



Campagne de contrôle analytique 2025 sur les eaux embouteillées

La présente campagne de contrôle a été effectuée par les agents de la Division sécurité de la chaîne alimentaire – Service Sécurité chimique de l'Administration Luxembourgeoise Vétérinaire et Alimentaire (ALVA) du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture, au courant de l'année 2025.

L'objectif de cette campagne était de contrôler la conformité des eaux minérales et eaux de sources (eaux embouteillées) en appliquant la législation en vigueur. L'eau minérale a une composition en minéraux naturelle et stable, tandis que l'eau de source est une eau souterraine potable dont la composition peut varier. Les deux types d'eau sont réglementées par des législations différentes.

1. Introduction

Chaque année, l'ALVA réalise des contrôles analytiques sur les denrées alimentaires dans le cadre des programmes de surveillance, basés sur une évaluation de risque.

Bien qu'elles relèvent d'un cadre réglementaire spécifique, les eaux embouteillées sont contrôlées de manière similaire aux autres denrées alimentaires. Ces contrôles visent notamment à vérifier la présence de polluants environnementaux, comme les PFAS (substances per- et polyfluoroalkylées), le TFA (acide trifluoroacétique), les résidus et les métabolites de pesticides, les résidus de médicaments, les métaux et bien d'autres substances.

Une partie des analyses réalisées sur les échantillons vise à vérifier le respect des normes européennes en vigueur, tandis que d'autres analyses, comme celle pour le TFA, sont effectuées dans le cadre d'un monitoring afin de fournir une image encore plus détaillée et actuelle de la qualité des eaux embouteillées.

A noter qu'uniquement les eaux de sources et les eaux minérales embouteillées sont couvertes par cette fiche informative – les autres types d'eaux destinées à la consommation humaine (par exemple eau de robinet) comme défini par la Directive (UE) 2020/2184 ne font pas objet de cette analyse de données.



2. Législation

Tout comme les autres denrées alimentaires, les eaux embouteillées sont soumises à différents ensembles de règles nationales et européennes. De manière simplifiée, on distingue deux grandes catégories :

Les eaux de boisson « ordinaires » et les eaux de source, qui relèvent de la loi du 23 décembre 2022 (transposition de la Directive (UE) 2020/2184)

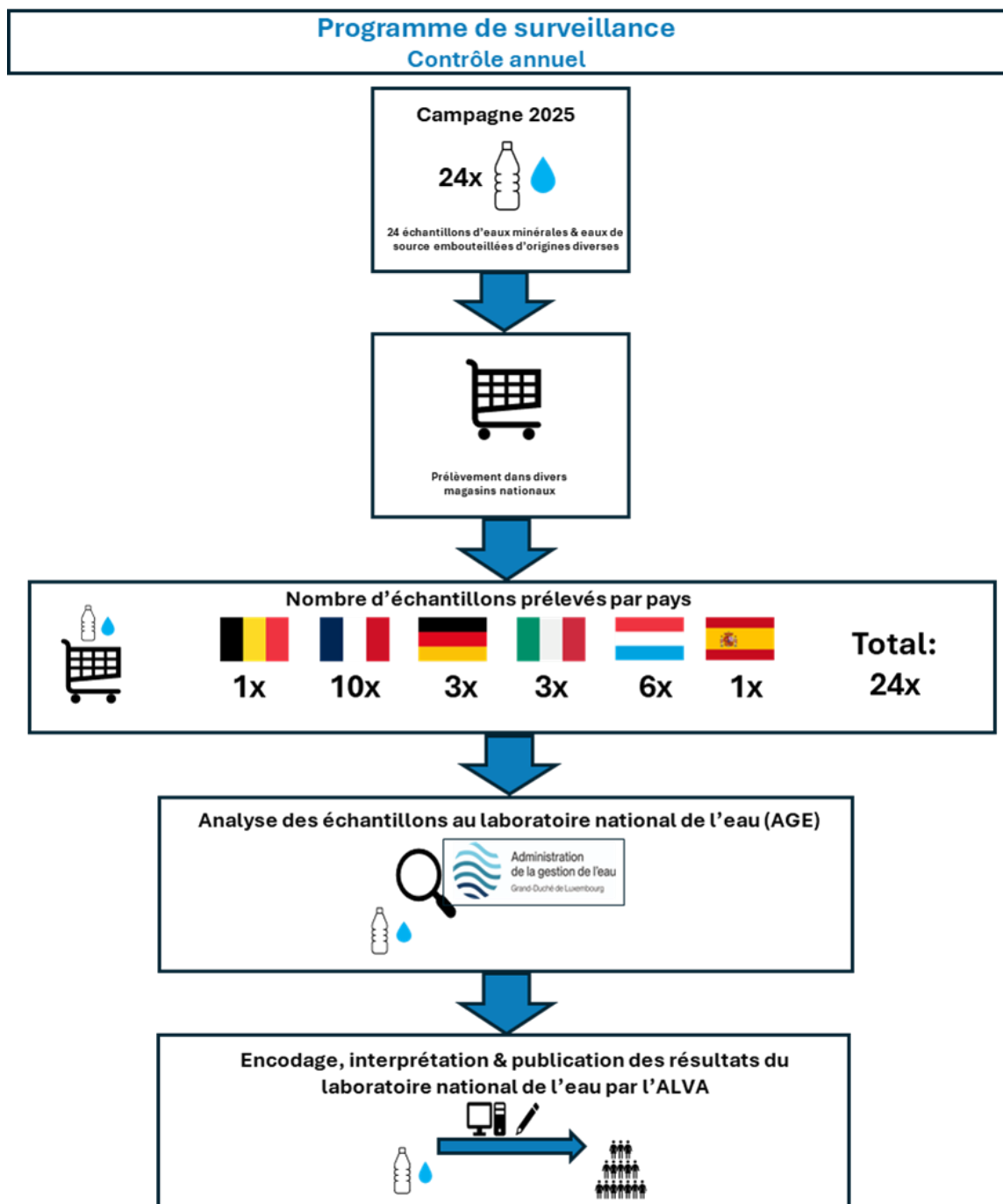
- <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/12/23/a704/jo>
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj/eng>

Les eaux minérales naturelles, définies dans le règlement grand-ducal du 24 mai 1998 (transposition des règlements (CE) n° 2009/54/CE et 2003/40/CE) :

- <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/1998/05/24/n4/jo>
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/54/oj/eng>
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2003/40/oj/eng>

3. Résultats

En 2025, 24 échantillons d'eaux embouteillées ont été prélevés dans différents points de vente du commerce local. Ces échantillons couvrent des produits issus aussi bien de producteurs luxembourgeois que de producteurs étrangers. Comme cette fiche informative est dédiée aux eaux embouteillées telles que vendues au consommateur final, les échantillons pris à la source avant mise en bouteille ne sont pas pris en compte. Les différentes étapes de ce programme de surveillance peuvent être consultées dans le graphique ci-dessous :





3.1. Substances analysées

Le **tableau 1** (chapitre 3.2.1) présente les différentes catégories analysées, les substances individuelles dans chacune d'elles, ainsi que le pourcentage de détection relatif au nombre d'analyses total effectuées pour chaque substance. Une courte description de chaque catégorie thématique peut être consultée en annexe. A noter que les analyses microbiologiques ne font pas partie de cette fiche informative.

3.2. Détections

3.2.1. Par catégorie thématique

Dans les catégories *PFAS*, *Résidus de pesticides*, *hydrocarbures aromatiques polycycliques*, *composés organiques volatils*, *acides haloacétiques organiques* et *résidus de médicaments*, aucune substance n'a été détectée. En revanche, la présence de certaines substances a été mise en évidence dans les catégories *Métaux*, *métalloïdes* et *anions inorganiques*, en particulier pour les *fluorures* (100 % de détection) et le *bore* (77 % de détection), tandis que *l'antimoine*, *l'arsenic*, le *manganèse*, le *nickel* et le *sélénium* n'ont été observées qu'à des fréquences plus faibles (29%, 38%, 24 %, 32% et 23 % de détections) Pour les autres éléments, il n'y a pas eu de détections. A noter que les fluorures par exemple peuvent varier fortement selon la nature des sols et des roches.

Dans la catégorie *Espèces azotés*, les nitrates ont été détectés le plus souvent, suivi par ammonium et nitrite (63%, 19% et 4% de détections). Les nitrates et les nitrites sont des substances naturellement présentes dans l'environnement. Pour la catégorie *Métabolites de résidus de pesticides*, il y a un *métabolite du chlorothalonil (R471811)* qui a été retrouvé dans quelques échantillons. En ce qui concerne la catégorie des *micropolluants*, le *Bisphénol A* a été détecté dans 13% des échantillons. Pour les *trihalométhanes*, du *chloroforme* a été mis en évidence dans 1 échantillon, ce qui pourrait être lié à la non-observation des bonnes pratiques de nettoyage ou de désinfection.

Les opérateurs ont été informés des résultats analytiques afin de pouvoir investiguer sur les sources possibles de contamination de certains résidus.



Catégorie	Sous-catégorie	% détection	% non-détection
PFAS		0	100
TFA		85	15
Résidus de pesticides		0	100
Micropolluants	Bisphénol A	13	87
Trihalométhanes	Chloroforme	4	96
Espèces azotées	Nitrate	63	37
	Nitrite	4	96
	Ammonium	19	81
Métaux, métalloïdes et anions inorganiques	Aluminium	0	100
	Antimoine	29	71
	Arsenic	38	62
	Bore	77	23
	Bromates	0	100
	Cadmium	0	100
	Chrome	0	100
	Cuivre	0	100
	Cyanures	0	100
	Fluorures	100	0
	Manganèse	24	76
	Mercure	0	100
	Nickel	32	68
	Sélénium	23	77
Métabolites de résidus de pesticides	Métabolites du chlorothalonil	4	96
Acides haloacétiques organiques		0	100
Résidus de médicaments		0	100
Hydrocarbures aromatiques polycycliques		0	100
Composés organiques volatils		0	100

Tableau 1 : Fréquence de détection par catégorie thématique et par substance qui la compose. Les pourcentages sont calculés en rapportant le nombre de détections au nombre total d'analyses réalisées pour chaque substance.



3.2.2. Répartition par pays d'origine

Les **figures 1, 2, 3 et 4** détaillent d'avantage les fréquences de détection pour les catégories *Métaux, métalloïdes et anions inorganiques*, les *espèces azotées*, les *métabolites de résidus de pesticides* ainsi que le *TFA*. Pour chaque catégorie thématique, les analyses des substances sont présentées par pays d'origine. En général, les valeurs affichées dans les graphiques correspondent à la moyenne des valeurs mesurées pour l'ensemble des produits échantillonnés (par pays). Les valeurs supérieures à la limite de détection sont mises en évidence par un remplissage en motif. La **figure 4** présente plus particulièrement un aperçu détaillé des concentrations de *TFA* selon le pays d'origine.

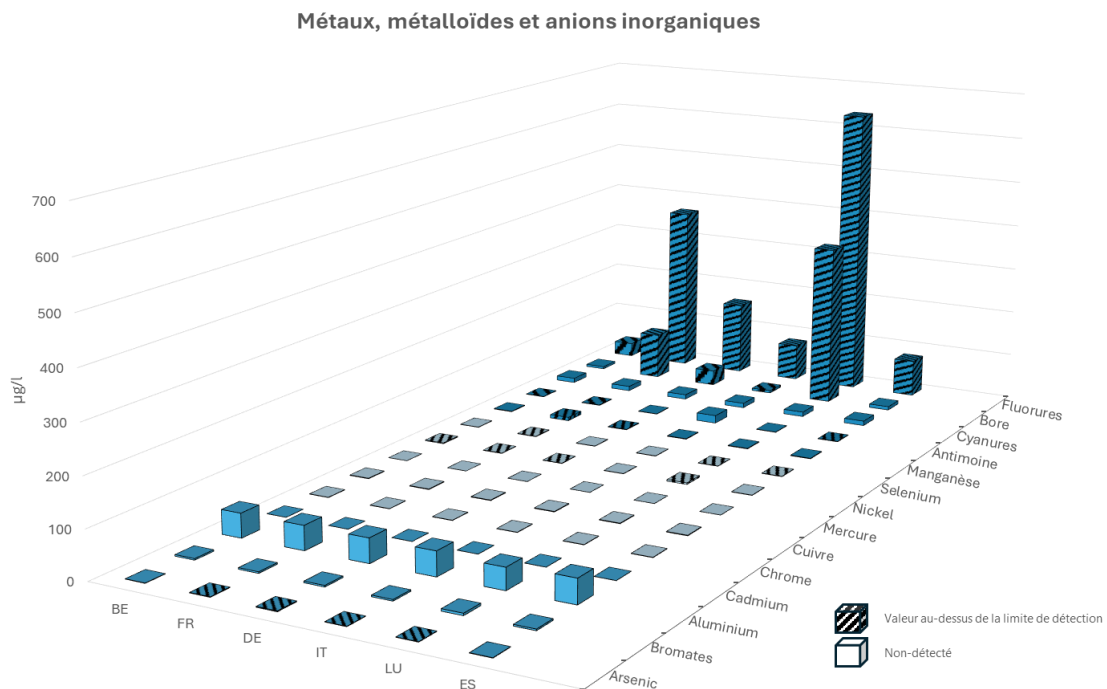


Figure 1 : Niveaux de différents métaux, métalloïdes et anions inorganiques (µg/L), stratifiés par pays. Les valeurs supérieures à la limite de détection sont mises en évidence par un remplissage en motif (voir légende). Les barres de ce graphique représentent la moyenne de tous les échantillons pour chaque substance et par pays. La hauteur accrue des barres observée pour l'aluminium s'explique par une limite de détection plus élevée pour cette substance.

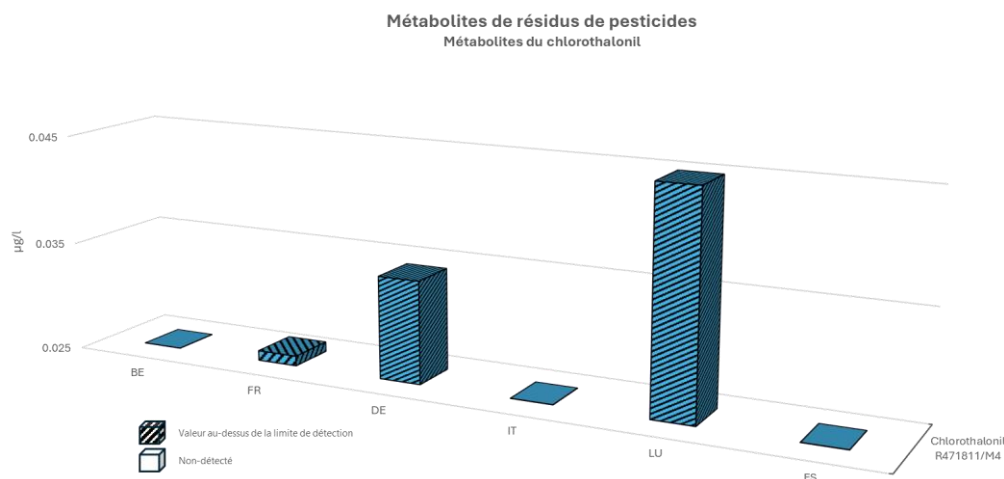


Figure 2 : Niveaux de métabolites de chlorothalonil, stratifiés par pays (µg/L). Les valeurs supérieures à la limite de détection sont mises en évidence par un remplissage en motif (voir légende). Les barres de ce graphique représentent la moyenne de tous les échantillons pour chaque substance et par pays.

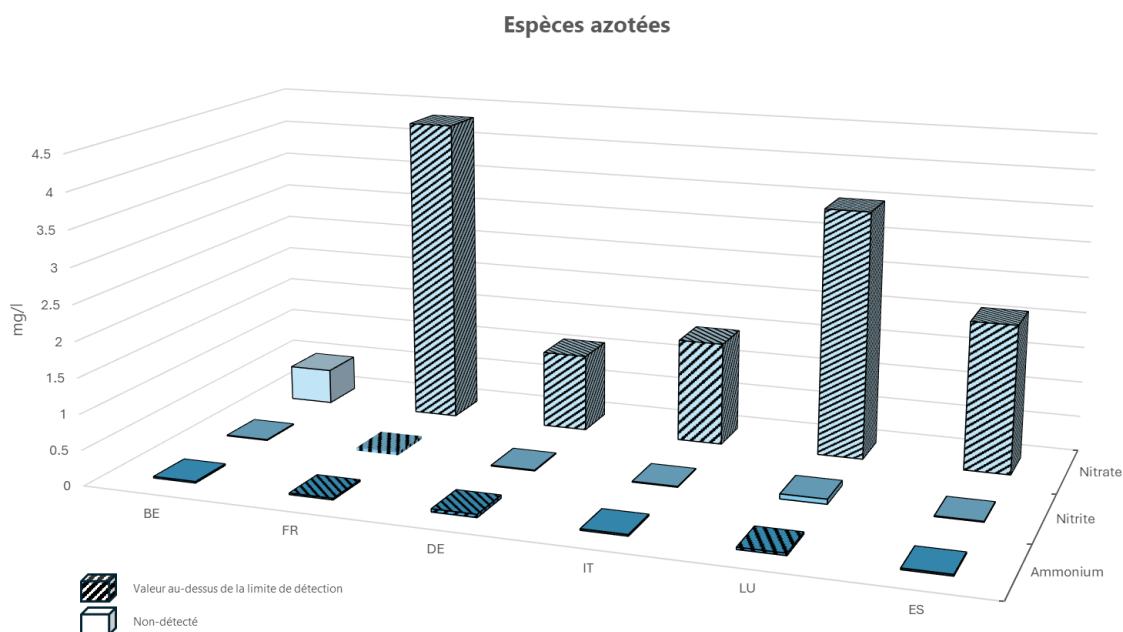


Figure 3 : Niveaux de nitrate, nitrite et ammonium, stratifiés par pays (mg/L). Les valeurs supérieures à la limite de détection sont mises en évidence par un remplissage en motif (voir légende). Les barres de ce graphique représentent la moyenne de tous les échantillons pour chaque substance et par pays.

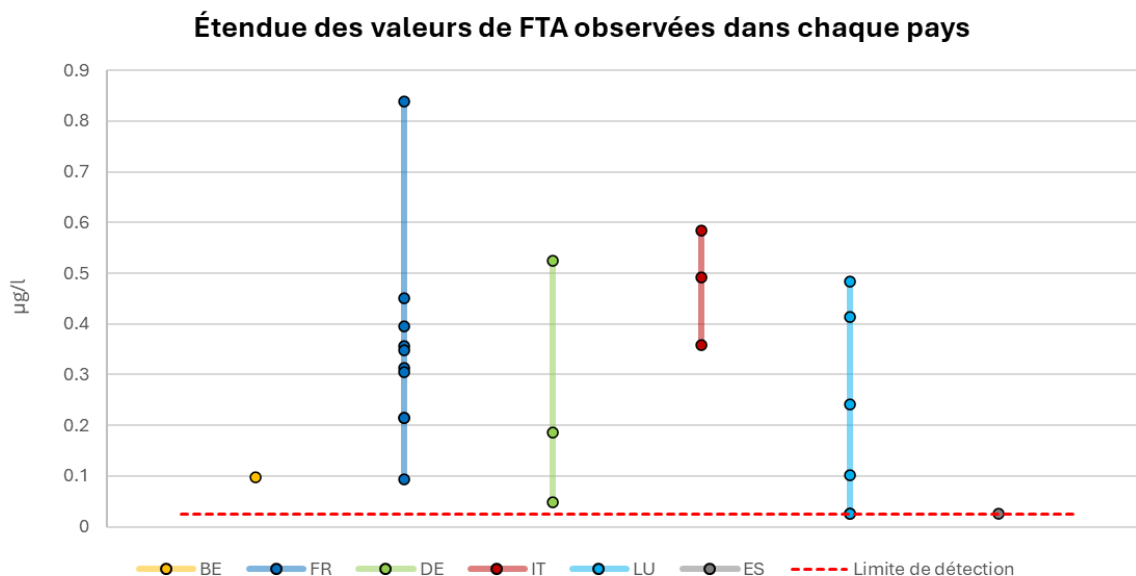


Figure 4 : Niveaux de TFA, stratifiés par pays (µg/L). La limite de détection est représentée sur le graphique (voir légende). Chaque point représente une valeur mesurée. A noter que tous les pays n'ont pas eu le même nombre de mesures individuelles pour le TFA, d'où la différence dans le nombre de points.

4. Synthèse, plan d'action et perspectives

4.1. Synthèse et actions

Cette fiche informative donne un aperçu de la qualité, en termes de résidus chimiques, des eaux minérales / de source vendues sur le marché national. Les analyses permettent d'illustrer la charge comparative de différents résidus, c'est-à-dire ceux retrouvés plus fréquemment que d'autres. Comme il ressort de ces données, les *PFAS*, *résidus de pesticides*, *acides haloacétiques*, *hydrocarbures aromatiques polycycliques*, *composés organiques volatiles*, *acides haloacétiques organiques* et *résidus de médicaments* sont indétectables.

Les données montrent que le *fluorure* (100 % de détection), le bore (77 % de détection) et le *nitrate* (63 %) sont présents dans une grande partie des produits analysés, peu importe l'origine de l'eau en question. La molécule *TFA* est également détectée dans tous les échantillons sauf trois (85 %), ce qui souligne d'avantage qu'il s'agit d'une substance importante devant être discutée et strictement surveillée au niveau international.

Il convient de garder à l'esprit qu'aucune des valeurs présentées dans ce document, bien que plusieurs représentent des valeurs supérieures à la limite de détection, ne dépasse les limites maximales légales fixées par la législation nationale et européenne. Ainsi, tous les produits analysés provenant de producteurs établis dans l'UE peuvent être considérés comme apte à la consommation au regard des normes européennes et nationales les plus récentes.



Les données analytiques relatives aux eaux minérales présentées dans ce rapport se basent sur les résultats obtenus au cours de l'année 2025. Les prélèvements ayant été réalisés à différentes périodes de l'année, ils peuvent refléter d'éventuelles variations saisonnières de la composition de l'eau. Par ailleurs, pour certains pays, les analyses reposent uniquement sur un nombre très limité d'échantillons. Par conséquent, le faible nombre d'échantillons disponibles et leur répartition temporelle hétérogène ne permettent pas d'établir des conclusions statistiques robustes. Les résultats doivent donc être interprétés avec prudence et considérés comme indicatifs des tendances observées sur la période étudiée, d'où l'importance de poursuivre les analyses des eaux minérales et eaux de sources, notamment en ce qui concerne les contaminations potentielles en PFAS et TFA.

5. Annexe

Résidus de pesticides
Les résidus de pesticides sont de très petites traces de produits utilisés pour protéger les cultures (contre les insectes, les mauvaises herbes ou les maladies des plantes) qui peuvent rester dans l'environnement, par exemple dans l'eau, le sol ou les aliments. Les principales sources sont l'agriculture (ruissellement après la pluie, drainage, infiltration à travers les sols vers les nappes phréatiques) et certains usages en zones urbaines ou non agricoles, par exemple autour des maisons, dans les jardins ou le long des routes. En général, une personne a peu de chances de subir des effets indésirables sur la santé en buvant une eau qui contient un résidu de pesticide à une concentration faible.
PFAS
Les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) ont retenu l'attention en raison de leur persistance, de leur potentiel de bioaccumulation et de leurs effets néfastes possibles sur les organismes vivants. Surnommés « <i>produits chimiques éternels</i> » en raison de leur stabilité chimique innée, les substances PFAS se sont révélées être des contaminants environnementaux omniprésents.



TFA

Le TFA (acide trifluoroacétique) est un composé organique carbone-fluor à chaîne courte. À ce titre il fait partie des PFAS. Le TFA est utilisé à la fois en tant que substance-mère, mais est également le produit de dégradation ultime d'autres PFAS, de gaz réfrigérants, de produits phytopharmaceutiques et de biocides. Il est utilisé largement dans l'industrie pharmaceutique dans la synthèse des médicaments, il est employé dans la synthèse de certains pesticides fluorés et dans d'autres réactions chimiques en industrie. Le TFA est très stable, difficile à dégrader et durable. Sa bonne solubilité dans l'eau lui confère une grande mobilité dans le sol et une pénétration aisée dans les eaux souterraines. En raison de l'utilisation généralisée des composés fluorés et de leur longévité, le TFA est désormais présent partout dans l'environnement. On le détecte dans les eaux souterraines, les eaux de pluie, les rivières, les océans, les sols et les plantes.

Micropolluants

Bisphénol A

Le bisphénol A (BPA) est un composé chimique de synthèse utilisé depuis plus de 50 ans. Il sert principalement à fabriquer des plastiques en polycarbonate et des résines époxydes, mais on le retrouve aussi dans d'autres polymères et résines, comme les polyesters ou les polysulfones. Il est également utilisé dans la fabrication de certains retardateurs de flamme et comme révélateur chimique dans les papiers thermiques, par exemple les tickets de caisse.

Dans l'eau destinée à la consommation humaine, le BPA peut provenir aussi bien de la source d'eau elle-même que des matériaux en contact avec l'eau entre le captage et la consommation finale, en particulier les emballages.

Le BPA est considéré comme une substance susceptible d'affecter la reproduction et le système endocrinien. Des effets indésirables ont été démontrés chez l'animal, et des effets similaires sont suspectés chez l'être humain. Une attention particulière est portée à l'exposition pendant certaines périodes sensibles du développement, notamment pendant la grossesse, ainsi que chez les fœtus, les nourrissons et les jeunes enfants.

Trihalométhanes

Chloroforme

Le chloroforme est le trihalométhane (THM) le plus fréquent. Les THM sont une famille de composés chimiques qui se forment principalement lors de la chloration de l'eau. Parmi eux figurent le chloroforme, le bromoforme, le bromodichlorométhane et le dibromochlorométhane.

Dans l'eau potable, les THM apparaissent surtout lorsque le chlore réagit avec des matières organiques naturellement présentes dans



	l'eau brute. Le chloroforme est l'un des principaux sous-produits de désinfection dans l'eau chlorée. Le chloroforme peut donc être présent dans l'eau potable soit à la suite d'une contamination de la source, soit, plus souvent, par sa formation pendant la chloration. Chez l'être humain, les preuves de cancérogénicité sont limitées. En revanche, des études menées chez l'animal ont montré des effets cancérogènes, ainsi qu'une toxicité pour le foie à fortes doses.
Métaux, métalloïdes et anions inorganiques	
Métaux et éléments traces : nickel, chrome, cuivre, aluminium, manganèse, bore et sélénium	Les éléments-traces se retrouvent naturellement en faibles concentrations dans l'environnement et dans nos aliments. Certains d'entre eux sont essentiels pour les êtres humains, c'est-à-dire qu'ils sont nécessaires (à basse concentration) pour être en bonne santé. Toutefois, une exposition excessive tant à des éléments essentiels que non essentiels peut avoir des effets indésirables sur la santé.
Métaux lourds : antimoine, arsenic, cadmium et mercure	Certains métaux tels que l'arsenic, le cadmium et le mercure sont des composés chimiques existants à l'état naturel. Ils peuvent être présents à différents niveaux dans l'environnement, notamment dans le sol, dans l'eau et dans l'atmosphère. Certains métaux peuvent également se présenter sous forme de résidus dans les denrées alimentaires en raison de leur présence dans l'environnement, laquelle peut être occasionnée par des activités humaines telles que l'agriculture, l'industrie ou les gaz d'échappement des véhicules, ou par suite d'une contamination lors du traitement ou du stockage des denrées alimentaires. Les humains peuvent être exposés à ces métaux via l'environnement ou par la consommation d'aliments ou d'eau contaminés. L'accumulation de ces métaux dans l'organisme peut avoir des effets nocifs au fil du temps.
Anions inorganiques (non métalliques) : fluorures, cyanures et bromates	Le fluorure (F^-) est la forme chargée négativement du fluor (F), une substance minérale qui peut se dissoudre dans l'eau. On en trouve naturellement à de faibles niveaux, mais dans certaines régions, les concentrations peuvent être bien plus élevées selon la nature des sols et des roches. La cause la plus fréquente d'un excès de fluorure dans l'eau potable est la libération naturelle de minéraux contenant du fluor dans les nappes souterraines. À des niveaux modérés, le fluorure peut aider à protéger les dents, mais une exposition trop élevée sur la durée peut abîmer l'émail (fluorose dentaire). À des concentrations encore plus élevées et sur de



	longues périodes, il peut aussi affecter les os (fluorose osseuse), avec des formes sévères lorsque les niveaux sont très importants. Dans l'eau, le cyanure désigne le plus souvent l'ion cyanure (CN^-). Les cyanures sont utilisés dans certains procédés industriels, par exemple pour le traitement de surfaces (galvanoplastie) ou l'extraction de l'or et de l'argent. Des rejets importants peuvent survenir notamment lors d'activités minières ou industrielles. En général, le cyanure est présent à des niveaux très faibles dans les ressources d'eau potable, alors que sa toxicité nécessite des doses élevées. Le bromate (BrO_3^-) n'est normalement pas présent dans l'eau, mais il peut s'y retrouver à la suite d'une pollution d'origine industrielle, parfois en raison de sa présence dans des sols contaminés. Toutefois, sa principale source dans l'eau destinée à la consommation humaine est sa formation lors de l'ozonation lorsque l'ion bromure est présent dans l'eau. Le bromate est considéré comme potentiellement cancérigène pour l'être humain.
Espèces azotées	
Nitrate, nitrite et ammonium	Les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-) sont des substances naturellement présentes dans l'environnement. Ils font partie du « cycle de l'azote », un processus naturel indispensable à la vie, qui permet notamment de fabriquer des molécules importantes comme les protéines. Dans l'eau, les sources les plus fréquentes de nitrates et de nitrites sont l'agriculture (engrais et fumier), le traitement des eaux usées, les rejets liés aux activités humaines, ainsi que certaines activités industrielles et le trafic routier. Dans les sols, l'azote provenant des engrais et des déchets se transforme d'abord en ammoniac, puis se transforme ensuite en nitrates et en nitrites. Les effets à long terme restent incertains, mais certaines études suggèrent qu'une exposition élevée aux nitrates pourrait influencer la thyroïde. Dans certaines conditions particulières, les nitrates et nitrites sont aussi considérés comme pouvant augmenter le risque de cancer.



Métabolites de résidus de pesticides

Chlorothalonil R471811 / M4

Le Chlorothalonil R471811 (M4) est un métabolite de dégradation du fongicide chlorothalonil, formé après sa transformation dans l'environnement.

Il est persistant et mobile, ce qui explique sa présence fréquente dans les eaux souterraines et parfois dans l'eau potable. Bien que la substance mère soit interdite dans l'Union européenne depuis 2020, ce métabolite peut rester détectable pendant plusieurs années.

Selon les évaluations réglementaires récentes, R471811 est classé comme métabolite non pertinent pour la santé humaine aux concentrations généralement observées dans l'eau.

Acides haloacétiques organiques

Les acides haloacétiques (AHA) regroupent plusieurs substances, notamment l'acide dichloroacétique (DCA), l'acide trichloroacétique (TCA), l'acide monobromoacétique (MBA), l'acide monochloroacétique (MCA) et l'acide dibromoacétique (DBA). Certaines de ces substances sont non volatiles, très polaires et très solubles dans l'eau. L'ingestion constitue la principale voie d'exposition.

Comme les THM, les AHA se forment principalement comme sous-produits de désinfection lors de la chloration de l'eau.

Des études chez l'animal suggèrent de possibles effets sur le développement. À ce jour, ces effets n'ont toutefois pas été clairement démontrés chez l'être humain. Parmi ces substances, seul le DBA est classé comme potentiellement cancérogène pour l'homme.

Résidus de médicaments

Au cours des dernières années, des traces de médicaments ont été détectées dans le cycle de l'eau. Les concentrations observées sont en général très faibles, souvent de l'ordre du nanogramme à du microgramme par litre. Les progrès des méthodes d'analyse ont largement contribué à rendre ces détectations possibles.

Les études disponibles montrent que les quantités mesurées dans l'eau potable se situent généralement bien en dessous des doses thérapeutiques les plus faibles, ainsi que des valeurs toxicologiques de référence. Aux niveaux actuellement observés, il est donc considéré comme très peu probable que ces substances entraînent des effets indésirables notables sur la santé humaine.

Parmi les molécules souvent recherchées ou détectées figurent par exemple la carbamazépine et certains antibiotiques.



Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) forment une grande famille de composés organiques contenant au moins deux cycles aromatiques condensés. Dans cette catégorie figurent notamment le benzo(a)pyrène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(ghi)pérylène, le benzo(k)fluoranthène et l'indéno(1,2,3-cd)pyrène.

La plupart des HAP sont rejetés dans l'environnement par l'air, à la suite de phénomènes de combustion ou de pyrolyse. En raison de leur faible solubilité dans l'eau et de leur forte affinité pour les particules, ils ne sont généralement pas présents à des concentrations élevées dans l'eau.

Dans l'eau potable, la principale source de contamination par les HAP est souvent liée au revêtement au goudron de houille de certaines canalisations anciennes, utilisé autrefois pour protéger les conduites contre la corrosion.

Les données sur la cancérogénicité des mélanges de HAP chez l'être humain proviennent surtout d'études professionnelles portant sur des expositions par inhalation ou par contact cutané. En revanche, les données concernant l'exposition par voie orale, et en particulier via l'eau potable, restent limitées.

Composés organiques volatils

Cette catégorie comprend plusieurs substances, notamment le 1,2-dichloroéthane, le benzène, le chlorure de vinyle, le tétrachloroéthylène et le trichloroéthylène. Ces composés sont largement utilisés dans différents secteurs industriels, en particulier dans l'industrie chimique et métallurgique.

Ils peuvent se retrouver dans l'eau à la suite de dépôts atmosphériques, d'effluents industriels ou encore de déversements accidentels de produits comme l'essence. Certaines de ces substances peuvent persister longtemps dans l'environnement aquatique.

Le benzène est reconnu comme cancérogène pour l'être humain. Le tétrachloroéthylène peut, dans certaines conditions, notamment dans les eaux souterraines pauvres en oxygène, se dégrader en composés plus toxiques comme le chlorure de vinyle. Le trichloroéthylène est associé à différents effets possibles sur la santé, notamment au niveau du foie, du système cardiovasculaire, du système immunitaire et de la reproduction, ainsi qu'à un risque cancérogène. Le 1,2-dichloroéthane est lui aussi considéré comme cancérogène pour l'être humain.