultats toxicologiques cohérents indiquent les effets du TFA sur le développement foetal et ont conduit à une proposition de classement comme « reprotoxique » (catégorie 1B) par les autorités allemandes en vertu de la législation européenne sur les produits chimiques. Ces études ont également révélé des effets néfastes sur la fonction thyroïdienne et hépatique, la réponse immunitaire et la production de sperme. Parallèlement, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a été chargée de réviser son évaluation des risques liés aux TFA, datant de 2014, qui était obsolète et trop optimiste.

Les résultats de notre étude fournissent des preuves convaincantes que le TFA est désormais substantiellement présent dans l'alimentation européenne, ce qui nécessite une action réglementaire urgente. PAN Europe demande l'**interdiction immédiate des pesticides PFAS**, ainsi que **la fixation d'une dose journalière admissible (DJA)** protectrice des citoyen.nes qui tienne compte des incertitudes toxicologiques actuelles et des populations vulnérables telles que les enfants, conformément au principe de précaution. Cette mesure devrait être complétée par une **surveillance à l'échelle de l'UE du TFA dans les aliments et dans l'environnement**, ainsi que par un soutien aux agriculteurs pour qu'ils adoptent des méthodes de protection des cultures plus sûres et non issues de la chimie de synthèse. Les autres sources de production de TFA devront également être adressées (gaz fluorés)

1. TFA: The Forever Chemical In The Water We Drink (PAN Europe, 2024). Comparaison entre la valeur moyenne de TFA dans l'eau du robinet (740 ng/L) et la valeur moyenne de TFA dans la présente étude (78,9 µg/kg).

2. voir <https://www.generations-futures.fr/actualites/eau-potable-pfas-tfa/tfa-juillet-2024-v4/> et <https://www.natpro.be/actus/pesticides/tfa-le-polluant-éternel-dans-l'eau-que-nous-buvons/>





# Sommaire

Résumé	2
Introduction	5
Contexte	7
Méthodologie	17
Résultats	20
Discussion	25
Conclusion	28



# Introduction

**L'acide trifluoroacétique (TFA)** est une molécule synthétique appartenant à la classe des substances per- et polyfluoroalkylées (**PFAS**). Très stables de par leur conception industrielle; leur incapacité à se dégrader dans l'environnement (3) a valu aux PFAS d'être qualifiées de « polluants éternels ». Extrêmement persistant et très mobile, le TFA pénètre les différents compartiments de l'environnement principalement par la dégradation d'autres composés PFAS. Les produits émetteurs de TFA les plus importants sont les hydrocarbures fluorés (« gaz F ») issus des technologies de réfrigération et les pesticides PFAS utilisés en agriculture.

En 2024, PAN Europe et ses membres ont tiré la sonnette d'alarme sur la contamination de l'eau potable (du robinet et minérale) par le TFA, un polluant majeur pour nos ressources en eau (4).

Bien que les données sur l'exposition humaine au TFA par le biais de l'alimentation ne soient encore que récentes et lacunaires, il semble que le TFA soit omniprésent dans certains fruits, légumes et céréales (5). En raison de la rareté de ces études et de l'absence de surveillance officielle des TFA dans les aliments, nous ne savons pas à l'heure actuelle à quelle quantité de TFA les citoyens sont concrètement exposés.

Il est prouvé depuis longtemps que les pesticides PFAS se dégradent en TFA, ce qui explique sa présence généralisée dans les cultures agricoles (6). Malgré cela, le processus réglementaire n'a pas permis de réaliser une évaluation complète sur la "sécurité" de cette substance. Notre rapport récemment publié, intitulé « Manufacturing Doubt: How The Industry Downplays TFA's Toxicity » (Semer le doute : comment l'industrie minimise la toxicité du TFA), décrit le rôle joué par l'industrie pour retarder les enquêtes sur les risques du TFA et les mesures réglementaires qui en découlent.

Malgré les tentatives de l'industrie pour déformer et minimiser les preuves des effets nocifs du TFA, les régulateurs européens ont finalement exigé la présentation d'évaluations des risques à long terme dans le cadre d'un mandat officiel. Les preuves issues de ces études attendues depuis longtemps ont mis en évidence la toxicité du TFA pour le développement foetal et ont révélé de nouvelles informations sur le profil toxicologique du TFA, notamment son potentiel de perturbation endocrinienne. À la suite de ces développements, les agences compétentes de l'UE, l'EFSA et l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA), sont en cours de réévaluation des propriétés du TFA, notamment sa toxicité et les niveaux d'exposition jugés acceptables pour la santé humaine.

3. Ce qui rend les PFAS si résistants à la dégradation chimique et thermique, c'est l'introduction délibérée de liaisons carbone-fluor, parmi les plus solides en chimie organique, dans leur structure chimique. Lorsque les molécules de PFAS se décomposent, leurs groupes -CF<sub>3</sub>/-CF<sub>2</sub> restent intacts. Par conséquent, le produit de dégradation est également un PFAS. Le TFA, le plus petit des quelque 10 000 composés PFAS, est le produit de dégradation terminal d'un certain nombre de PFAS contenant des groupes -CF<sub>3</sub>.



En ce qui concerne les résidus dans les aliments, il est important de noter qu'aucune limite maximale de résidus (LMR) n'a été établie pour le TFA. Une LMR représente la limite légale maximale d'un résidu de pesticide autorisé dans les aliments et est fixée afin de garantir que l'exposition des consommateurs, en particulier parmi les groupes vulnérables tels que les enfants et les femmes enceintes, reste à des niveaux sûrs.

Le présent rapport a pour objectif d'étudier le degré d'exposition des citoyens de l'UE au TFA par le biais des aliments à base de céréales, choisies dans le cadre de cette étude en raison de leur rôle central dans l'alimentation des citoyen.nes européen.nes. En outre, les céréales sont cultivées sur de vastes superficies et sont largement traitées avec des pesticides PFAS dans de nombreux pays de l'UE.

Au total, 66 échantillons ont été prélevés dans 16 pays européens par les organisations suivantes : Global 2000 (Autriche), Bond Beter Leefmilieu (Belgique - Flandre), Nature & Progrès Belgique (Belgique - Wallonie), Fondation Via Pontica (Bulgarie), Arnika (République tchèque), Générations Futures (France), Ecocity (Grèce), Friends of the Earth Hungary, International Society of Doctors for Environment (Italie), Friends of the Irish Environment (Irlande), Irish Environmental Network (Irlande), Mouvement Écologique (Luxembourg), PAN Germany, PAN Netherlands, Living Earth Coalition (Pologne), Romapis (Roumanie), Ecologistas en Acción (Espagne), WWF Suisse.

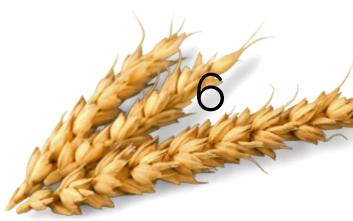
Les résultats montrent que le TFA est omniprésent dans l'alimentation quotidienne, soulignant la nécessité urgente d'interdire son émission à la source, notamment les pesticides PFAS, et d'adopter une approche préventive lors de la fixation des niveaux d'exposition sans danger pour ces « polluants éternels » persistants.

4.PAN Europe: TFA, The Forever Chemical In The Water We Drink (Juillet 2024),

[TFA, un polluant éternel dans l'eau que nous buvons](#) (juillet 2024)

5. EU-SRLM, 2017: Residues of DFA and TFA in Samples of Plant Origin

6. En 1998, le TFA a été identifié pour la première fois comme un métabolite du pesticide PFAS flurtamone, ce qui a conduit le [Comité scientifique des plantes](#) (composé de représentants des États membres et de la Commission européenne) à reconnaître un risque de contamination des eaux souterraines. Malgré les premières indications d'un risque potentiel pour la santé humaine lié à l'exposition au TFA, cette préoccupation a été largement mise de côté et n'a pas donné lieu à une évaluation approfondie des risques liés au TFA. En 2008, le TFA a été identifié comme un métabolite du pesticide PFAS fluazinam, révélant son entrée directe dans la chaîne alimentaire. L'EFSA a reconnu la nature générique du problème : « ce métabolite n'est pas spécifique au fluazinam et peut être produit [...] à partir d'une large gamme de pesticides contenant un fragment C-CF<sub>3</sub> ». La littérature scientifique existante indiquait déjà les « effets tératogènes possibles » du TFA, comme mentionné dans le rapport d'évaluation du fluazinam. Malgré cela, le fluazinam a obtenu une autorisation qui reste en vigueur à ce jour, tandis que le TFA n'a pas fait l'objet d'une attention réglementaire particulière pendant des décennies. Alors que les preuves des effets néfastes du TFA sur la santé continuent de s'accumuler, le fluazinam et 30 autres pesticides PFAS émettant du TFA continuent d'être pulvérisés sur les champs européens, contaminant nos aliments et notre eau avec ce métabolite toxique.



## Le TFA : un contaminant répandu et insuffisamment réglementé

### PRÉSENCE OMNIPRÉSENTE DU TFA DANS L'ENVIRONNEMENT

Depuis que les autorités réglementaires de l'UE ont découvert pour la première fois en 1998 leur potentiel de contamination des eaux souterraines, le TFA est devenu le contaminant le plus répandu, mais aussi le plus négligé dans les ressources en eau et les autres compartiments de l'environnement en Europe. Les milieux scientifiques et politiques s'intéressent de plus en plus à ce produit chimique, car un nombre croissant de publications scientifiques montrent que le TFA est détecté partout où il est mesuré. Le TFA pénètre les eaux de surface et les eaux souterraines et se répand ainsi dans les masses d'eau, où il s'accumule, ce qui est particulièrement alarmant car il ne peut être éliminé par les méthodes conventionnelles de traitement de l'eau. Le TFA a été détecté dans presque toutes les masses d'eau, y compris les océans, les lacs, les rivières, les eaux de pluie et les eaux souterraines (7)(8)(9). Outre les ressources en eau européennes, le TFA est également détecté à des concentrations élevées dans les sols, les plantes sauvages, les cultures, les aliments d'origine végétale, y compris les aliments pour bébés, et même le sang humain. L'accumulation rapide et irréversible du TFA dans l'environnement, observée à une échelle de plus en plus mondiale, a conduit les scientifiques à qualifier cette accumulation de menace pour les limites planétaires, en raison de son potentiel à perturber les processus vitaux du système Terre (10).

Après les gaz fluorés, les pesticides PFAS sont la deuxième source de contamination mondiale par le TFA. Contrairement aux émissions de gaz fluorés qui se dispersent dans les océans à l'échelle mondiale, les pesticides PFAS sont appliqués localement sur les terres agricoles. **Cependant, près de 100 % de la charge en TFA provenant des pesticides PFAS est directement dirigée vers les sols, les cultures et les eaux souterraines, ce qui entraîne des répercussions immédiates sur l'approvisionnement en eau potable.** Des calculs scientifiques ont démontré que les pesticides PFAS sont la principale source de contamination par les TFA dans les zones agricoles, représentant 76 % de la contamination des eaux souterraines par les TFA (11).

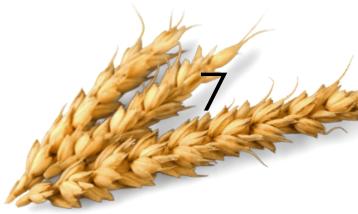
7.Berg M, Müller SR, Mühlemann J, Wiedmer A, Schwarzenbach RP (2000) Concentrations and mass fluxes of chloroacetic acids and trifluoroacetic acid in rain and natural waters in Switzerland. Environ Sci Technol 34:2675–2683. <https://doi.org/10.1021/es990855f>

8. Arp, Hans Peter H.et.al, The Global Threat from the Irreversible Accumulation of Trifluoroacetic Acid, 2024/11/12, doi: 10.1021/acs.est.4c06189, Environ. Sci. Technol. 2024, 58, 45, 19925–19935

9. Janda J, Nödler K, Brauch H-J, Zwinger C, Lange FT (2019) Robust trace analysis of polar (C2–C8) perfluorinated carboxylic acids by liquid chromatography–tandem mass spectrometry: method development and application to surface water, groundwater and drinking water. Environ Sci Pollut Res 26:7326–7336. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1731-x>

10. Arp, Hans Peter H.et.al, The Global Threat from the Irreversible Accumulation of Trifluoroacetic Acid, 2024/11/12, doi: 10.1021/acs.est.4c06189, Environ. Sci. Technol. 2024, 58, 45, 19925–19935

11. Arp, Hans Peter H.et.al, The Global Threat from the Irreversible Accumulation of Trifluoroacetic Acid, 2024/11/12, doi: 10.1021/acs.est.4c06189, Environ. Sci. Technol. 2024, 58, 45, 19925–19935



## ***VIOLATION DES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES RELATIVES AU TFA***

À la suite de la proposition de l'Allemagne de classer le TFA comme « présumé reprotoxique (catégorie 1B) », ainsi que très persistant et très mobile (vPvM) dans l'environnement, et persistant, mobile et toxique (PMT), la Commission européenne a reconnu le TFA comme un métabolite « pertinent » des pesticides dans les eaux souterraines. En vertu du règlement (CE) n° 1107/2009 sur les pesticides, une substance active dont les métabolites « pertinents » sur le plan toxicologique dépassent le seuil de 0,1 µg/L dans les eaux souterraines ne peut être approuvée. En réalité, ce seuil est fréquemment et largement dépassé par le TFA dans toute l'UE. **Malgré cette violation du règlement, 31 pesticides PFAS émettant du TFA restent approuvés dans l'UE**, où ils continuent de contaminer les réserves alimentaires et les ressources en eau européennes.

Une étude (12) réalisée en octobre 2025 a fourni la première estimation quantitative des émissions de TFA qui s'infiltrent dans les eaux souterraines, comme conséquence directe de l'utilisation agricole de 24 pesticides PFAS approuvés par l'UE (13). Dans tous les scénarios de modélisation des eaux souterraines explorés par les chercheurs, les émissions de TFA ont dépassé la limite légale de 0,1 µg/L pour les métabolites pertinent, pour 23 des 24 substances actives PFAS étudiées (14). Dans les scénarios les plus pessimistes, les émissions de TFA dans les eaux souterraines provenant de la majorité des substances actives PFAS dépassaient même 10 µg/L, la limite fixée pour les métabolites non pertinents dans les eaux souterraines.

Auparavant, en avril 2024, des enquêtes menées par PAN Europe et ses membres (15) avaient révélé que le TFA dans l'eau potable (eau du robinet et eau en bouteille) dépassait fréquemment la limite de 0,1 µg/L fixée pour les métabolites pertinents. Le TFA a été détecté dans l'eau du robinet à une concentration moyenne de 0,74 µg/L, atteignant jusqu'à 4,1 µg/L. L'eau minérale et l'eau de source contenaient une concentration moyenne en TFA de 0,278 µg/L, avec une valeur maximale de 3,2 µg/L. Ces résultats indiquent clairement que les exigences du règlement (CE) n° 1107/2009 concernant les pesticides, à savoir son article 4(3), et son article 29(1)(e), ainsi que ses principes uniformes énoncés dans le règlement (UE) n° 546/2011, ne sont pas respectés par les produits pesticides contenant des substances actives PFAS (16).

12. Diehle, M., Schneider, F., Banning, H. et al. Trifluoroacetate leaching potential from fluorinated pesticides: an emission estimation and FOCUS modelling approach. Environ Sci Eur 37, 161 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12302-025-01215-5>

13 44 substances actives contenant un groupe C-CF<sub>3</sub> issues de la base de données européenne sur les pesticides. Sur les 44 substances actives contenant un groupe C-CF<sub>3</sub> approuvées par l'UE, 24 ont été utilisées pour la modélisation, car elles sont autorisées dans au moins la moitié des États membres de l'UE et au Royaume-Uni.

14. 9 substances actives pesticides PFAS ont été identifiées comme les plus importantes en matière de lessivage des TFA dans l'UE : le diflufenican, le flonicamide, le fluazifop-P-butyle, le fluazinam, le flufenacet, le fluopyram, le flutolanal, le picolinafen et la trifloxystrobine.

15. PAN Europe: TFA, The Forever Chemical In The Water We Drink (July 2024) et en Français <https://www.natprobe.actus/pesticides/tfa-le-polluant-eternel-dans-leau-que-nous-buvons/> Juillet 2024

16. Point 2.5.1.3 of Regulation (UE) 546/2011.



Aussi alarmantes que soient ces conclusions, en avril 2025, une étude (17) menée par des membres de PAN Europe a montré que les niveaux de TFA dans les vins européens dépassaient les niveaux de présence dans l'eau d'environ deux ordres de grandeur, avec des concentrations moyennes supérieures à 100 µg/L et des pics détectés supérieurs à 300 µg/L. La découverte que le TFA peut s'accumuler dans les plantes à un tel degré est profondément préoccupante. Plus frappant encore, nos données dans cette étude ont révélé une augmentation apparemment exponentielle des niveaux de TFA depuis 2010. Aussi, les échantillons présentant des concentrations plus élevées de TFA contenaient également davantage de résidus de pesticides de synthèse, ce qui correspond aux données antérieures selon lesquelles les pesticides PFAS seraient la principale source de contamination par le TFA dans la chaîne alimentaire.

17. [PAN Europe, Message dans la bouteille, avril 2025.](#)



# Présence de TFA dans les cultures céréaliers

Peu d'études ont examiné l'ampleur de la contamination par les TFA dans les céréales ou d'autres cultures. La présente étude vise à contribuer à combler cette lacune dans les connaissances.

La seule étude officielle publiée à ce jour mesurant les niveaux de TFA dans les aliments a été réalisée en 2017 par le laboratoire de référence de l'UE CVUA Stuttgart pour le compte de la Commission européenne (18). Cette étude a analysé plus de 1 600 échantillons très variés d'aliments et de boissons d'origine végétale, révélant que des traces de TFA étaient présentes dans presque tous les échantillons. Les produits céréaliers conventionnels contenant du TFA au-delà de la limite déclarée (40 µg/kg) présentaient une concentration médiane de 58 µg/kg, avec une valeur maximale de 280 µg/kg détectée.

Huit ans plus tard, une étude menée par Global 2000 (19) a révélé une augmentation d'environ 3.5 fois de la contamination médiane par le TFA dans les échantillons de céréales conventionnelles autrichiennes, par rapport aux niveaux détectés par le laboratoire de référence de l'UE évoqué ci-dessus. Si les échantillons conventionnels étaient deux à trois fois plus contaminés que les échantillons biologiques, les deux types d'échantillons étaient contaminés par le TFA, avec une valeur moyenne collective de 119 µg/kg et des concentrations atteignant 420 µg/kg. Ce niveau est deux à trois fois supérieur aux niveaux moyens de TFA dans l'eau de pluie, les eaux de surface, les eaux souterraines et l'eau du robinet, ce qui indique une accumulation importante de TFA dans les aliments d'origine végétale.

Une enquête suisse à petite échelle a également été menée en octobre 2025, révélant la présence de TFA dans les 12 échantillons de pain testés, y compris les pains biologiques. Le TFA a été détecté dans une fourchette comprise entre 29 et 130 µg/kg, avec une moyenne de 69 µg/kg. Cette valeur moyenne est plus de 86 fois supérieure aux niveaux de TFA trouvés dans l'eau du robinet en Suisse, lors d'une enquête participative.

18. EU-SRLM, 2017: [Residues of DFA and TFA in Samples of Plant Origin](#)

19. Global 2000: [The Forever Chemical in Our Daily Bread](#), juin 2025



# L'impérieuse nécessité d'une évaluation des risques plus exhaustive

## *LES TENTATIVES DE L'INDUSTRIE POUR DISSIMULER ET MINIMISER LES PREUVES DES EFFETS NOCIFS*

Alors que le TFA continue de s'accumuler dans notre biosphère depuis plusieurs décennies, y compris dans toute notre alimentation, les risques sanitaires liés à ce polluant persistant n'ont commencé à être étudiés que récemment. Ce contraste saisissant reflète l'incapacité des régulateurs européens et des fabricants des produits émetteurs du TFA à évaluer correctement les risques sanitaires liés au TFA et à adopter une approche fondée sur la précaution et la prévention.

Selon une enquête récente, le TFA a été identifié pour la première fois comme un contaminant des eaux souterraines il y a plus de 25 ans. Depuis lors, l'industrie et les scientifiques qui lui sont affiliés n'ont de cesse d'affaiblir et de retarder les restrictions sur les PFAS émetteurs du TFA en diffusant de faux discours visant à biaiser le débat public et à influencer la science (20).

Un mythe largement répandu dans l'industrie veut que les PFAS à chaîne courte comme le TFA ne présentent aucun danger pour la santé et qu'il n'est donc pas nécessaire de réglementer le TFA au même titre que les PFAS à chaîne plus longue (PFOS, PFO, ...). Ce mythe de l'innocuité du TFA est aujourd'hui discrépant par un nombre croissant d'études scientifiques démontrant sa toxicité.

Un deuxième mythe diffusé par l'industrie est que le TFA est d'origine naturelle et est émis par les cheminées hydrothermales en eaux profondes. Une évaluation critique de cette affirmation a montré qu'elle n'était pas étayée par des preuves scientifiques. De plus, elle est en contradiction avec les tendances temporelles des concentrations de TFA dans les carottes de pluie et de glace (21). Plus important encore, il est clair que les augmentations des niveaux de TFA observées dans les différents compartiments environnementaux ces dernières années sont si fortes et rapides qu'elles ne peuvent être attribuées qu'aux activités anthropiques. Cela nécessite dès lors, une action régulatoire urgente pour empêcher une accumulation irréversible dans l'environnement.

20. Des exemples de cette stratégie mise en œuvre par l'industrie des produits chimiques fluorés ont été compilés par le chercheur belge en environnement Thomas Goorden dans sa publication [The Dark PFAS Hypothesis - Strategies of Deception](#).

21. Joudan, S., De Silva, A.O. and Young, C.J., 2021. Insufficient evidence for the existence of natural trifluoroacetic acid. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 23(11), pp.1641-1649.



## NOUVELLES LIMITES DE SÉCURITÉ POUR LE TFA

### Limites maximales de résidus

Conformément au règlement (CE) n° 396/2005 concernant les limites maximales de résidus (LMR) dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux, des LMR doivent être fixées pour les résidus de pesticides afin de garantir un niveau élevé de protection des consommateurs. Il s'agit des concentrations maximales légales dans les denrées alimentaires ou les aliments pour animaux qui sont considérées comme sûres pour les groupes de population les plus vulnérables, y compris les enfants. Au moment de la rédaction du présent rapport, **aucune LMR n'a été fixée pour le TFA** dans différents produits alimentaires. Dans de tels cas, lorsqu'aucune LMR n'a été établie, le règlement sur les LMR considère qu'il est approprié de fixer **une valeur par défaut de 10 µg/kg (22)**.

Cela est d'autant plus approprié pour le TFA, qui doit être classé comme reprotoxique de catégorie 1B. Selon le règlement (CE) n° 1107/2009 concernant les pesticides, les substances actives relevant de cette classe de danger ne devraient pas être détectées dans les denrées alimentaires ou devraient être présentes à des concentrations inférieures à cette valeur par défaut de 10 µg/kg. Même si le TFA est un produit de dégradation des substances actives PFAS, plutôt qu'une substance mère, il est prévu que les dispositions relatives à un niveau élevé de protection s'appliquent aux résidus des substances actives et à tous les métabolites formés à la suite de leur utilisation.

### Détermination par l'EFSA d'une nouvelle dose journalière admissible (DJA)

À la suite de récentes preuves de la toxicité du TFA pour la santé humaine, la Commission a demandé à l'EFSA d'examiner les preuves de toxicité et de proposer de nouvelles valeurs de sécurité sanitaire à l'échelle de l'UE pour le TFA. Plus précisément, l'EFSA définira une nouvelle dose journalière admissible (DJA), une conclusion qui aura des répercussions importantes sur la réglementation du TFA. La DJA est une mesure de la quantité (par kilogramme de poids corporel, kg/pc) d'un contaminant qu'une personne peut ingérer chaque jour pendant de longues périodes sans s'attendre à des effets néfastes sur sa santé.

PAN Europe ne soutient pas l'avis visant à établir des « niveaux de sécurité » pour les substances qui sont des perturbateurs endocriniens, car conformément aux caractéristiques scientifiques de ces substances, les effets doivent être considérés comme non liés à un seuil (23). Le principe selon lequel c'est la dose qui fait le poison ne s'applique pas aux perturbateurs endocriniens. Par conséquent, cela signifie qu'aucun résidu ne devrait être toléré, en particulier dans les aliments consommés par les groupes vulnérables.

22. Article 18(1)(b) of Regulation (EC) 396/2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin

23. Zoeller et al.: Endocrine-disrupting chemicals and public health protection: a statement of principles from The Endocrine Society, *Endocrinology*, 153, 9, 2012, 4097-4110.

doi:10.1210/en.2012-1422

Néanmoins, compte tenu du risque d'exposition à vie lié à l'extrême persistance du TFA et à son omniprésence dans l'environnement, il est important d'examiner sur quelle base un tel seuil de sécurité pourrait être fixé à partir des tests de toxicité disponibles. L'augmentation des émissions de ce contaminant, combinée à des preuves croissantes de sa toxicité et à des incertitudes importantes quant aux risques supplémentaires pour la santé, rend indispensable l'adoption d'une approche la plus protectrice, dans le respect du principe de précaution.

Pendant des décennies, les régulateurs de l'UE ont accepté sans critique les affirmations non fondées de l'industrie et n'ont pas insisté pour que des évaluations approfondies des risques liés aux TFA soient réalisées. La DJA provisoire proposée par l'EFSA en 2014 est un chiffre directement tiré d'un document de synthèse de Bayer (24). Cette valeur - 0,05 mg/kg (50 µg/kg) de poids corporel par jour (pc/jour) - était basée sur une étude de 90 jours menée sur des rats (2007). Au-delà de la dose la plus faible de 10 mg/kg, les rats présentaient des signes évidents de stress hépatique, notamment des taux élevés d'alanine aminotransférase, un marqueur clé des lésions ou des maladies hépatiques. Malgré ces limites et l'absence d'études critiques à long terme, l'EFSA a appliqué un facteur d'incertitude (FI) supplémentaire de seulement 2 (25), tel que recommandé par Bayer, et a conclu que le TFA ne présentait pas de risque significatif pour la santé. Cette conclusion a ensuite influencé l'évaluation des risques de toutes les substances actives qui se dégradent en TFA.

En 2017, l'ECHA a légalement contraint l'industrie à combler les lacunes flagrantes en matière de données sur la toxicité du TFA en réalisant des évaluations des risques à long terme, notamment une étude approfondie sur une génération, en matière de reprotoxicité (26). Toutes les expositions au TFA testées, y compris la dose la plus faible de **8,65 mg/kg (8650 µg/kg) de pc/jour (27)**, ont montré des effets indésirables sur la thyroïde des rats, indiquant que le TFA pourrait être un perturbateur endocrinien (28). Bien qu'il n'ait pas été possible de déterminer une dose sans effet nocif observé (NOAEL en anglais) à partir de cette étude, toutes les doses ayant produit des effets indésirables, l'EFSA a récemment utilisé les résultats de cette étude pour déterminer une NOAEL et une DJA actualisées.

En septembre 2025, l'EFSA a ainsi proposé des valeurs provisoires pour une **DJA de 0,03 mg/kg (30 µg/kg) de poids corporel/jour, dérivée d'une NOAEL de 8,65 mg/kg de pc/jour**, ainsi qu'un FI de 300 (contre 200 en 2014).

En proposant de fixer la DJA à 30 µg/kg pc/jour, les régulateurs européens affirment en réalité qu'un adulte de 60 kg peut ingérer jusqu'à 1 800 µg de TFA par jour sans effets négatifs sur la santé. Pour les enfants de 6 ans (20 kg), cette quantité est ramenée à 600 µg, tandis que pour les nourrissons (1 an), elle est de 300 µg par jour (en utilisant les poids corporels de référence standard de l'OCDE).

24. En 2013, Bayer CropScience a présenté un document de synthèse sur le TFA, voir [EFSA 2014, p. 11](#).

25. Combiné au FI obligatoire de 100 pour tenir compte de l'extrapolation à partir des données animales et des différences entre les individus humains, comme le stipulent les lignes directrices de l'OCDE, ce qui conduit à un FI combiné total de 200 pour cette étude.

26. [Bayer-Solvay, 2021](#)

27. Trois doses d'exposition ont été examinées, soit environ 10, 50 et 250 mg/kg pc/jour.

28. Les autres effets induits par le TFA à toutes les doses comprenaient : des altérations de la biochimie sanguine, une diminution de la motilité des spermatozoïdes et une réduction du poids des testicules ; ainsi que des effets sur le système immunitaire, notamment une diminution du nombre absolu de cellules dans la rate.

## La DJA proposée par PAN Europe

Comme mentionné précédemment, PAN Europe soutient une approche sans seuil de sécurité pour les substances reprotoxiques et/ou perturbateurs endocriniens, susceptibles d'avoir un impact sur le développement des enfants.

Néanmoins, si une DJA devait être établie, la NOAEL la plus basse serait celle issue de l'étude de 52 semaines sur des rats (1,8 mg/kg) compte tenu des preuves scientifiques disponibles. Il s'agit d'une étude de toxicité chronique, qui reflète donc le plus fidèlement la réalité d'une exposition à long terme au TFA chez les humains. Cependant, l'EFSA reconnaît elle-même que l'étude de 52 semaines « ne répond pas aux critères d'une évaluation complète de la cancérogénicité ». L'application d'un FI standard de 100 est considérée comme suffisante lorsque la base de données sur la toxicité est complète. Toutefois, un FI supplémentaire est justifié en cas de lacunes dans l'étude clé et de préoccupations concernant des effets inacceptables sur la santé. Étant donné que l'étude n'a pas examiné la neurotoxicité, l'immunotoxicité ou la cancérogénicité, et qu'un potentiel neurotoxique a été identifié chez la progéniture de rats dans une étude précédente (effets sur la thyroïde), il est logique d'appliquer un FI combiné total de 1000 afin de tenir compte des incertitudes entourant la neurotoxicité et l'immunotoxicité potentielles du TFA pour le développement, dans le respect du principe de précaution. Par conséquent, la DJA devrait être fixée à au moins **1,8 µg/kg pc par jour**.

### **Dose journalière admissible, niveau sans effet nocif observé et facteurs d'incertitude**

La **dose journalière admissible (DJA)** est dérivée d'une autre valeur, appelée **dose sans effet nocif observé (DSENO en français, NOAEL en anglais)** - la dose d'une substance testée à laquelle aucun effet nocif n'est observé (par rapport au groupe témoin) dans les études sur les animaux de laboratoire. Selon les règles applicables, la NOAEL la plus faible de toutes les études disponibles doit servir de base pour dériver la DJA.

Pour calculer la DJA à partir de la NOAEL, des **facteurs d'incertitude (FI)** sont appliqués. L'application d'un FI standard de 100 est obligatoire pour tenir compte des incertitudes liées à l'extrapolation des données animales à l'homme et des différences de sensibilité entre les individus. Des FI supplémentaires sont calculés pour tenir compte des incertitudes liées à d'autres facteurs, notamment les lacunes de l'étude principale, les données manquantes et la gravité des effets observés.



## Valeurs nationales fondées sur la santé

En l'absence, depuis une dizaine d'années, d'une limite de sécurité à l'échelle de l'UE pour le TFA et de tests réglementaires adéquats, plusieurs États membres ont élaboré leurs propres valeurs guides pour la santé, définissant d'autres niveaux d'exposition quotidienne acceptables ou tolérables au TFA. Il en résulte une mosaïque de valeurs différentes à travers l'Europe, qui varient considérablement les unes des autres en raison de l'utilisation de méthodes d'évaluation des risques et de facteurs d'incertitude différents. Certaines valeurs sont plus protectrices que d'autres en fonction des facteurs et des études pris en compte (Figure 1).

**L'EFSA (2014) (29) - 50 µg/kg pc/jour** - s'est appuyée sur une étude à court terme de 90 jours sur des rats fournie par Bayer en 2007 pour extrapoler un risque potentiel d'exposition à vie pour les humains. La DJA élevée qui en a été extrapolée ne tenait pas compte des graves lacunes dans les données sur les effets chroniques à long terme des TFA.

**L'Allemagne (2020) (30) - 18 µg/kg pc/jour** - a utilisé les données d'une étude de 52 semaines sur l'eau potable chez le rat (Solvay, 2019). Cependant, cette DJA ne reflète pas les lacunes dans les connaissances sur les effets du TFA sur la santé, en particulier en ce qui concerne l'immunotoxicité, les effets sur la reproduction et la toxicité pour le développement (facteurs d'incertitude inappropriés).

**La Flandre (2024)(31) - 2,6 µg/kg pc/jour** - a choisi de combiner les données de l'étude de 90 jours menée par Bayer en 2007 et celles de l'étude de 52 semaines menée par Solvay en 2019, plutôt que de se baser sur une seule étude. La Flandre se distingue par son choix d'un facteur d'incertitude supplémentaire pour pallier les lacunes des connaissances.

**Les Pays-Bas (2023) (32) - 0,32 µg/kg pc/jour** - ont établi la limite de sécurité la plus protectrice à ce jour pour le TFA, en utilisant une méthode innovante qui tient compte des nombreuses données existantes sur la toxicité des PFAS à chaîne plus longue et qui prend en considération la puissance relative du TFA (relation entre la dose et la gravité de l'effet) par rapport à ces composés. L'Institut néerlandais pour la santé publique et l'environnement a utilisé le facteur de puissance relative du TFA pour calculer une limite de sécurité dans l'eau potable de 2,2 µg/L, à partir de laquelle nous avons calculé la limite de sécurité de 0,32 µg/kg pc/jour - laquelle n'est donc pas une DJA officielle.

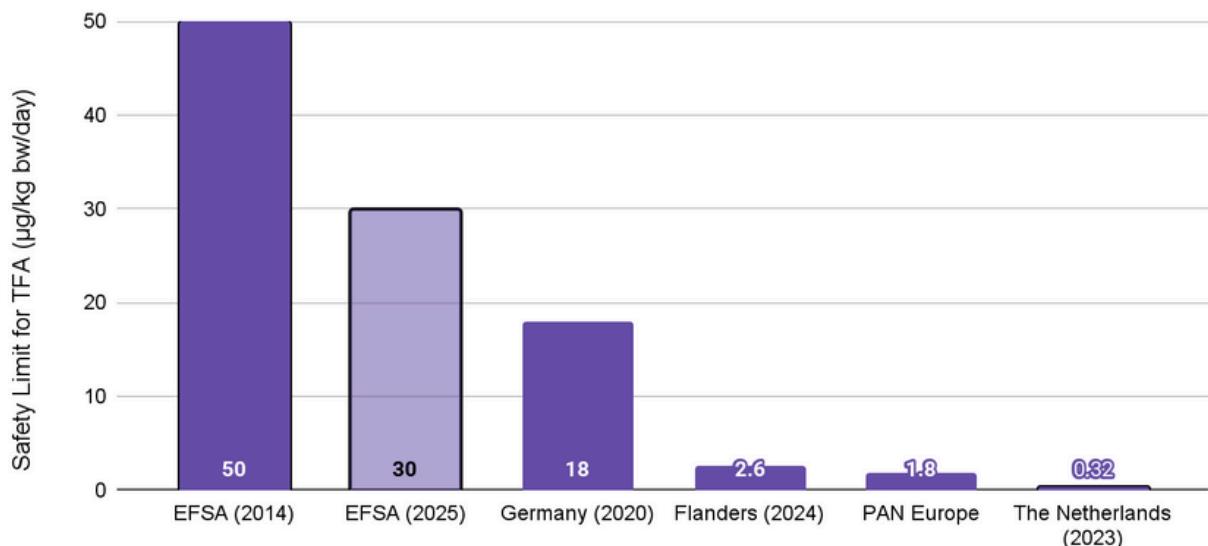
29. [EFSA, 2014](#), page 10.

30. [UBA, 2020](#)

31. [ZORG, 2024](#)

32. [RIVM, 2023](#)

**L'EFSA (2025) (33) - 30 µg/kg pc/jour** - continue de ne pas tenir compte des lacunes dans les connaissances dans son évaluation actuelle de la sécurité du TFA. Alors que les trois autorités nationales mentionnées ci-dessus ont pris comme référence la dose la plus faible de l'étude de 52 semaines, l'EFSA conclut que les effets observés dans le cadre de l'étude n'étaient pas néfastes, même à la dose la plus élevée. En s'appuyant sur une autre étude présentant une NOAEL nettement plus élevée et en continuant à appliquer de manière insuffisante les facteurs d'incertitude, l'EFSA est parvenue à une DJA légèrement inférieure à celle calculée en 2014.



**Figure 1 : Différentes limites de sécurité sanitaires pour le TFA**

La question de savoir à quelle quantité de TFA une personne peut être exposée chaque jour sans subir d'effets néfastes sur sa santé a reçu des réponses très différentes de la part des différentes autorités sanitaires nationales et de l'EFSA.

Les différentes DJA calculées, allant de 0,32 à 50 µg/kg pc/jour, reflètent la mesure dans laquelle les différentes autorités scientifiques ont pris en compte les données disponibles de la sciences et les lacunes existantes dans les connaissances sur les effets du TFA sur la santé, dans leur application de différents facteurs d'incertitude.

# Objectifs

Après la découverte en 2025 de niveaux élevés et généralisés de TFA dans plusieurs types de sources d'eau et à la suite des niveaux élevés de TFA détectés dans notre première étude sur un produit d'origine végétale - le vin; l'étape logique suivante consistait à examiner si, et dans quelle mesure, ce produit chimique persistant s'accumulait dans d'autres composants de la chaîne alimentaire.

Les produits céréaliers représentant un élément de base important de l'alimentation humaine en Europe, il était pertinent d'étudier l'étendue de la contamination par le TFA dans ces produits consommés quotidiennement, afin de déterminer si les niveaux de contamination potentiels mesurés pouvaient présenter des risques pour la santé.

33: [Link](#) pour consulter le projet de déclaration de l'EFSA sur les valeurs indicatives pour la santé des consommateurs concernant le TFA.

# Méthodologie et analyse



## Sélection des échantillons

Des études antérieures ont mis en évidence des différences significatives dans la fréquence et l'ampleur de la contamination par le TFA entre les produits céréaliers biologiques et les produits conventionnels et d'autres produits à base de plantes, confirmant que la contamination des cultures par le TFA est directement liée à l'utilisation de pesticides PFAS (34,35,36). Dans cette étude, nous avons donc décidé de nous concentrer exclusivement sur les **produits conventionnels**.

Nous avons analysé à la fois des produits transformés, notamment des produits de boulangerie tels que le pain et les biscuits, des pâtes telles que les nouilles et les spaghetti, et des produits pour le petit-déjeuner tels que les flocons d'avoine, ainsi que les matières premières elles-mêmes, sous forme de farine.

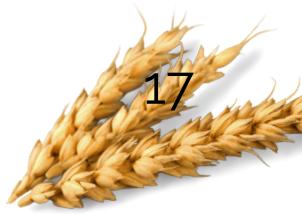
Les produits ont été achetés soit dans les grandes chaînes de supermarchés des pays européens, soit dans des boulangeries. Les marques connues et établies ou les marques de supermarchés ont été privilégiées dans la décision d'achat. Les organisations membres ont sélectionné des produits traditionnels et populaires dans leurs pays respectifs. Cela a conduit à une prédominance des produits à base de blé dans les échantillons (83,3 % à base de blé ( $> 50\%$  de blé), 9,1 % à base de seigle, 7,6 % à base d'autres céréales), ce qui reflète les habitudes de consommation. L'origine de la farine n'a pas pu être déterminée pour la majorité des produits, car cette information est généralement absente de l'emballage des produits industriels à base de céréales. Le nombre et le type d'échantillons alimentaires par pays n'étaient pas identiques.

Les produits ont été envoyés au laboratoire d'analyse de l'Institut Dr. Wagner, où leur teneur en TFA a été analysée. Un aperçu et une description des 66 produits céréaliers, y compris les résultats des analyses, sont disponibles en [annexe](#).

34. Ex.: EU-SRLM, 2017: [Residues of DFA and TFA in Samples of Plant Origin](#)

35. [Global 2000: The Forever Chemical in Our Daily Bread](#)

36. [PAN Europe, Message dans la bouteille](#), avril 2025. Les niveaux de TFA dans les vins européens semblent avoir augmenté de manière exponentielle depuis 2010. Les échantillons contenant des niveaux plus élevés de TFA contenaient également davantage de résidus de pesticides synthétiques, ce qui correspond aux preuves antérieures selon lesquelles les pesticides PFAS sont la principale source de contamination par les TFA dans la chaîne alimentaire.



# Méthodes d'analyse

Toutes les analyses ont été réalisées par le laboratoire d'essai Institut Dr. Wagner, accrédité au niveau international selon la norme EN ISO/IEC 17025, un laboratoire autrichien spécialisé dans l'analyse des aliments d'origine végétale et animale ([www.institut-wagner.at](http://www.institut-wagner.at)).

Les teneurs en TFA ont été analysées selon la méthode « Méthode rapide d'analyse des pesticides hautement polaires dans les denrées alimentaires par extraction au méthanol acidifié et mesure par LC- ou CI-SM/SM I. Aliments d'origine végétale (méthode QuPPe-PO, version 12.3, 2024) » publiée par le laboratoire de référence de l'UE pour les pesticides nécessitant des méthodes de dosage des résidus uniques (EURL-SRM, CVUA Stuttgart). Toutes les analyses ont été effectuées en utilisant du TFA marqué isotopiquement comme étalon interne.

La limite de quantification était de 10 µg/kg (0,01 mg/kg), ce qui correspond à la « LMR par défaut » pour les substances classées comme reprotoxiques. À des fins d'analyse, les échantillons dont les teneurs en TFA étaient inférieures à la limite de quantification ont reçu une valeur de 0 µg/kg. Par conséquent, les concentrations moyennes calculées de TFA et les apports estimés peuvent sous-estimer l'exposition réelle.

## Calcul de l'apport en TFA

### **DONNÉES NATIONALES SUR LA CONSOMMATION DE CÉRÉALES**

Pour estimer la consommation chronique de produits à base de céréales, nous avons utilisé la base de données sur la consommation alimentaire de l'EFSA et extrait les valeurs moyennes d'apport pour les catégories de consommateurs adultes (18-65 ans) et autres enfants (3-9 ans). Pour chaque pays représenté dans nos résultats, la valeur moyenne la plus élevée disponible a été sélectionnée dans la base de données de l'EFSA afin de refléter les habitudes de consommation potentiellement plus élevées au sein de la population nationale. Une estimation de la consommation chronique au niveau de l'UE a ensuite été calculée comme la moyenne de ces valeurs nationales.

Pour les pays non couverts par la base de données de l'EFSA (car non membres de l'UE) ou pour lesquels les valeurs de consommation spécifiques aux groupes de population concernés n'étaient pas disponibles, nous avons extrapolé des estimations de consommation à partir d'enquêtes alimentaires nationales et de la littérature scientifique publiée. Dans certains cas où aucune donnée nationale n'a pu être identifiée, la consommation moyenne de l'UE dans les pays représentés a été appliquée comme valeur de substitution.

## **CALCUL DE L'APPORT EN TFA**

Conformément à la méthodologie d'évaluation de l'exposition de l'EFSA (37), l'apport alimentaire chronique en TFA provenant des produits à base de céréales a été estimé en multipliant les concentrations de TFA mesurées dans les échantillons ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) par la consommation quotidienne moyenne de produits à base de céréales pour les adultes et les enfants ( $\text{kg d'aliments}/\text{kg de poids corporel/jour}$ ).

## **COMPARAISON AVEC LA DJA PROPOSÉE PAR PAN EUROPE**

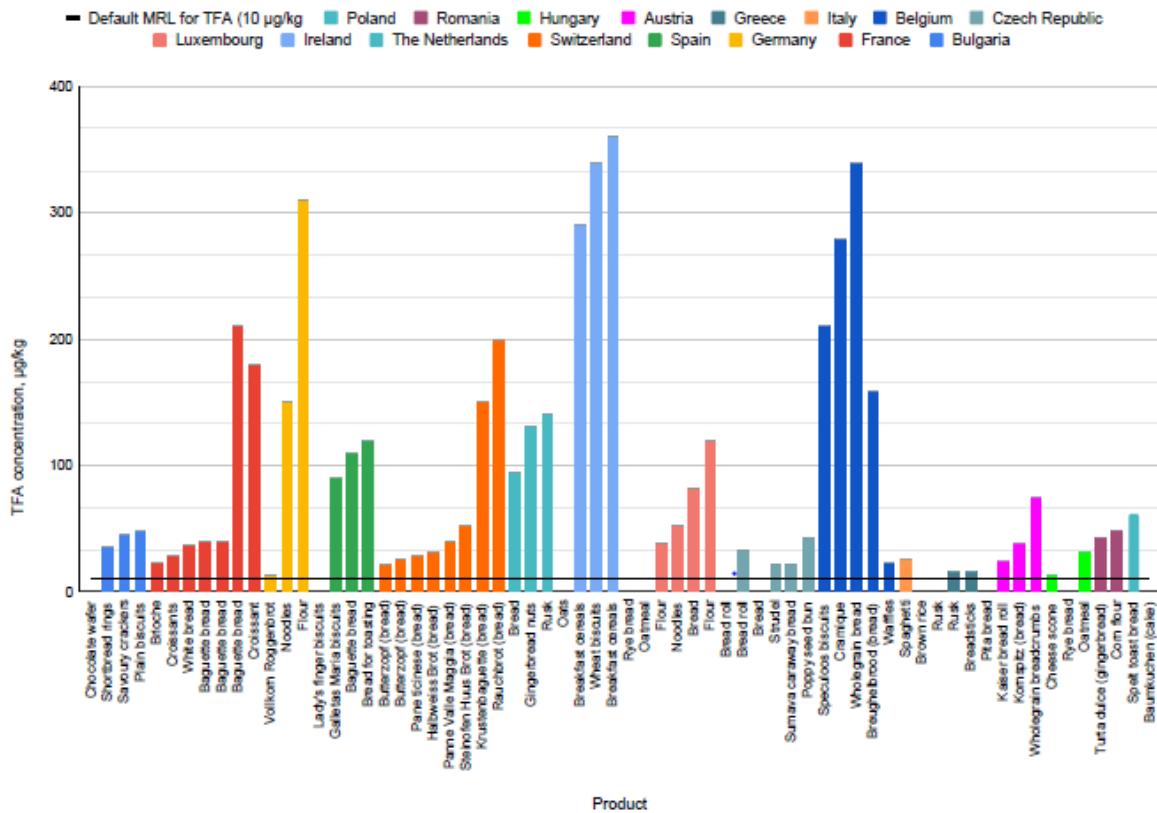
Afin d'évaluer les risques potentiels pour la santé, les apports estimés en TFA ( $\mu\text{g}/\text{kg pc/jour}$ ) ont été comparés à la DJA proposée par PAN Europe, soit  $1,8 \mu\text{g}/\text{kg pc/jour}$ . Le pourcentage de cette limite de sécurité qui a été dépassé ou atteint a été calculé en divisant chaque estimation d'apport par  $1,8$  et en multipliant le résultat par  $100$ . La méthodologie complète et les sources sont disponibles en [annexe](#), en anglais.

37. EFSA Journal 2017;15(1):4581 - "Guidance on the EU Menu methodology and dietary exposure assessment."



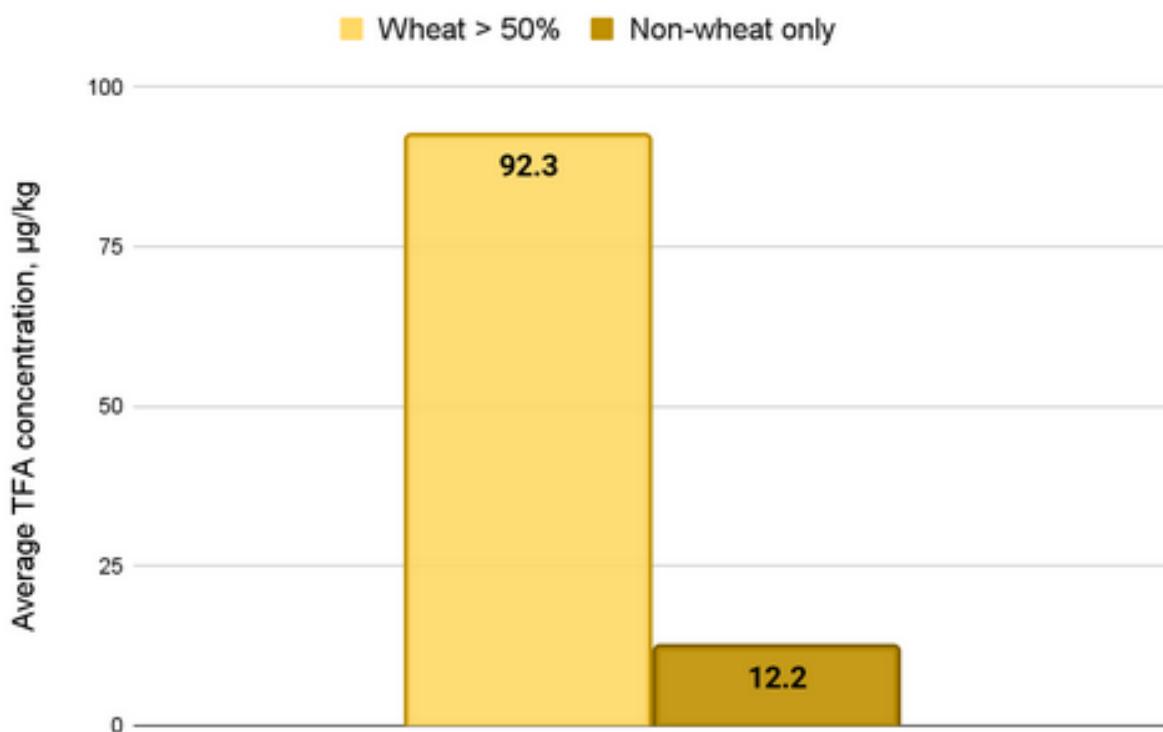
# Résultats

## Les niveaux de TFA sont très répandus et dépassent souvent la LMR par défaut.



Les niveaux de TFA trouvés dans les produits à base de céréales **dépassent de 107 fois les niveaux moyens de contamination dans l'eau du robinet**, ce qui indique une accumulation élevée et généralisée de TFA dans certaines cultures céréalier à travers l'Europe.

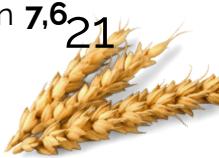
## Les produits à base de blé sont nettement plus contaminés que les autres produits.



**Figure 3:** Comparaison entre la concentration moyenne en TFA détectée dans les produits à base de blé (moyenne = 92,3 µg/kg, n = 55, E.M.A. = 13,3 µg/kg) et dans les produits à base de céréales autres que le blé (moyenne = 12,2 µg/kg, n = 11, E.M.A. = 5,7 µg/kg) ; p < 0,000006.

La concentration moyenne en TFA mesurée dans les produits à base principalement de blé (y compris les produits issus d'un mélange de céréales contenant au moins 50 % de blé) était de **92,3 µg/kg** (n = 55, erreur type de la moyenne, ETM = 13,3 µg/kg). En revanche, les produits composés d'autres variétés de céréales, telles que le seigle, l'avoine, le maïs et le riz, présentaient une concentration moyenne en TFA considérablement plus faible, soit **12,2 µg/kg** (n = 11, S.E.M = 5,7 µg/kg).

L'analyse statistique à l'aide du test de Welch à deux échantillons (qui tient compte des variances inégales) a indiqué que la concentration moyenne en TFA dans les produits à base de blé était significativement plus élevée que dans les produits sans blé (p < 0,000006). Les produits à base de blé contenaient en moyenne environ **7,6 fois plus de TFA** que les produits sans blé.



Deux hypothèses pourraient expliquer cette différence et sont abordées ci-dessous :

- Les pesticides PFAS sont utilisés en plus grande quantité et/ou plus fréquemment sur les céréales de blé, et/ou
- Le TFA s'accumule plus facilement dans les plants de blé en raison de différences physiologiques liées à ces espèces végétales.

De plus, les céréales peuvent avoir été importées de pays hors UE et utilisées dans les produits finis ou les farines. Comme l'origine des céréales n'a pas pu être déterminée pour la majorité des produits échantillonnés, cette hypothèse n'a pas pu être vérifiée.

## Dépassemement de la limite de sécurité proposée par PAN Europe

Pour évaluer le risque potentiel pour la santé posé par la contamination moyenne mesurée en TFA dans les produits céréaliers dans cette étude (78,9 µg/kg), deux groupes de consommateurs sont pris en compte : les adultes (18-65 ans) et les enfants (3-9 ans).

Selon la base de données sur la consommation alimentaire de l'EFSA et d'autres données de consommation (38), les enfants consomment environ 8,42 g/kg pc/jour de produits à base de céréales. Pour les adultes (18-65 ans), ce chiffre est de 3,33 g/kg pc/jour.

L'apport quotidien moyen en TFA provenant de ces produits à base de céréales serait donc le suivant :

- 0,25 µg/kg pc/jour pour les adultes
- 0,64 µg/kg pc/jour pour les enfants

Ces apports quotidiens atteignent ou dépassent la DJA proposée par PAN Europe (1,8 µg/kg pc/jour) dans les proportions suivantes :

### Enfants

- La consommation quotidienne moyenne de TFA représente **36,9 %** de la DJA proposée par PAN Europe.
- La consommation quotidienne maximale de TFA représente **157,2 %** de la DJA proposée par PAN Europe.

### Adultes

- La consommation quotidienne moyenne de TFA représente **14,6 %** de la DJA proposée par PAN Europe.
- La consommation quotidienne maximale de TFA représente **68,6 %** de la DJA proposée par PAN Europe.

En prenant les niveaux de TFA mesurés dans différents aliments à base de céréales issus de cette étude et en les ajustant en fonction des portions typiques, nous avons estimé la consommation quotidienne de TFA dans l'alimentation des enfants et des adultes provenant uniquement des aliments à base de céréales.



## Enfants

Aliments à base de céréales	Portion, kg	Apport en TFA, µg
Céréales pour petit-déjeuner (Irlande)	0.03	10.8
Pain, 2 tranches (Belgique)	0.08	27.2
Pâtes (Allemagne)	0.06	9
Cramique (Belgique)	0.1	28
Pâtes (Italie)	0.05	1.3

En divisant la somme de cet apport en TFA (76,3 µg) par le poids corporel standard des enfants selon l'EFSA (23 kg), on obtient une exposition quotidienne estimée au TFA de 3,32 µg/kg chez les enfants provenant uniquement de la consommation de produits à base de céréales. Cette valeur représente **184,3 %** de la DJA proposée par PAN Europe.

## Adultes

Cereal-based food	Portion, kg	Apport en TFA, µg
Céréales pour petit-déjeûner (Irlande)	0.045	10.8
Pain, 2 tranches (Belgique)	0.08	27.2
Pâtes (Allemagne)	0.1	9
Cramique (Belgique)	0.1	28
Pâtes (Italie)	0.1	1.3

En divisant la somme de cet apport en TFA (89 µg) par le poids corporel standard des adultes selon l'EFSA (70 kg), on obtient une exposition quotidienne estimée au TFA de 1,27 µg/kg chez les adultes provenant uniquement de la consommation de produits à base de céréales. Cette valeur représente **70,63 %** de la DJA proposée par PAN Europe.



Si ces résultats concernant les produits à base de céréales sont alarmants en soi, il faut bien noter que le TFA a également été détecté dans divers autres composants alimentaires, tels que les légumes, les fruits et les herbes aromatiques, ainsi que dans des boissons à base de plantes telles que les jus de fruits, le thé, les infusions, le vin et la bière, et l'eau potable (du robinet et minérale). En outre, l'exposition des êtres humains au TFA a également été enregistrée par le biais de la pluie, de l'air et de la poussière. À l'heure actuelle, l'ampleur totale de l'exposition des citoyens de l'UE à cette substance toxique est inconnue ; à notre connaissance, aucune tentative n'a été faite pour calculer l'exposition quotidienne totale résultant des multiples voies et sources d'exposition au TFA.

Nos conclusions, qui font écho à celles d'études précédentes, ont des implications importantes pour l'établissement d'une dose journalière "admissible" protectrice et la réglementation des substances émettrices de TFA.



# Discussion

## Le blé pourrait être particulièrement sensible à l'absorption du TFA

Notre examen des différents registres nationaux de pesticides suggère que les pesticides PFAS sont autorisés de manière uniforme pour une utilisation sur le blé, l'épeautre et le seigle. La différence de détection entre les produits à base de blé et les autres produits céréaliers ne semble donc pas résulter d'une différence dans l'utilisation des pesticides PFAS sur ces produits.

Bien que les données sur les facteurs qui influencent l'absorption et l'accumulation des TFA dans les plantes soient encore rares, les études existantes convergent pour indiquer que les plantes présentent un risque élevé d'exposition aux TFA, qui est de plus en plus aggravé par l'augmentation des émissions de TFA dans l'environnement. Ce risque est attribué à la petite taille moléculaire et à la solubilité dans l'eau du TFA. Premièrement, ces caractéristiques permettent au TFA d'être plus mobile dans le sol et de se concentrer dans l'eau du sol, ce qui rend davantage de TFA disponible dans la rhizosphère pour être absorbés par les racines des plantes. Deuxièmement, elles permettent au TFA de traverser plus facilement la membrane cellulaire des racines des plantes que les PFAS à chaîne plus longue, ce qui permet aux TFA d'être facilement transportés vers le haut de la plante, où ils s'accumulent dans les parties aériennes. Le TFA, déjà concentré dans l'eau du sol, devient encore plus concentré dans les tissus végétaux lorsque les plantes transpirent l'excès d'eau par la surface des feuilles.

**Les cultures agricoles sont exposées aux TFA par deux voies. D'une part, par l'application directe de pesticides PFAS. L'autre voie, plus indirecte, passe par le TFA qui s'est infiltré dans les ressources en eau, non seulement en tant que produit de dégradation des pesticides PFAS, mais aussi par d'autres sources, telles que les gaz fluorés et les applications industrielles.**

Une étude réalisée en 2021 sur la bioaccumulation des PFAS dans les plantes (39), la première à inclure le TFA, a mis en évidence le « rôle particulier » joué par les TFA dans la bioaccumulation végétale parmi tous les acides perfluoroalkylcarboxyliques (PFCA). Le TFA était omniprésent dans les plantes, indépendamment de la présence d'autres PFCAs, et était même présent à des concentrations supérieures de 1 à 2 ordres de grandeur à celles des autres PFCAs, y compris les PFCAs à chaîne courte. Les auteurs ont conclu que l'absorption par les racines est le mécanisme dominant de l'accumulation de TFA dans les plantes, car contrairement aux PFAS à chaîne plus longue, il n'y avait aucune corrélation entre les concentrations de TFA dans l'air et dans les feuilles. Toutes les études examinées, qu'elles soient hydroponiques, sur le terrain ou en serre, ont montré que les PFAS à chaîne courte comme le TFA s'accumulent davantage dans les parties aériennes des plantes que les PFAS à chaîne plus longue.



En particulier, l'examen a montré que la famille des graminées Poaceae, qui comprend les plantes céralières, présente une plus forte tendance à accumuler des PFAS, en particulier des PFAS à chaîne ultra courte. Le blé – une culture de base de l'Union européenne – pourrait être particulièrement efficace pour absorber le TFA, comme l'ont montré Zhang et al. (2019) (40), qui ont fourni la seule étude à notre connaissance examinant les mécanismes d'absorption du TFA dans le blé.

Le TFA s'est accumulé à des concentrations nettement plus élevées dans les racines et les pousses des plants de blé que les autres PFAS étudiés, y compris le fameux PFOS, désormais interdit. Les plants de blé ont maintenu une absorption rapide et constante de TFA dans leurs racines et pousses sur une période de 80 heures, ne montrant aucune tendance à atteindre un état stable, ce qui implique que l'absorption et l'accumulation de TFA se seraient poursuivies au-delà de cette période. En revanche, les PFAS à chaîne plus longue (C4-C8), y compris le PFOS, ont été filtrés par la barrière racinaire à un point d'entrée précoce, de sorte qu'ils se sont accumulés dans les racines et ont atteint l'équilibre plus rapidement à une concentration plus faible. En conséquence, l'absorption racinaire de ces composés a ralenti après 32 heures, avec de très faibles concentrations détectées partout dans les pousses.

Après seulement 80 heures d'exposition, les niveaux de TFA trouvés dans les racines de blé étaient plus de 100 fois supérieurs à ceux de l'acide perfluorohexanoïque (PFHxA), un PFAS toxique classé comme substance extrêmement préoccupante (SVHC) par l'ECHA en raison de ses propriétés très persistantes et très bioaccumulables (vPvB).

Comparé à l'acide perfluorooctanoïque (PFOA) - une substance reprotoxique et cancérogène, désormais interdite dans l'UE - le TFA a atteint des niveaux 500 fois plus élevés dans les parties aériennes du blé et 16 fois plus élevés dans les racines du blé. Considérant que le TFA est en cours d'évaluation pour être classé comme toxique pour la reproduction (catégorie 1B) par l'ECHA et que des preuves de ses autres impacts à long terme sur la santé humaine apparaissent, ces résultats sont très alarmants. Lorsque l'UE prendra enfin des mesures pour interdire les pesticides PFAS et d'autres sources de TFA, quels niveaux de ce produit chimique éternel sera alors trouvé dans l'approvisionnement alimentaire européen ?

#### Mécanismes d'absorption du TFA dans les cellules des racines du blé

Zhang et coll. (2019) suggèrent que le TFA pénètre dans les racines des plants de blé principalement par un processus actif dépendant de l'énergie, médié par des protéines porteuses. Une comparaison avec les courbes d'absorption de différents composés PFAS a montré que le TFA avait une affinité relativement élevée pour les protéines porteuses dans les cellules des racines du blé, expliquant les concentrations plus élevées de TFA trouvées dans le blé. Le TFA était compétitif avec un autre PFAS à chaîne ultra-courte, ce qui suggère des voies d'entrée similaires ou se chevauchant dans les cellules des racines du blé. En revanche, l'absorption des TFA n'a pas été affectée par la présence de PFAS à chaîne plus longue, ce qui suggère différentes voies de transport.



Bien que le blé soit la culture agricole la mieux étudiée pour la bioaccumulation des PFAS, le nombre d'études s'élève à une douzaine environ. Les études portant spécifiquement sur l'absorption du TFA dans le blé et d'autres cultures majeures comme le maïs ou le seigle sont encore beaucoup plus rares. Parmi toutes les voies d'exposition des humains au TFA – y compris l'air, la poussière et l'eau – la nourriture est considérée comme la principale voie d'absorption.

Alors que les pesticides PFAS continuent d'être pulvérisés dans les champs agricoles, les connaissances sur notre exposition quotidienne au TFA provenant des produits à base de céréales, ainsi que de la viande, du lait et des œufs d'animaux nourris avec des fourrages céréaliers, reste très limitée - bien que les connaissances existantes conduisent à des conclusions qui devraient alarmer les régulateurs.

## **Le TFA - toxique pour la reproduction et le développement précoce - est répandu dans notre alimentation quotidienne.**

Notre étude montre que 81,8 % (54 sur 66) des produits alimentaires à base de céréales échantillonnés au hasard dans 16 pays contenaient du TFA à une concentration supérieure à 10 µg/kg (0,01 mg/kg). Ceci est déjà alarmant, étant donné que le TFA provoque de graves effets indésirables sur la reproduction et le développement dans les études animales. Ces effets allaient de malformations du squelette et des yeux chez les petits de lapins à une diminution de la qualité du sperme, à une perturbation de la fonction thyroïdienne, à une immunotoxicité et à une toxicité hépatique chez les petits de rats et, dans certains cas, chez les adultes. Le règlement de l'UE sur les pesticides (CE) 1107/2009 impose une règle stricte pour les substances actives pesticides qui provoquent de tels effets : elles ne doivent pas être détectées dans les aliments, ou leur limite de résidus doit être fixée à la LMR par défaut de 0,01 mg/kg.

**Même si le TFA n'est pas une substance active mais un produit de dégradation, le règlement sur les pesticides stipule clairement que les résidus de produits phytopharmaceutiques ne doivent pas avoir d'effets nocifs sur la santé humaine, y compris celle des groupes vulnérables, ni sur la santé animale .(article 4.78,9 (2a)).**

Le TFA est le produit de dégradation des pesticides PFAS, et il a été démontré que l'utilisation de pesticides PFAS est une source importante de contamination par le TFA dans les zones agricoles. Par conséquent, notre étude montre, une fois de plus, que tous les pesticides PFAS qui se décomposent en TFA doivent être interdits immédiatement en raison des niveaux élevés de contamination par le TFA dans nos aliments.



# Conclusions

Cette étude présente l'ensemble de données le plus complet à ce jour à l'échelle de l'UE sur la contamination des aliments à base de céréales par le TFA. Le TFA, polluant persistant associé à des effets néfastes sur la reproduction, au dérèglement endocrinien et à d'autres problèmes de santé graves, a été détecté dans une large gamme de produits céréaliers conventionnels, notamment le pain, les pâtes, les céréales pour petit-déjeuner, les farines, les nouilles et les biscuits. **La contamination est généralisée et particulièrement marquée dans les produits à base de blé, ce qui souligne leur présence systématique dans l'alimentation européenne.**

L'alimentation est une source d'exposition de TFA bien plus importante que l'eau potable, et les concentrations dans de nombreux échantillons dépassent les limites maximales de résidus (LMR) et les apports journaliers recommandés pour les enfants. Les variations observées entre les échantillons et les types de céréales mettent en évidence les lacunes dans la compréhension des aliments présentant le plus grand risque, mais la tendance générale révèle un problème de santé publique persistant et croissant.

L'omniprésence du TFA est directement liée à l'inaction réglementaire concernant les pesticides PFAS et autres substances génératrices de TFA. Des décennies d'autorisation et d'utilisation continues de ces produits chimiques ont entraîné la contamination des sols, des cultures et des aliments de base. Les recherches indiquent également de fortes corrélations entre les résidus de TFA et les résidus de pesticides PFAS dans les aliments d'origine végétale, confirmant ainsi que les choix réglementaires ont des conséquences concrètes et directes sur l'exposition humaine.

Compte tenu de son extrême persistance, de ses concentrations croissantes et de ses multiples voies d'exposition, le TFA représente une menace sanitaire manifeste et croissante. **PAN Europe et ses organisations membres comme Nature et Progrès appellent à des mesures urgentes, notamment l'interdiction des substances actives PFAS dans les pesticides, la réduction de la dose journalière admissible (DJA) pour le TFA, la surveillance du TFA dans les aliments, la limitation des gaz fluorés dans le cadre du règlement REACH et l'accompagnement des agriculteurs dans la transition vers des méthodes de protection des cultures plus sûres.** Une action réglementaire immédiate est essentielle pour prévenir toute nouvelle accumulation de ce produit chimique nocif dans la chaîne alimentaire et l'environnement européen.



Date de publication : 4 décembre 2025  
Auteurs : Pauline Ronnet et Salomé Roynel.  
Révision : Angeliki Lysimachou.

Nous remercions pour leurs contributions\* : Ina Agafonova (Via Pontica Foundation), Eri Bizani (Ecocity), Karolína Brabcová (Arnika), Helmut Burtscher (Global 2000 - Friends of the Earth Austria), Pauline Cervan (Générations Futures), Peter Clausing (PAN Germany), Tjerk Dalhuisen (PAN Europe), Heleen De Smet (Bond Beter Leefmilieu), Constantin Dobrescu (Romapis), Kristine Garcia (Ecologistas en Acción), Eva Goldmann (WWF Switzerland), Koldo Hernández (Ecologistas en Acción), Caroline Lewis (Friends of the Irish Environment), Agnieszka Makowska (Living Earth Coalition), Dorota Metera (Living Earth Coalition), Markéta Moller (Arnika), Bernie O'Connely (Irish Environmental Network), Virginie Pissoort (Nature & Progrès), Margarita Raykova (Via Pontica Foundation), Fidrich Róbert (MTVSZ - Friends of the Earth Hungary), Francesco Romizi (International Society of Doctors for the Environment), Gergely Simon (PAN Europe), Susanne Smolka (PAN Germany), Sjoerd van de Wouw (PAN Netherlands), François Veillerette (Générations Futures), Claire Wolff (Mouvement Écologique).

\*: par ordre alphabétique.

Traduction en français : Virginie Pissoort et Joaquim Lesne (Nature & Progrès), François Veillerette (Générations Futures).

Le Pesticide Action Network Europe (PAN) Europe est une organisation se basant sur la science qui rassemble plus de 50 organisations de consommateurs, de santé publique et environnementales (comme Nature & Progrès), des syndicats, des associations de femmes et des organisations agricoles de toute l'Europe. Nous œuvrons pour éliminer la dépendance aux pesticides et promouvoir des alternatives efficaces, plutôt que de lutter contre la nature.

#### **Contacts Europe**

##### **Pesticide Action Network Europe (PAN Europe)**

Rue de la Pacification 67, 1000 Brussels, Belgium

[www.pan-europe.info](http://www.pan-europe.info)

Tel. +32 2 318 62 55

Dr. Angeliki Lysimachou

Head of Policy and Science

[angeliki@pan-europe.info](mailto:angeliki@pan-europe.info)

Salomé Roynel

Policy Officer

[salome@pan-europe.info](mailto:salome@pan-europe.info)

#### **Pour la Belgique**

##### **Nature et Progrès Belgique**

Virginie Pissoort, responsable "Pesticides

Tel: +32 478496684

[virginie.pissoort@natpro.be](mailto:virginie.pissoort@natpro.be)

