



Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines (ERMES)

**ÉTAT DE LA NAPPE
PHRÉATIQUE D'ALSACE
ET DES AQUIFÈRES DU
SUNDGAU**

**2^e volet de l'étude
ERMES 2016
sur les micropolluants**



▲ Sommaire

Éditorial	3
ERMES 2016	7
Activités humaines et impact sur les eaux souterraines	8
Synthèse des molécules recherchées et éléments méthodologiques	11
Composés perfluorés	14
Plastifiants et détergents	19
Substances pharmaceutiques	24
Adjuvants alimentaires	29
Perchlorates	33
Polychlorobiphényles, dioxines et furanes	36
Autres substances émergentes	41
Composés organiques halogénés volatils	47
Hydrocarbures et composés aromatiques divers	51
Qualité globale de la ressource en eau au regard des critères de potabilité pour les eaux destinées à la consommation humaine	57
Conclusion	62
Bibliographie	64
Annexes	65

Maître d'ouvrage

APRONA

Partenaires financiers

Région Grand Est

Agence de l'eau Rhin-Meuse
INTERREG V, Fond européen
de développement régional

Comité de pilotage

Région Grand Est

Agence de l'eau Rhin-Meuse

Direction Régionale de

l'Environnement, de

l'Aménagement et du Logement

(DREAL)

Bureau de Recherches

Géologiques et Minières

(BRGM)

Crédits photos

Agence de l'eau Rhin-Meuse

Région Grand Est

APRONA

iStock

Conception graphique :

Pierre Wisson

••• www.wisson.fr

décembre 2019



Les micropolluants émergents dans l'eau : *Un défi pour les politiques publiques et un enjeu patrimonial pour la nappe d'Alsace*

Alors que la nappe d'Alsace et les aquifères du Sundgau d'un volume de plus de 35 milliards de m³ alimentent en eau potable près de 80% de la population alsacienne, ces eaux souterraines jouent également un rôle central dans le développement économique du territoire. On pourrait penser que cette ressource en eau est pérenne mais la réalité montre que depuis plus de 20 ans, cet or bleu pourrait venir à ne plus satisfaire les exigences de qualité pour la consommation humaine.

Les multiples activités humaines rendues possibles par l'abondance de cette ressource, qu'elles soient industrielles, agricoles, urbaines et domestiques, exercent sur celle-ci une pression permanente. Au quotidien, un grand nombre de substances sont disséminées de manière diffuse et ponctuelle dans les différentes matrices de notre environnement (air, eau, sol). Parmi elles, les micropolluants recouvrant différents types de produits chimiques : composés perfluorés, pesticides, détergents, substances pharmaceutiques, adjuvants alimentaires, plastifiants, etc. La plupart sont considérés comme des polluants dits « émergents ».

Après la publication en 2017 d'un premier état des lieux porté sur les nitrates et les pesticides dans le cadre du projet ERMES débuté en 2016, l'APRONA a cette fois orienté ses travaux en 2019 vers les micropolluants émergents. Cette étude s'inscrit dans un des objectifs majeurs de ce projet d'envergure visant l'amélioration des connaissances sur la présence de ces substances dans les eaux souterraines du Fossé rhénan.

Avec près de 350 micropolluants recherchés et un réseau de plus de 800 points de mesures, le projet ERMES a permis de réaliser un diagnostic sans précédent dans l'histoire des inventaires régionaux de la qualité des eaux souterraines. Les dimensions techniques de cet opus sont uniques sur le plan national voire européen à l'échelle de masses d'eau régionales confirmant la volonté politique et les fortes ambitions de la Région Grand Est et ses partenaires en matière de reconquête de la qualité des eaux souterraines.

Les analyses engagées par l'APRONA, indiquent donc que ces eaux souterraines sont contaminées par la présence de micropolluants étrangers à leur pureté initiale et qu'ils peuvent induire une action toxique, y compris à très faibles doses. Le présent rapport livre un bilan scientifique rigoureux sur la base de données fiables afin d'appeler à une nouvelle prise de conscience en toute connaissance de cause.

Au-delà de ce constat sans équivoque, une réponse globale devra être impulsée par les pouvoirs publics pour décider de l'amélioration la qualité de notre ressource sur cette thématique.

En effet, suite à l'état des lieux communiqué par l'APRONA en 2017 sur les pesticides, des solutions ambitieuses se sont déjà concrétisées à l'image de la convention de partenariat signée le 17 juin 2019 entre la Région Grand Est, l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, l'Etat et l'ensemble des partenaires du monde agricole pour une réduction durable de l'usage des herbicides dans l'agriculture alsacienne. Cet élan politique devrait pouvoir aussi se décliner et s'accroître à l'endroit des activités industrielles et domestiques émettrices de micropolluants.

La piste de la réduction à la source des composés les plus dangereux pour notre santé et l'environnement est une solution préventive à privilégier et à renforcer. Mais la question de leur élimination par les stations de traitement des eaux usées se pose également ; les micropolluants étant particulièrement concentrés dans nos rejets d'eaux usées domestiques et industriels, même après traitement...

La préservation des eaux souterraines incombe à tout un chacun. C'est un défi majeur, désormais à entreprendre de manière encore plus volontaire pour inverser les tendances et retrouver une eau de qualité pour les générations futures.

Frédéric PFLIEGERSDOERFFER
Président de l'APRONA



▲ Sigles et acronymes

AERM :	Agence de l'Eau Rhin-Meuse
ANSES :	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS :	Agence Régionale de Santé
BTEX :	Benzène, Toluène, Ethylbenzène et les Xylènes
BPA :	Bisphénol A
COHV :	Composés Organiques Halogénés Volatils
DCE :	Directive Cadre sur l'Eau
DEHP :	Di(2-Ethylexyl) Phtalate
DGS :	Direction Générale de Santé
DREAL :	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EDCH :	Eaux Destinées à la Consommation Humaine
ERMES :	Evolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines
FQ :	Fréquence de Quantification
GOW :	Gesundheitliche Orientierungswerte
HAP :	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
ICPE :	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
LQ :	Limite de Quantification
LW :	Leitwert
LOGAR :	Liaison Opérationnelle pour la Gestion de l'Aquifère Rhénan
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
PBDE :	PolyBromoDiphénylEthers
PFC :	Composés PerFluorés (PerFluorinated Compounds)
PFAS :	Per et PolyFluoroAlkyleS
POP :	Polluants Organiques Persistants
REACH :	enRegistrement, Evaluation et Autorisation des produits CHimiques.
SAGE :	Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
SDAGE :	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
STEU :	Station de Traitement des Eaux Usées
UBA :	UmweltBundesAmt (Office fédéral allemande pour l'environnement)

▲ Avertissement au lecteur

La nappe phréatique d'Alsace alimente en eau potable environ 80 % de la population alsacienne.

Les résultats présentés dans ce document ne sont pas représentatifs de l'état de la qualité de l'eau distribuée (eau potable).

L'eau potable fait l'objet d'un suivi réglementaire strict et au besoin, de procédés de traitements physico-chimiques adaptés aux conditions locales :

- ▶ Avant distribution, un traitement de désinfection est imposé par la réglementation et appliqué.
- ▶ Des traitements dits « de confort » (décarbonatation, traitement du fer ou du manganèse d'origine naturelle) peuvent également être mis en œuvre.
- ▶ La mise en place d'une interconnexion permet de mélanger des eaux de différentes origines afin de garantir une qualité selon les critères de potabilité.
- ▶ Enfin, des traitements de potabilisation peuvent être mis en œuvre.

D'un point de vue général, l'eau distribuée aux robinets est de bonne qualité en Alsace. Cependant, il convient de rappeler que les micropolluants sont des substances étrangères aux eaux souterraines. Potentiellement toxiques, leur présence (y compris en faibles concentrations) peut s'avérer problématique en cas d'exploitation pour l'eau potable.





▲ Comprendre les résultats

Dans ce document, différents termes sont couramment utilisés pour la description des résultats, notamment :

La limite de quantification (LQ) : valeur au-dessous de laquelle le laboratoire n'est plus en mesure de déterminer avec exactitude la quantité du paramètre recherché lors d'une analyse.

La fréquence de quantification (FQ) : calculée pour chacune des substances analysées, la FQ% permet de qualifier le niveau de présence d'une substance ou famille de substances dans les eaux souterraines. Elle représente un ratio, calculé de la manière suivante :

$$FQ(\%) = \frac{\text{Nombre de fois où la présence d'une substance X est retrouvée (nombre de quantifications)}}{\text{(Nombre d'analyses réalisées pour la substance X)}} \times 100$$

Le niveau de concentration : correspond à la teneur dans l'eau d'une (ou plusieurs) substance qui permet d'évaluer le degré d'importance d'une pollution, notamment au regard de valeurs seuils pour l'eau potable, s'il en existe pour la substance en question. Une substance retrouvée avec des forts niveaux de concentrations et une FQ% élevée est généralement problématique.

Contamination : évoquée pour définir la présence non naturelle et étrangère de substances anthropiques (potentiellement toxiques) dans les eaux souterraines ou l'environnement.

Pollution : une contamination devient une pollution si les niveaux de concentrations de la (ou les) substance(s) en question avoisinent ou dépassent une valeur seuil (pour un usage eau potable) pouvant induire un risque pour la santé ou des nuisances pour l'usage de l'eau.

Micropolluant (Selon le Plan Micropolluants 2016-2021) : peut être défini comme une substance indésirable détectable dans l'environnement à très faible concentration

(microgramme par litre voire nanogramme par litre). Sa présence est, au moins en partie, due à l'activité humaine (procédés industriels, pratiques agricoles ou activités quotidiennes) et peut à ces très faibles concentrations engendrer des effets négatifs sur les organismes vivants en raison de sa toxicité, de sa persistance et de sa bioaccumulation. De nombreuses molécules présentant des propriétés chimiques différentes sont concernées (plus de 110 000 molécules sont recensées par la réglementation européenne), qu'elles soient organiques ou minérales, biodégradables ou non, tels les plastifiants, détergents, métaux, hydrocarbures, pesticides, cosmétiques ou encore les médicaments.

Couches superficielles et couches profondes de la nappe phréatique d'Alsace : l'aquifère de la nappe phréatique d'Alsace est composé de deux compartiments principaux : les couches superficielles (environ 0 - 50 m) et les couches plus profondes (>50 m). Les couches superficielles ont fait l'objet principal de cette campagne de mesures et la grande majorité des résultats présentés dans ce document portent sur cette partie de l'aquifère. Les mesures ont aussi intégré un réseau plus restreint de piézomètres dits « profonds » permettant de réaliser un état des lieux élémentaire. Un chapitre, en annexe dématérialisée, est dédié à la présentation de ces principaux résultats.

Campagne de mesures : une seule campagne de prélèvements et d'analyses a été réalisée de mi-août à mi-octobre 2016, par la société Les Préleveurs Indépendants (LPI). Les analyses des échantillons ont été confiées aux laboratoires Eurofins IPL Est et SYNLAB. L'exploitation de ces résultats permet de présenter un état des lieux de la qualité de l'eau des aquifères du Sundgau et de la nappe d'Alsace à une période donnée.



ERMES 2016

Cette nouvelle étude sur l'état de la nappe phréatique d'Alsace et des aquifères du Sundgau fait suite à la première publication des résultats du projet ERMES 2016 parue en novembre 2017 sur les nitrates et les pesticides. Ce second volet réalisé avec le partenariat de l'APRONA, de la Région Grand Est, de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, porte cette fois-ci sur l'ensemble des micropolluants d'origine anthropique analysés en 2016, à l'exception des pesticides et de leurs molécules de dégradation déjà traités dans l'opus précédent. Ces travaux complètent également les résultats publiés en 2018 à l'échelle transfrontalière (ERMES-Rhin) relatifs aux micropolluants en intégrant les substances supplémentaires qui n'ont été analysées qu'à l'échelle du territoire alsacien.

Cet état des lieux complémentaire s'inscrit dans un des objectifs majeurs du projet ERMES visant l'amélioration des connaissances sur la présence de substances émergentes dans les eaux souterraines du Fossé rhénan. Il se justifie par le fait que les eaux souterraines, telles que la nappe phréatique d'Alsace, sont potentiellement réceptrices d'une grande diversité de substances artificielles émises par l'activité humaine : 110 000 seraient référencées par la réglementation européenne. Leur présence dans l'eau pourrait à terme nuire à la production d'eau potable et aux écosystèmes aquatiques du patrimoine alsacien, les risques sanitaires et environnementaux associés n'étant de loin pas encore intégralement identifiés.

Si à l'heure actuelle les pesticides sont les principaux micropolluants de la nappe phréatique d'Alsace et des aquifères du Sundgau, l'étude en pointe d'autres notamment issus des rejets de station d'épuration.

Environ 215 micropolluants de synthèse hors pesticides ont été analysés en nappe phréatique d'Alsace et 160 dans les aquifères du Sundgau. Parmi eux figurent des substances pharmaceutiques, des composés perfluorés, des adjuvants alimentaires, des plastifiants comme les phtalates, des perchlorates, des dioxines, des parabènes, des composés organiques volatils ou encore des hydrocarbures artificiels.

Rappelons que la campagne de mesures s'est déroulée en 2016, de mi-août à mi-octobre conduisant à près de 210 000 résultats d'analyses collectés via un réseau de 825 points de mesures répartis sur les deux masses d'eau investiguées.

Les prélèvements ont été entrepris au droit de piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines, mais aussi de captages d'eau potable, de puits d'irrigation, de sources et de puits de particuliers. Une campagne complémentaire a également été réalisée en 2017 sur un réseau de 33 ouvrages captant les couches profondes de la nappe phréatique d'Alsace afin de surveiller la migration des polluants en profondeur où 117 micropolluants ont été recherchés, principalement des pesticides.

Enfin, si les résultats et les analyses livrés dans ce rapport soulignent des problématiques potentielles vis-à-vis de la ressource en eau, ils permettent aussi bien de renseigner la communauté technique et scientifique que de sensibiliser les décideurs politiques.

Au regard du constat, il devient en effet impératif de développer de nouvelles mesures de réduction et de suppression des émissions de micropolluants anthropiques dans les eaux souterraines.



Les données, les cartes ainsi que le présent document sont téléchargeables sur le portail de l'observatoire de l'eau :



https://www.aprona.net/uploads/pdf/qualite/ermes-alsace/brochure_micropolluants_ermes-alsace_2016.pdf



ACTIVITÉS HUMAINES ET IMPACT SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Des différents systèmes aquifères du Sundgau à la nappe phréatique d'Alsace, le sous-sol alsacien recèle d'une ressource en eau exceptionnelle. Elle a fortement contribué au développement d'activités économiques diverses et de la démographie en Alsace. Cependant, cette ressource est très vulnérable du fait de sa faible profondeur et de l'absence de formations protectrices imperméables sus-jacentes. En surface des pressions de types agricoles, urbaines et industrielles peuvent impacter cette ressource en eaux souterraines.

L'occupation des sols au droit de la nappe phréatique d'Alsace et des aquifères du Sundgau : un bon indicateur des sources potentielles de contamination de surface pouvant atteindre la ressource.

La carte 1 a été élaborée à partir de la base de données européenne Corine Land Cover (CLC) de 2012. La nomenclature standard du CLC possédant un découpage trop exhaustif, les typologies d'occupation des sols ont été simplifiées en 8 grandes classes : zones urbanisées, zones industrielles et commerciales, terres arables cultivées, cultures permanentes, zones agricoles hétérogènes, forêts, prairies et végétation arbustive, et milieux aquatiques (cours eau et zones humides).

Les diagrammes associés à la carte représentent les pourcentages de surfaces pour chacune de ces 8 classes au droit de chaque masse d'eau.

On observe que la couverture du sol alsacien (plaine d'Alsace et Sundgau) est marquée par une anthropisation relativement forte. Cela se traduit notamment par une densité faible d'espaces naturels, une exploitation soutenue des terres par l'agriculture et une urbanisation développée. **Globalement, cette caractérisation simplifiée met en évidence une pression anthropique importante sur la ressource.**

Au droit de la nappe phréatique, près de 55% de la surface du sol est utilisée pour l'agriculture. Les espaces urbains et industriels occupent environ 17% du territoire. Les sols de la plaine sont donc très sollicités pour les activités humaines, ce qui réduit la surface des espaces naturels à moins de 30% de la surface totale.

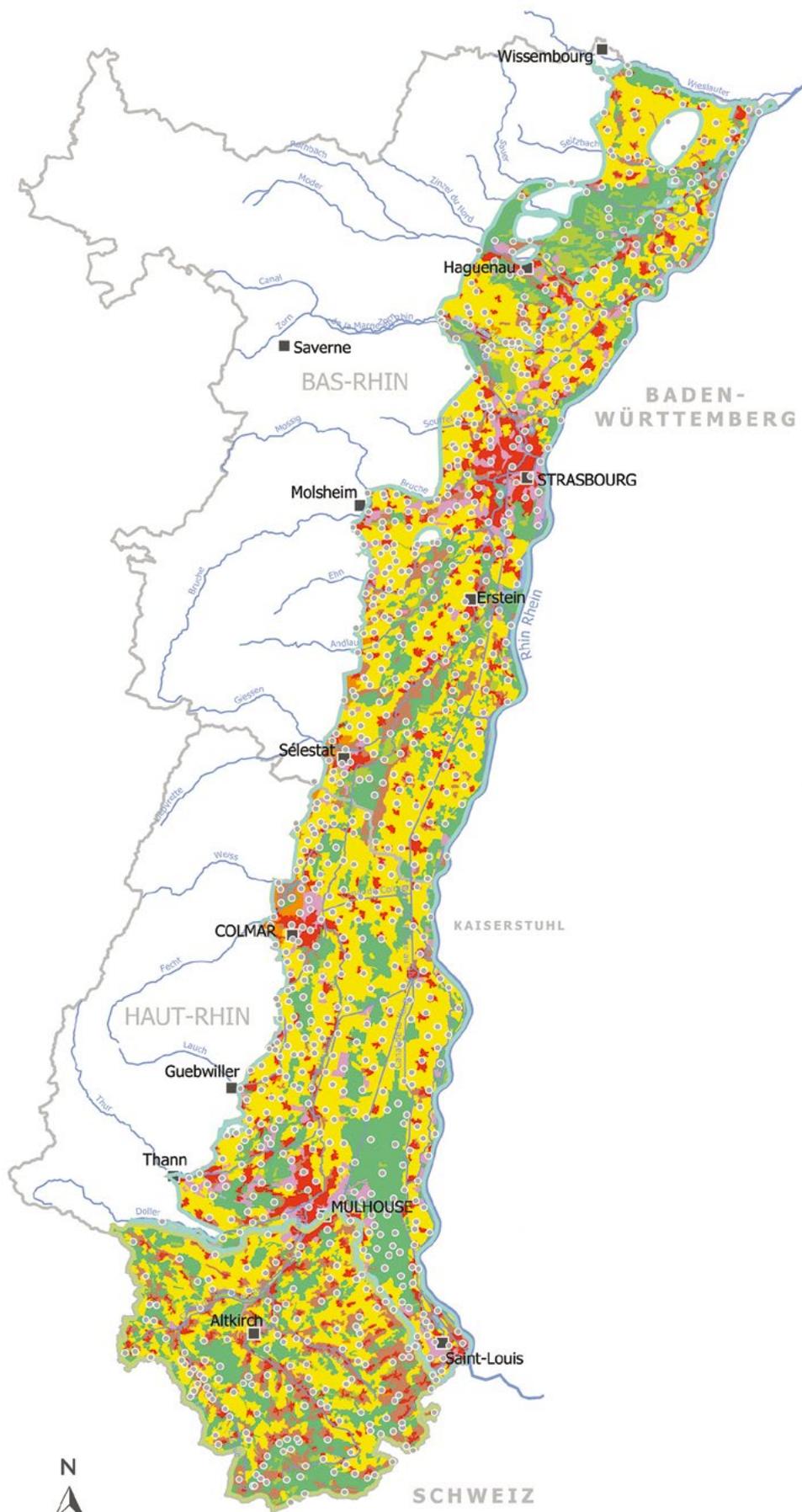
Dans le Sundgau, les surfaces agricoles sont aussi prépondérantes avec un taux d'occupation d'environ 55%. Les zones urbaines (dont industrielles) sont moins présentes qu'en plaine d'Alsace avec seulement 9% de couverture. Le taux d'espaces naturels s'élève à environ 35%.

In fine, la nature des sols, la profondeur de la nappe, les caractéristiques des écoulements souterrains ou encore les relations nappes-rivières sont autant de facteurs qui limitent ou accentuent les transferts de contaminants émis par les activités de surface.

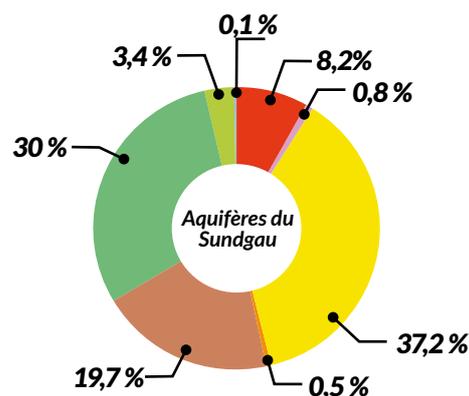
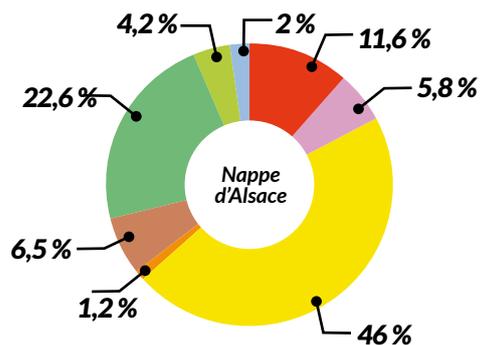
Une cartographie des échanges nappe-rivière est représentée à l'échelle de la nappe phréatique d'Alsace sur la carte 2 à partir des données issues du modèle hydrodynamique LOGAR (Liaison Opérationnelle pour la Gestion de l'Aquifère Rhénan).

Carte 1 :

**Occupation du sol au droit de la
nappe phréatique d'Alsace et des
aquifères du Sundgau**



- Zones urbanisées
 - Zones industrielles ou commerciales
 - Terres arables
 - Cultures permanentes
 - Zones agricoles hétérogènes
 - Forêts
 - Prairies et végétation arbustive
 - Cours d'eau et zones humides
 - Réseau de suivi
- Nappe phréatique d'Alsace
 - Pliocène de Haguenau
 - Aquifères du Sundgau
 - Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

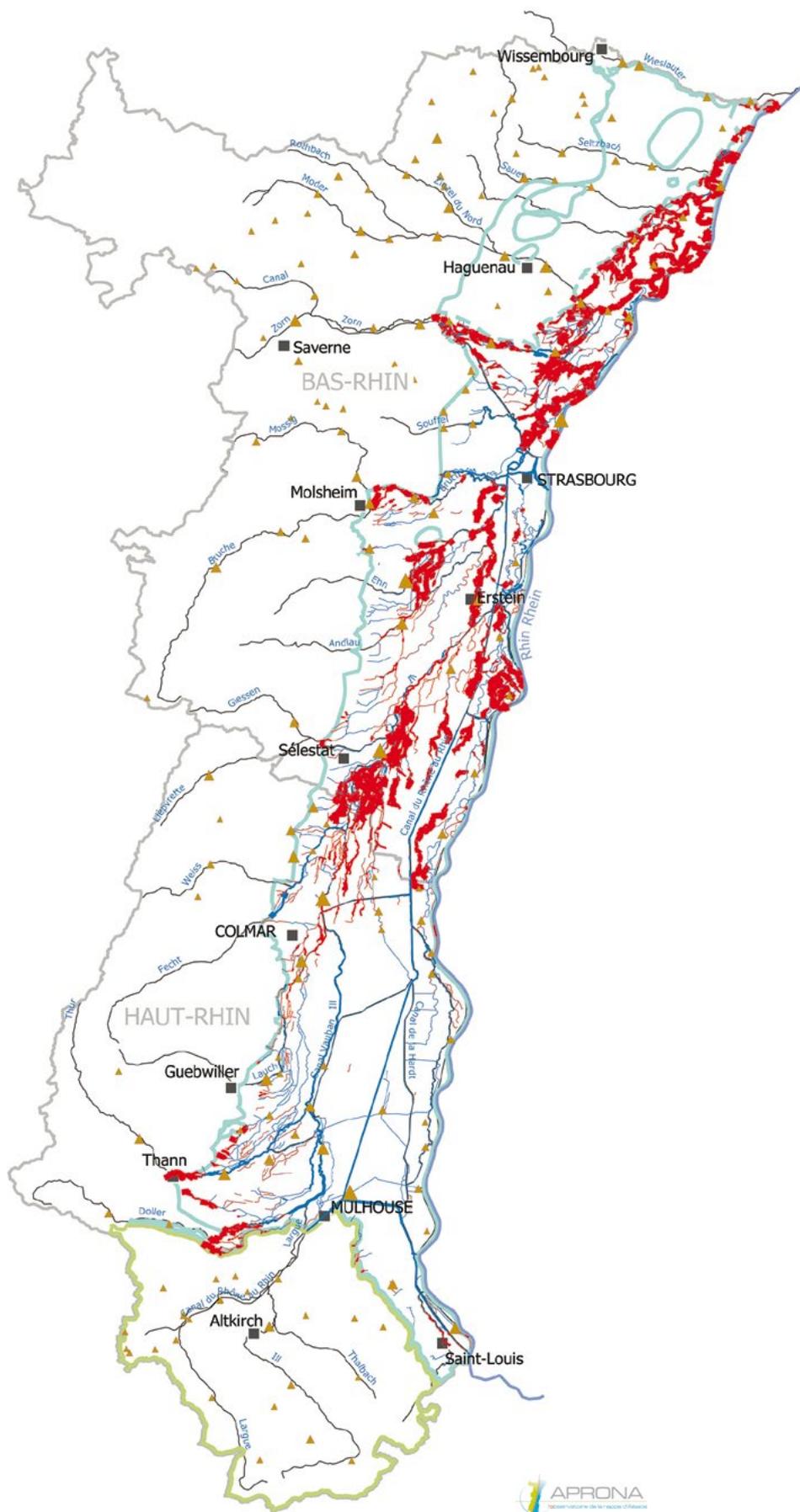
Évolution de la Ressource et Monitoring
des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR -
Données Corine Land Cover 2012

Financiers :





Carte 2 :

Échanges nappe/rivière et stations d'épuration des eaux usées urbaines

Échanges nappe/rivière
Situation de moyennes-eaux

- Type de relation
- Drainage
 - Alimentation
- Flux ($m^2/S/km$)
- 0 - 0,01
 - 0,01 - 0,02
 - 0,02 - 0,03
 - 0,03 - 0,04
 - > 0,04

Stations d'épuration
communales des eaux usées
urbaines (selon capacité en
équivalent-habitant)

- ▲ 100 - 2 000
- ▲ 2 000 - 10 000
- ▲ 10 000 - 50 000
- ▲ 50 000 - 100 000
- ▲ 100 000 - 1 000 000

- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux

Les échanges nappe / rivière

La nappe phréatique d'Alsace présente une forte interaction avec les eaux de surface. Sans compter les aspects quantitatifs, les polluants transportés en surface par les cours d'eau peuvent facilement s'infiltrer et contaminer la nappe. L'inverse est également possible, un aquifère pollué peut constituer une source de pollution durable pour un cours d'eau du fait de l'inertie du système.

La carte 2 représente les relations nappe/rivière au droit de la nappe phréatique en distinguant les situations où l'eau des cours d'eau s'infiltré dans la nappe (alimentation - couleur bleue) et les situations où la nappe alimente les cours d'eau (drainage - couleur rouge).

Ces échanges varient du point de vue spatial (en fonction de différents facteurs tels que la perméabilité du fond du lit des cours d'eau ou de la différence de hauteur entre le niveau des cours d'eau en fonction de la piézométrie de la nappe) et l'alimentation de la nappe par les cours d'eau est prépondérante au droit du Haut-Rhin. Cela constitue un facteur important de vulnérabilité par rapport au transfert de polluants. Ces (micro)polluants peuvent être potentiellement apportés par le biais des rejets d'eaux usées traitées issus des stations d'épuration des eaux usées urbaines (STEU) qui ne sont pas conçues pour éliminer la totalité des micro ou nanoparticules. Le territoire alsacien compte environ 170 STEU (cf. carte 2 ci-contre).

Nous verrons dans la suite de ce rapport que les échanges nappe/rivière peuvent expliquer certains résultats.



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring
des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR - LOGAR

Financiers :



0 10 20 km

SYNTHÈSE DES MOLÉCULES RECHERCHÉES ET ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES

Ce chapitre propose une présentation générale des données exploitées (chiffres clés, programme analytique de la campagne) et un bilan global des résultats exposés dans les chapitres qui suivent. Un rappel sur les choix de présentation des données complète cette partie.

▲ Programme analytique

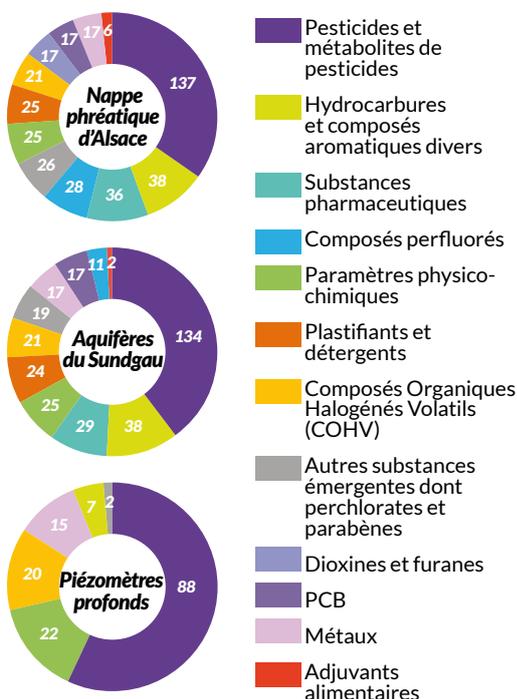
Chiffres clés

Le tableau 1 présente le nombre de substances recherchées, pour chaque masse d'eau. Pour la nappe phréatique d'Alsace, la campagne de mesures s'est déroulée sur deux périodes. Au total, 1061 prélèvements ont été réalisés et près de 400 substances ont été analysées sur une partie ou la totalité du réseau de points de mesures. C'est un volume de plus de 200 000 données qui ont été produites et étudiées.

Tableau 1 :
Nombre de substances recherchées par masses d'eau investiguées

	Nappe phréatique d'Alsace		Aquifères du Sundgau
	couches superficielles	couches profondes	
Période des prélèvements	Août à octobre 2016	Mars 2017	Août à octobre 2016
Nombres de points de mesures prélevés	674	84	151
Nombre de substances recherchées (hors sommes de paramètres et paramètres organoleptiques)	393	154	337
Nombre de micropolluants recherchés dont pesticides (hors métaux et paramètres physico-chimiques)	351	117	295
Nombres de résultats d'analyses	177 895	12 348	36 168

Illustration 1 :
Décomposition du programme analytique par grandes familles de substances



● Programmes analytiques détaillés par familles de substances (hors sommes de paramètres) :

Le programme analytique a été élaboré par deux groupes de travail spécialisé, un « pesticides » et un autre « micropolluants émergents », constitués de partenaires experts, tels que la Chambre d'Agriculture, l'Agence Régionale de Santé, le BRGM en sus des partenaires du projet que sont l'AeRM, la Région Grand Est et la DREAL.

Près de 400 substances ont été sélectionnées en fonction de différents critères tels que leur présence avérée ou potentielle dans les eaux souterraines, leur usage important, leur toxicité.

Les diagrammes de l'illustration 1 décomposent le programme analytique par grandes familles de substances et par masses d'eau.

La multiplicité des paramètres rend impossible leur recherche sur l'ensemble de la zone d'étude pour des raisons de coût. C'est en partie pourquoi, le programme analytique appliqué pour les aquifères du Sundgau et les couches profondes est moins fourni. Aussi, le programme de mesures tient compte des pressions potentielles, plus importantes au niveau de la nappe phréatique d'Alsace.

Bilan global des résultats obtenus

Les illustrations suivantes dressent un bilan global des résultats obtenus via le programme analytique. Ce programme analytique visait à la fois à vérifier la présence de substances susceptibles d'être retrouvées dans les eaux souterraines (en fonction des activités anthropiques par

exemple) mais aussi de rechercher des substances dont la présence serait plus surprenante ou plus difficile à évaluer.

L'ensemble des résultats, détaillés par substances, sont compilés dans un tableau présenté en annexe de ce rapport.

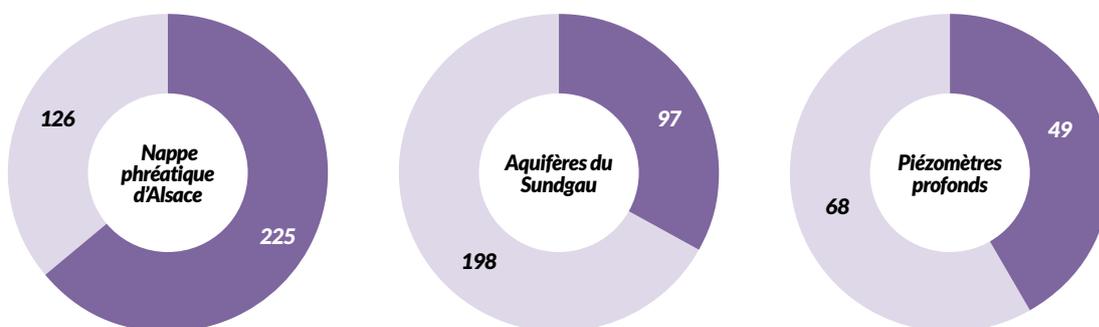
Nombre de substances quantifiées par masses d'eau

Les diagrammes de l'illustration 2 présentent pour les deux masses d'eau ainsi que pour les couches profondes, le bilan des quantifications parmi les micropolluants recherchés toutes familles confondues. Les paramètres physico-chimiques et les métaux ne sont pas inclus dans les données car toutes les substances de ces familles ont une origine potentiellement naturelle.

Dans les couches profondes, le pourcentage de quantification atteint 42%. Bien que des limites de quantifications moins performantes soient à noter pour certaines analyses opérées sur les aquifères du Sundgau, on constate que la diversité de substances est toutefois plus importante dans la nappe phréatique. La comparaison avec les couches profondes est moins évidente en raison de la forte différence de programme analytique.

64% des micropolluants analysés ont été retrouvés au moins une fois dans la nappe d'Alsace et 33% dans les aquifères du Sundgau.

Illustration 2 :
Nombre de substances quantifiées par masse d'eau



Familles les plus représentées

Le tableau 2 ci-dessous dresse un bilan statistique des résultats obtenus sur la nappe phréatique d'Alsace, les aquifères du Sundgau et les piézomètres profonds pour les familles présentées (hors paramètres physico-chimiques et métaux) à l'illustration 1. Pour les pesticides, une différence est faite entre les 113 pesticides « réglementaires » possédant

une limite de qualité pour l'eau potable (0,1 µg/L) et 24 métabolites dits « émergents » pour la plupart desquels la prise en compte réglementaire et la définition de normes pour l'eau potable est en cours ou a très récemment été actée.

Tableau 2 :
Bilan statistique des résultats par familles de substances

Masse d'eau	Nappe phréatique d'Alsace			Aquifères du Sundgau			Piézomètres profonds			
	Familles	Nombres de substances recherchées	% de substances retrouvées	FQ%	Nombres de substances recherchées	% de substances retrouvées	FQ%	Nombres de substances recherchées	% de substances retrouvées	FQ%
Métabolites de pesticides émergents		24	92%	95%	21	76%	76%	16	81,3%	78%
Pesticides et métabolites « réglementaires »		113	68%	92,8%	113	33%	70,9%	72	27,8%	83,1%
Composés perfluorés		28	79%	79%	11	27%	7,8%			
Adjuvants alimentaires		6	100%	78%	2	100%	8%			
Autres substances émergentes (dont perchlorates)		26	63%	1% à 43%	19	37%	0% à 17,8%	2	50%	42,4%
Substances pharmaceutiques		36	50%	38,3%	29	24%	9,8%			
Hydrocarbures et composés aromatiques divers		38	58%	<1 à 28%	38	32%	>1 à 12,5%	7	57,1%	71,2%
COHV		21	76%	20%	21	5%	2,5%	20	25%	22%
Plastifiants et détergents		24	52%	1 à 17,4%	23	33%	2% à 11%			
Dioxines et furanes		17	29%	15%						
PCB		17	35%	4,2%	17	24%	1,4%			

Rappels sur la présentation des résultats

Comparaison des résultats aux valeurs seuils de type « sanitaire » (eau potable)

Définitions GOW et LW :
En Allemagne, sur la base des données toxicologiques disponibles, l'Office fédéral de l'environnement (UBA) définit des valeurs guides sanitaires dites « Gesundheitlicher Orientierungswert » ou GOW. Ces GOW concernant des substances peu évaluées sur le plan toxicologique dont la présence est tout même évaluée dans le cadre des contrôles pour l'eau potable. Les GOW sont souvent provisoires, ne sont pas réglementaires et sont généralement relatives à des substances émergentes tels les substances pharmaceutiques, les PFC ou les métabolites de pesticides. Pour les substances bénéficiant d'études toxicologiques plus approfondies ou avec l'avancée des recherches, les GOW sont susceptibles d'évoluer en Leitwert ou LW. Calculées à partir de données plus fiables, les LW sont des valeurs qui ont une portée sanitaire réglementaire.

Afin d'évaluer l'état de la qualité de la ressource en eau brute, les résultats d'analyses ont été comparés à des valeurs seuils de type sanitaires et référencées pour un usage « eau potable » de l'eau. Ce choix intervient en cohérence de l'objectif fixé par le SAGE III-Nappe-Rhin qui est de pouvoir utiliser l'eau de la nappe phréatique d'Alsace en tout point pour l'alimentation en eau potable sans traitement complexe. Les valeurs seuils environnementales n'ont pas été considérées. Toutes les substances ne bénéficient pas de valeurs seuils guides ou réglementaires, en particulier les micropolluants émergents dont les effets sur la santé sont peu documentés. Les valeurs seuils considérées sont uniquement françaises, à l'exception des valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et des valeurs sanitaires allemandes déjà utilisées pour les exploitations des résultats transfrontaliers (ERMES-Rhin). Les valeurs seuils disponibles ont été tirées des sources suivantes :

▲ Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine,

Pertinence des métabolites de pesticides : évolution de la réglementation

Les résultats pour les pesticides d'ERMES Alsace 2016 ont été présentés en novembre 2017, en tenant compte de leur statut réglementaire et de la « pertinence » des métabolites de pesticides en l'état.

Les 137 pesticides et métabolites de pesticides avaient été exploités selon 2 listes différentes :

▲ **113 pesticides et métabolites de pesticides « pertinents »** faisant déjà l'objet d'un suivi réglementaire au titre de la Directive Cadre sur l'eau (DCE) et pour lesquels un risque sanitaire est avéré en cas d'usage pour l'eau potable (avec les limites de qualité de 0,1 µg/L par substance et 0,5 pour la somme des substances);

▲ **24 métabolites de pesticides « non pertinents »** ne faisant pas l'objet de suivi réglementaire national et pour lesquels la pertinence n'était pas évaluée en France au moment de l'exploitation des données en 2017.

Résultats des piézomètres profonds

Les résultats complets concernant les piézomètres profonds ne sont pas présentés dans ce rapport et sont remis dans une annexe dématérialisée accessible et téléchargeable sur le site internet de l'APRONA www.aprona.net.

▲ Valeurs guides pour la qualité de l'eau potable recommandées par l'OMS,

▲ Valeurs guides et d'orientation sanitaires allemandes : les Gesundheitlicher Orientierungswert für Trinkwasser (GOW) et les Leitwert (LW) fixées par l'Office fédéral allemand de l'environnement (UBA).

▲ Avis de l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail)

Les termes « valeur seuil pour l'eau potable », « limite de qualité » et « limite de potabilité » seront considérés comme synonymes dans ce document. En l'absence de valeurs réglementaires ou guides pour certaines familles, l'interprétation des résultats est réalisée en référence à la valeur de précaution de 0,1 µg/L, réglementairement utilisée pour les pesticides.

Les valeurs seuils prises en compte sont présentées dans un tableau de synthèse annexé au rapport.

Le 11 avril 2019, l'ANSES a publié un avis (n°2015-SA-0252) portant sur l'évaluation de la pertinence de 8 métabolites de pesticides (présents dans la liste ERMES des 24). Selon cet avis, les 3 métabolites suivants ont été désignés comme pertinents : **Alachlore OXA, Métolachlore ESA et Métolachlore OXA**. Les 5 autres métabolites sont classés non-pertinents.

Le 15 juillet 2019, suite à la publication de nouvelles données, la Direction Générale de la Santé (DGS) a saisi une nouvelle fois l'ANSES pour procéder à la réévaluation des métabolites du S-métolachlore (ESA et OXA).

Dans ce contexte très évolutif, il a été décidé de ne pas mettre à jour l'état des lieux sur les pesticides et les métabolites émergents réalisés en 2017.

Notion de pertinence :

La notion de pertinence est définie sur la base d'un schéma décisionnel élaboré par l'ANSES permettant de déterminer la pertinence des métabolites de pesticides pour les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) selon différentes étapes comprenant l'examen : 1) de son activité « pesticides », 2) de son potentiel génotoxique, 3) de la cancérogénèse du métabolite, 4) de son potentiel de perturbation endocrinienne et 5) de sa transformation en produits dangereux au cours de la filière de traitement des EDCH.

Si un métabolite est évalué pertinent à l'issue de cette méthodologie, l'ANSES propose d'appliquer la limite de qualité des EDCH, soit la valeur de 0,1 µg/L par substance et de 0,5 µg/L pour la somme des substances quantifiées. Pour les métabolites non-pertinents une valeur de gestion de 0,9 µg/L a été proposée par l'ANSES.

COMPOSÉS PERFLUORÉS

Très persistants dans l'environnement, les composés perfluorés (PFC) recherchés présentent une très forte ubiquité dans la nappe phréatique d'Alsace avec une fréquence de quantification avoisinant 80%. Au regard des valeurs seuils de référence prises en compte, les niveaux de concentrations sont plutôt faibles mais il est à noter que ces substances sont très toxiques.

Les composés perfluorés (ou alkyls perfluorés dits aussi PFAS) constituent une famille vaste et complexe de plus de 800 molécules. 3 sous-familles font l'objet d'une attention particulière : les sulfonates (PFSA), les carboxylates (PFCA) et les fluoro-télomères (FT)

Dans le cadre du projet ERMES-Alsace, une sélection de 28 composés représentative de ces 3 catégories a été recherchée en nappe phréatique d'Alsace. Pour les aquifères du Sundgau, une liste réduite à 11 composés (PFSA et PFCA) a été analysée.

Pour mémoire, lors de l'inventaire de la qualité des eaux souterraines du Rhin Supérieur de 2009, seuls 2 PFC avaient été recherchés en nappe phréatique d'Alsace (car substances émergentes). Les résultats de 17 PFC parmi les 28 recherchés ont été exploités dans le cadre des travaux transfrontaliers de 2018 (ERMES-Rhin).

▲ Analyse des résultats

En raison de l'absence de valeurs réglementaires pour l'eau potable en France pour les PFC, les résultats sont comparés à des valeurs sanitaires allemandes, que sont les LW et les GOW. Ces valeurs ont été définies par l'Office fédéral de l'environnement allemand (UBA).

Pour les PFC disposant ni de LW ni de GOW, la valeur seuil de 0,1 µg/L a été arbitrairement prise en référence pour interpréter les niveaux de concentrations.

Enfin, l'évaluation du risque sanitaire a été appréciée selon une démarche identique à celle suivie pour les travaux transfrontaliers (projet ERMES-Rhin). Considérant une notion d'additivité des effets toxiques dans les cas de détection simultanée de plusieurs PFC, la méthode dite de la « somme des quotients » a été utilisée. Cette méthode consiste à sommer les rapports entre la concentration des PFC (si quantifié) et leurs valeurs sanitaires respectives. Si cette somme des rapports est supérieure à 1, un effet toxique combiné est considéré en cas d'exposition. Pour ce calcul seuls les PFC disposant de LW ont été pris en compte, car ces valeurs sont plus fiables que les GOW. La somme des quotients est calculée selon la formule :

$$\text{Somme des quotients} = \frac{\text{PFC1}}{\text{LW1}} + \frac{\text{PFC2}}{\text{LW2}} + \frac{\text{PFC3}}{\text{LW3}} + \dots$$

Tableau 3 :
Chiffres clés et principaux résultats

	Nappe d'Alsace	Aquifères du Sundgau
Nombre de substances recherchées	28	11
Nombre de points analysés	200	51
Fréquences de quantification	79 %	7,8 %
Substance(s) la(es) plus quantifiée(s)	PFHxS (65%), SUL PFOS (63%), PFBS (51%) 8 PFC sont quantifiés à plus de 20%	PFOA et PFHxA (3,9%) Seuls 3 PFC quantifiés
Performances analytiques (limites de quantification (LQ))	Ordre de grandeur : 0,001 µg/L	Ordre de grandeur : 0,005 µg/L
Dépassements des valeurs seuils prises en référence	3 PFC avec teneurs > GOW (4 points) Somme des quotients pour les PFC disposant de LW : 7 points >1	Aucun dépassement relevé

● Nappe phréatique d'Alsace

En nappe phréatique d'Alsace, les PFC attirent l'attention au regard de leur très forte occurrence. **Près de 80% des 200 points de mesures sont contaminés par la présence d'au moins 1 composé** (cf. carte 3).

Les résultats de mesures des PFC sont représentés sur la carte 3, en tenant compte de la somme des concentrations en PFC par point de mesures. Cette représentation met en évidence une contamination très diffuse de ces substances.

La partie haut-rhinoise de la nappe phréatique apparaît davantage concernée, tant par les niveaux de concentrations mesurés que par le nombre de points où des PFC sont quantifiés. Dans le Haut-Rhin seulement 5 points sont vierges de la présence des PFC analysés. Une vaste étendue aux teneurs comprises entre 0,01 µg/L et 0,1 µg/L, se distingue entre Sélestat et Mulhouse. Dans ce secteur, les cours d'eau alimentent la nappe phréatique quelle que soit la situation hydrologique et les flux sont notamment importants pour le canal de Huningue, le canal du Rhône au Rhin, l'III, la Doller et la Thur. Ces cours d'eau sont récepteurs de beaucoup de rejets d'eaux usées traitées contenant très probablement des PFC à l'origine de la contamination de la nappe phréatique.

Dans le Bas-Rhin, les secteurs de Sélestat, à proximité d'Erstein et les alentours de Strasbourg (au Sud et au Nord) sont les plus impactés par la présence de PFC.

L'origine précise des apports en PFC dans la nappe phréatique, et notamment les parts de contaminations imputables aux différentes sources d'émissions potentielles, restent à établir. Néanmoins, on peut constater que la présence des PFC est récurrente dans tous les contextes d'occupation du sol, y compris dans les zones agricoles et naturelles (forêts). Cela est révélateur de sources d'émissions multiples vers l'environnement, d'une forte mobilité de ces substances de la surface vers la nappe phréatique et/ou d'un phénomène d'accumulation.

La présence de PFC en secteur agricole, et plus spécifiquement sur des sites éloignés des cours d'eau amène à envisager une contamination liée à l'épandage agricole de boues issues de stations d'épuration via le lessivage des sols amendés. En effet, la valorisation agricole des boues d'épuration (urbaines et industrielles) est une filière d'élimination privilégiée en France, or de nombreuses études rapportent qu'une grande partie des micropolluants organiques présents dans les eaux usées sont transférés par adsorption vers les boues. C'est notamment le cas des PFC, spécifiquement ceux ayant des chaînes perfluorées longues, qui ont tendance à s'y fixer.

Pour le moment, la législation sur l'épandage des boues d'épuration ne règlemente pas les teneurs en PFC, au même titre que d'autres micropolluants émergents.

Plus de 5 PFC différents ont été retrouvés sur 59 points et jusqu'à 18 sur un point situé dans une zone industrielle à Cernay. Ces ouvrages sont essentiellement situés dans la plaine haut-rhinoise (entre Mulhouse et Colmar), et selon une répartition plus diffuse, entre Erstein et Haguenau.

La concentration maximale en somme des PFC est enregistrée dans la zone industrielle de Thann avec une teneur de 0,94 µg/L pour 12 PFC identifiés.

En terme de substance (Cf. graphique 1), 22 des 28 PFC recherchés ont été retrouvés au moins une fois. 8 PFC sont significativement quantifiés plus que les autres avec des taux de quantification entre 64,5% et 23%. Par ordre décroissant ces PFC sont : PFHxS, SUL PFOS, PFBS, PFOA, PFHxA, PFBA, PFPeA et PFHpA.

Pris sous l'angle sanitaire, notons que peu de substances présentent un dépassement des valeurs seuils prises en compte. Le PFHxS (LW à 0,1 µg/L), le SUL PFOS (LW à 0,1 µg/L) et le H4PFOS (GOW à 0,1 µg/L) affichent peu de dépassement de ces valeurs (<1%).

Selon l'analyse de la carte 4 représentant la somme des quotients par point de mesures (pour les 7 PFC disposant de LW), la situation n'apparaît pas alarmante. Seuls 6 points (dont 4 dans le Haut-Rhin) ont une somme des quotients supérieure à 1. Hormis un point situé proche du Rhin au nord-Est de Mulhouse, tous sont situés en bordure de nappe.

Cette analyse doit malgré tout être relativisée car seulement 7 des 28 PFC sont considérés et les effets toxiques liés au cumul de substances dans une même eau sont peu connus.

Pour ce qui est des valeurs sanitaires maximales (VMAX) proposées par l'ANSES (avis n° 2015-SA-0105), aucun dépassement de ces VMAX n'est à signaler pour les 7 PFC communément analysés dans le cadre de cette étude et la campagne ERMES.

D'après cet avis, une VMAX correspond à : « 10 % de la valeur toxicologique de référence chronique par ingestion d'une molécule (initialement de pesticide ou de métabolite de pesticide) et considérant un scénario d'exposition relatif à un individu de 60 kg de poids corporel consommant vie entière 2 litres d'eau par jour. »

À noter :

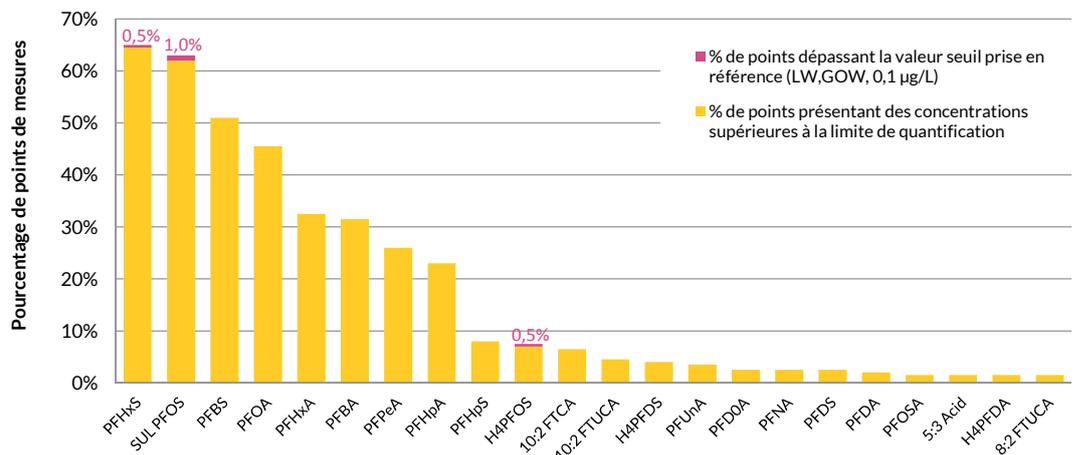
L'ajout de 11 PFC supplémentaires à la liste des 17 recherchés dans le cadre d'ERMES-Rhin n'aggrave pas significativement le constat. La fréquence de quantification n'a augmenté que de 1%.

Graphique 1 :

Nappe phréatique d'Alsace

Fréquences de quantification et dépassements des valeurs seuils prises en référence (LW, GOW, valeur de 0,1 µg/L) pour les 28 composés perfluorés recherchés en 2016 (200 points de mesures)

N.B. : les PFC non quantifiés (soit 6 substances) ne sont pas représentés sur ce graphique



● Aquifères du Sundgau

En rappelant que seulement 11 PFC ont été recherchés, la situation de cette famille de substances dans les aquifères du Sundgau contraste beaucoup avec le constat établi en nappe phréatique d'Alsace et n'apparaît pas problématique.

Il convient également de rappeler que les limites de quantification concernant les 11 PFC recherchés dans les aquifères du Sundgau sont moins performantes. Néanmoins, au regard des concentrations mesurées, ce biais potentiel n'est pas responsable de la différence pointée avec la nappe phréatique d'Alsace. De plus, les PFC les plus retrouvés en nappe phréatique d'Alsace ont bien été recherchés dans les aquifères du Sundgau.

Seuls 4 des 51 points de mesures investigués sont concernés par la présence de PFC (cf. carte 3), ce qui représente une fréquence de quantification de 7,8%. Ils sont dispersés sur l'ensemble du secteur géographique (en limite occidentale sud et nord, en limite orientale au sud de Mulhouse et en amont du bassin versant du cours d'eau du Thalbach). La somme des concentrations par point montre que 2 des points de mesures sont situés dans l'intervalle de concentration

de 0,01 µg/L à 0,1 µg/L mais les valeurs sont plus proches de 0,01 µg/L.

Les 3 PFC identifiés lors de la campagne de mesures sont : PFOA, PFHxA et SUL PFOS. Les 2 premiers PFC sont quantifiés sur 2 points soit 3,9% des points des mesures.

Le graphique des fréquences de quantification par substances n'est pas exposé pour le Sundgau, (seuls 3 PFC sont quantifiés à très faible taux).

▲ Carte d'identité des composés perfluorés :

▲ Origine :

Les PFC sont utilisés dans une multitude d'applications industrielles et domestiques. Ils sont massivement employés dans de nombreux produits et matières pour leurs propriétés hydrofuges, oléofuge, anti-salissantes, ignifugeantes et imperméabilisantes. A titre d'exemple, les PFC sont appliqués sur les textiles, emballages, moquettes, papiers, mobiliers, ustensiles de cuisines, mousses anti-incendie, produits de nettoyage, revêtements métallique (galvanoplastie), etc. Parmi les PFC, le PFOA et le PFOS sont les composés les plus étudiés et les plus réglementés car ils ont été largement utilisés par le passé. Le PFOA est produit depuis les années 40.

▲ Sources d'émission :

Les rejets dans l'environnement sont majoritairement diffus avec de nombreuses voies potentielles de pénétration via les rejets d'eaux usées (traités et non-traités), l'épandage de boues d'épuration, la lixiviation des décharges d'ordures, les pertes atmosphériques (combustion), les pertes par lessivages (mousse anti-incendie), etc.

▲ Propriétés et comportements dans l'environnement :

Grâce à l'importante force de liaison des atomes qui les constituent, les PFC sont très résistants à la dégradation biotique et abiotique, ce qui en fait des molécules

très persistantes (demi-vie importante), bioaccumulable et amphiphile (à la fois hydrophobe et hydrophile).

▲ Statut réglementaire / Valeurs seuils :

Il n'existe actuellement aucune approche législative régissant l'ensemble des PFC. Le PFOS, initialement inscrit dans la liste des substances avec restrictions d'usage du règlement REACH est aujourd'hui soumis à la réglementation des « Polluants Organiques Persistants » (Convention de Stockholm de 2009). Le PFOA est depuis 2017 soumis à des restrictions dans le cadre de REACH. Le PFHxS, très utilisé a également été ajouté à la liste des substances candidates de REACH en 2017.

Sans valeur seuil réglementaire, les PFC ne font pas l'objet de suivi dans les Eaux Destinées à la Consommation Humaine (EDCH) en France. Néanmoins, dans son avis du 21 décembre 2017 n° 2015-SA-0105, l'ANSES a recommandé des valeurs sanitaires maximales pour l'eau potable pour 8 PFC. Ces recommandations pourraient être prises en compte dans le cadre de la révision de la Directive européenne 98/83/CE relative à la qualité de l'eau potable. Par ailleurs, la Commission européenne propose d'appliquer le principe de précaution comme pour les pesticides dans la Directive 98/83/CE en prenant en référence la valeur de 0,1 µg/L par PFC.

▲ Impact environnemental :

Compte tenu de leurs propriétés chimiques, de la multiplicité des voies de contamination et du large usage des PFC, ces substances impactent la plupart des écosystèmes aquatiques ainsi que la chaîne alimentaire. Il en résulte une présence disséminée et durable des PFC dans l'environnement, y compris dans le compartiment des eaux souterraines. 6 PFC font l'objet d'une surveillance dans le cadre du suivi de l'état chimique des eaux souterraines (Directive Cadre sur l'Eau).

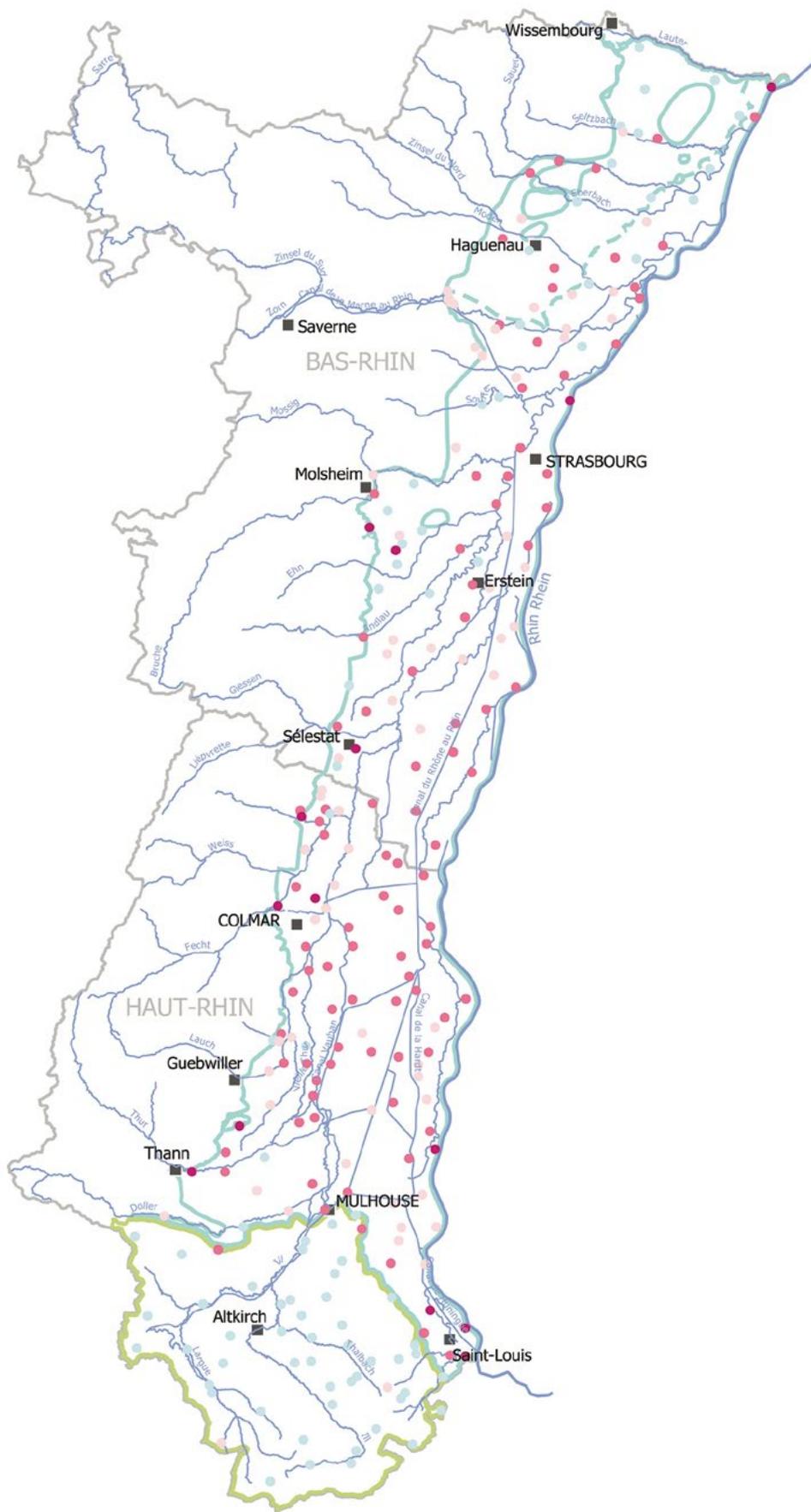
▲ Impact sanitaire :

Les PFC les plus étudiés tels que le PFOA et le PFOS sont des substances bioaccumulables, toxiques et reprotoxiques. Les deux substances sont suspectées d'être des perturbateurs endocriniens et cancérigènes. L'inhalation, l'ingestion et le contact cutané sont les voies de pénétration préférentielles dans l'organisme. Les organes sensibles sont : foie, thyroïde, sang, yeux et le système immunitaire.

Carte 3 :

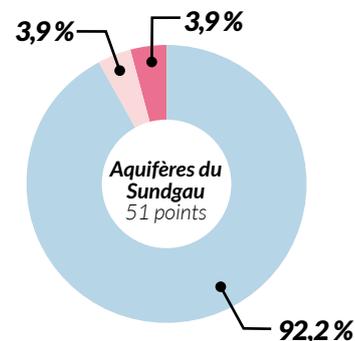
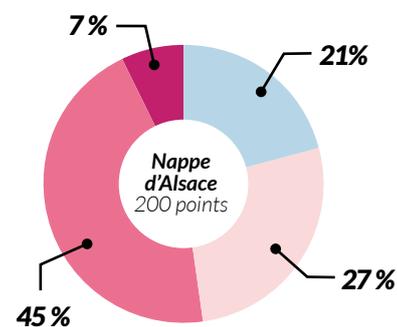
Composés perfluorés

28 substances recherchées (11 substances dans les aquifères du Sundgau)



Somme de concentrations en composés perfluorés (µg/L)

- < 0,001 (Limite de quantification minimale)
- [0,001 - 0,01]
- [0,01 - 0,1]
- [0,1 - 1]



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financiers :



Carte 4 :

▲ Risque sanitaire pour les PFC dissolvant de Leitwert (LW)

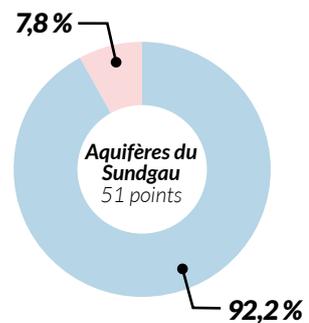
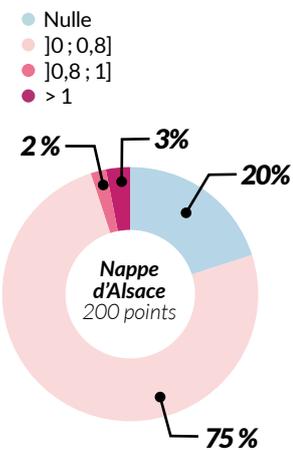
7 substances soumises à des seuils de Leitwert (LW) allemands (5 substances dans les aquifères du Sundgau)



Liste des PFC recherchés soumis à un LW :

- Acide perfluoro-n-butanoïque (PFBA)
- Acide perfluoro-n-hexanoïque (PFHxA)
- Acide perfluoro-n-nonanoïque (PFNA)
- Acide perfluoro-octanoïque (PFOA)
- Acide sulfonique de perfluorobutane (PFBS)
- Acide sulfonique de perfluorohexane (PFHxS)
- Sulfonate de perfluorooctane (SUL PFOS)

Somme des quotients pour les composés perfluorés



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financiers :



PLASTIFIANTS ET DÉTERGENTS

La pollution de l'eau par les microparticules de plastiques et détergents émergents fait l'objet d'une attention grandissante tant sur le plan environnemental que sanitaire. Parmi ces nouveaux polluants, nombreux sont ceux qui présentent un caractère perturbateur endocrinien suspecté ou avéré, voire cancérigène. Au regard de l'ensemble des plastifiants et détergents recherchés, la répartition territoriale des concentrations paraît plutôt homogène, bien que localement les teneurs soient plus importantes (partie Sud-occidentale du Sundgau, région de Thann-Mulhouse, secteurs autour de Strasbourg, zone de bordure de la nappe phréatique d'Alsace).

Dans le cadre des inventaires de la qualité des eaux souterraines du Fossé rhénan du Rhin supérieur, 5 composés avaient déjà été recherchés dans la nappe phréatique d'Alsace en 2009. En 2016, 25 substances de la famille des plastifiants et des détergents (24 pour les aquifères du Sundgau) ont pu être analysées.

Pour des raisons d'usages et d'applications, la famille des plastifiants et détergents est classée en 3 sous-familles:

- ▲ les phtalates (5 substances), le Bisphénol A (BPA) et le NBSS (nommée famille des « plastifiants »)
- ▲ alkyphenols (8 substances)
- ▲ les PBDE (9 substances).

▲ Analyse des résultats

Tableau 4 :
Chiffres clés et principaux résultats

	Nappe d'Alsace	Aquifères du Sundgau
Nombre de substances recherchées	25	24
Nombre de points analysés	Réseaux à 201 pts et 529 pts	Réseaux à 51 pts et 151 pts
Fréquences de quantification	Phtalates, BPA, NBBS : 16 % Alkyphenols : 17,4 % PBDE : 1 %	Phtalates, BPA, NBBS : 11 % Alkyphenols : 9,8 % PBDE : 2 %
Substance(s) la(es) plus quantifiée(s)	n-nonylphenols ramifiées (11,4 %), BPA (7,5 %), Ethyl hexyl phtalates (6,6 %)	BPA (11,8 %), 4-nonylphenols ramifiées (7,8 %), 4-tert-Octylphenol (2%)
Performances analytiques (limites de quantification (LQ))	LQ comparables entre la nappe phréatique d'Alsace et les aquifères du Sundgau	
Dépassements des valeurs seuils prises en référence	Aucune valeur seuil existante pour l'eau potable en France pour les 25 substances	

● Nappe phréatique d'Alsace

Parmi les 3 sous-familles de plastifiants et de détergents recherchées, les fréquences de quantifications (avec au moins une des substances retrouvée) sont les suivantes : alkyphenols à 17,4%, plastifiants à 16% et PBDE sur 1%.

Alkyphenols: La carte 5 présente la répartition spatiale des résultats (somme des concentrations) pour les 8 alkyphenols.

La présence des alkyphenols dans la nappe phréatique n'est pas homogène. Une zone plus remarquable est identifiée entre Thann et Sélestat, en bordure de nappe.

Dans le Bas-Rhin, cette répartition apparaît plus dispersée. Des contaminations sont observées dans la vallée du Seltzbach, cours d'eau connu pour être impacté par les ex-activités industrielles pétrolières (Pechelbronn). Les concentrations agrégées entre Thann et Colmar pourraient s'expliquer par la présence de nombreuses industries (vallée de la Thur, vallée de la Lauch), les alkyphenols étant très utilisés dans ce secteur d'activité.

La plus forte concentration (environ 1 µg/L) est relevée sur un point de mesures situé à Buhl dans la vallée du Seltzbach. 4 alkyphenols différents y ont été retrouvés. La majorité des concentrations se situent entre 0,01 et 0,05 µg/L.

NOTA BENE :

De nombreuses études rapportent que des difficultés analytiques (contamination des échantillons, faux positifs) peuvent être rencontrées pour certains plastifiants (phtalates et BPA notamment). Après vérifications, et malgré les précautions prises pour la mesure de ces paramètres et les contrôles réalisés, la fiabilité des résultats obtenus pour le DEHP n'a pas pu être confirmée. Ses résultats n'ont pas été restitués dans ce rapport d'analyses.

Il convient également de rester prudent sur l'interprétation des résultats pour tous les plastifiants.

Plastifiants : La carte 6 présente la répartition spatiale des résultats (somme des concentrations) pour les 7 plastifiants. La répartition territoriale est assez homogène, quoique des secteurs peuvent localement se distinguer. Au sud, un périmètre approximativement cadré par les villes de Thann, Guebwiller et Mulhouse présente une densité importante de points de mesures contaminés. Les phtalates et le NBBS y sont très représentés. Une zone de contamination, relativement diffuse, est aussi observée dans le Bas-Rhin, du sud d'Erstein à Strasbourg. Un groupe de 4 points de mesures avec des teneurs comprises entre 1 et 10 µg/L (fourchette haute des concentrations identifiées au cours de la campagne), est identifié sur le périmètre sud de la ville de Strasbourg. Plus au nord, les eaux souterraines des bassins versants de la Moder et du Seltzbach semblent également impactés. Le plus souvent, les phtalates sont retrouvés de façon assez dispersée bien que certains secteurs présentent des agrégats de points contaminés.

On relève une association fréquente du n-Butyl Phtalate (nBP) et du Diisobutyl phthalate (DIBP). La présence du BPA est plus marquée en zone de bordure qu'en centre plaine. Les teneurs en NBBS sont quant à elles retrouvées dans le secteur de Thann-Mulhouse, de Strasbourg et de Haguenau. Des concentrations de NBBS supérieures à 100 µg/L ont été mesurées sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg (113 µg/L) et de Colmar (109 µg/L). Les fortes teneurs en

NBBS sont pour la plupart mesurées en zones urbaines à proximité de voiries ou de zones industrielles. La présence d'au moins 2 substances parmi les 7 plastifiants considérés a été retrouvée sur 5% des points de mesures, soit 28 points. Près de la moitié des teneurs se situent dans une gamme allant 0,1 µg/L à 1 µg/L.

Polybromodiphényléthers : La cartographie des PBDE n'est pas réalisée du fait de leur faible niveau d'occurrence (1%). La très faible solubilité des PBDE dans l'eau et leur quasi disparition des marchés européens pourrait expliquer ce constat au niveau des eaux souterraines. Le graphique n° 2 présente les fréquences de quantifications pour les plastifiants et les détergents ayant été quantifiés au moins 1 fois.

13 des 25 substances ont été retrouvées. Le 4-nonylphénols ramifiés (alkylphénols), le BPA et l'ethyl hexyl phtalate sont les 3 substances les plus retrouvées (fréquences de quantification supérieures à 5%).

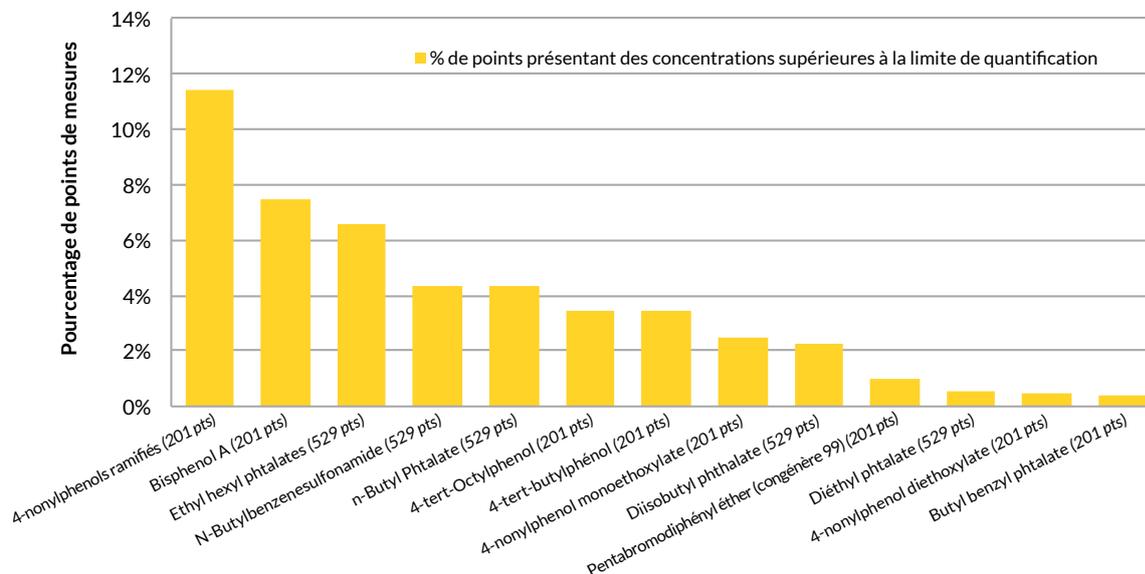
Le BPA est quantifié sur 7,5% des points de mesures. Hormis le NBBS, le Butyl Benzyl Phtalate (BBP) est la substance avec la concentration maximale de 21 µg/L relevée en aval de Mulhouse.

Graphique 2 :

Nappe phréatique d'Alsace

Fréquences de quantification pour les 25 plastifiants et détergents (phtalates, BPA, NBBS, alkylphénols, PBDE) - (201 et 529 points de mesures)

N.B. : les plastifiants et détergents non quantifiés (soit 11 substances) ne sont pas représentés sur ce graphique



• Aquifères du Sundgau

Dans les eaux souterraines sundgauviennes, la famille regroupant les plastifiants est la plus représentée avec une fréquence de quantification de 11%. Les alkylphénols sont retrouvés sur 9,8% des points de mesures et les PBDE sur 2%.

Si les 5 points de mesures sur 51 points au total où sont quantifiés des alkylphénols sont dispersés d'après la carte 5, les quantifications pour les plastifiants sont plus rassemblées (cf. carte 6). D'une part, sur une zone située en bordure sud-ouest du Sundgau en tête des bassins versants de la Largue et de l'Ill, où on retrouve les concentrations les plus fortes.

Les substances quantifiées sont principalement des phtalates.

D'autre part, le long d'un axe Nord-Ouest / Sud-Est traversant le Sundgau par Altkirch. Les points de mesures en question sont principalement contaminés par du BPA. 3 des 5 points contaminés par les alkylphénols se situent sur cet axe.

La présence de PDBE est avérée sur 1 seul point dans le Sundgau (amont de Mulhouse).

La présence concomitante d'au moins 2 plastifiants et/ou détergents est retrouvée sur 6 points de mesures.

La situation dichotomique constatée entre le Sud-Ouest et le Nord-Est du Sundgau nécessiterait une étude plus localisée et approfondie pour être expliquée. Tout en restant prudent sur cette observation, la répartition des concentrations semble être liée au contexte géologique puisque les substances sont majoritairement retrouvées au niveau des nappes contenues dans les cailloutis du Sundgau et dans les calcaires karstiques, contrairement aux nappes de la molasse alsacienne.

Le graphique 3 présente les fréquences de quantification des substances. 8 des 24 plastifiants ont été retrouvés au moins 1 fois. Le BPA est le plastifiant le plus fréquent (11,8% des 51 points de mesures), suivi par le 4-nonylphénols ramifiés à 7,4%. Les autres substances sont quantifiées à un taux inférieur à 5%. Les substances les plus quantifiées sont globalement les mêmes qu'en nappe d'Alsace.

À noter :

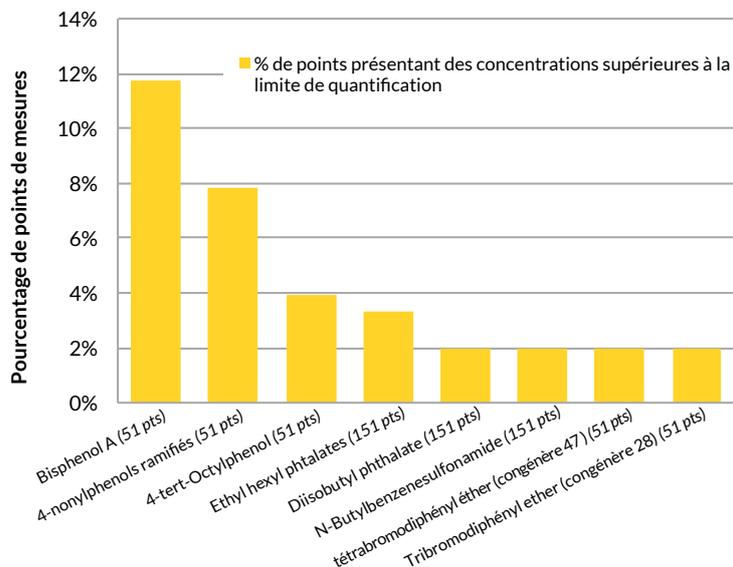
L'ethyl hexyl phtalate est la substance présentant la concentration la plus élevée avec 7,03 µg/L, y compris au regard de la somme des concentrations des 23 plastifiants et détergents. Ce point de mesures correspond à une source captée (fontaine) située au centre du village de Friesen.

Graphique 3 :

Aquifères du Sundgau

Fréquences de quantification pour les 24 composés plastifiants (phtalates, BPA, NBBS, alkylphénols, PBDE) - (51 et 151 points de mesures)

N.B. : les plastifiants et détergents (soit 15 substances) non quantifiés ne sont pas représentés sur ce graphique



▲ Carte d'identité des plastifiants et détergents :

▲ Origine :

- Les phtalates, les bisphénols (ici le bisphénol A, dit « BPA ») et le N-Butylbenzenesulfonamide (NBBS) constituent une famille de produits chimiques organiques entrant dans la composition d'un grand nombre de matières plastiques. D'autres applications sont également à signaler comme la fabrication de résines epoxy (boîtes de conserves) ou de révélateurs pour les « papiers thermiques » (tickets de caisse) en ce qui concerne le BPA, ainsi que la fabrication de fluides diélectriques, d'insecticides, de colles ou de cosmétiques pour les phtalates. Avec le BPA, le DEHP (di(2-éthylhexyl)phtalate) est le plastifiant (famille des phtalates) le plus répandu. A noter que le DEHP a été très utilisé pour les tuyaux PVC d'adduction en eau potable.

- Les alkylphénols sont des composés organiques de synthèse chimique particulièrement utilisés dans les détergents, les peintures, les dégraissants, les pesticides et les textiles.

- Les PolyBromoDiphénylEthers (PBDE) regroupent un grand nombre d'isomères différents utilisés dans de nombreuses matières de la vie courante en tant que retardateur de flamme. Les mousses polyuréthane, les fibres des tissus synthétiques, les plastiques (constituant les appareils électroniques) en contiennent.

▲ Sources d'émissions :

Du fait des usages très diversifiés et répandus de ces substances, les sources d'émissions sont multiples et diffuses : industries, rejets d'eaux usées urbaines (traités ou non-traités), eaux lessivées des voiries et des zones urbaines, dégradations des déchets plastiques, agriculture, etc. Il reste cependant très difficile d'appréhender avec précision l'origine de ces substances et d'en quantifier les flux.

▲ Propriétés et comportements dans l'environnement :

L'ensemble de ces plastifiants et détergents peuvent avoir des comportements très différents dans

l'environnement et dans la matrice eau. Leur solubilité est globalement faible dans l'eau ce qui en fait des molécules adsorbables (notamment sur les matières en suspension).

Le BPA est facilement biodégradable en milieu aérobie et peu persistant, ce qui n'est pas le cas des phtalates (DEHP) et des autres substances. Hormis, le BPA, ils sont moyennement à fortement bioaccumulables.

▲ Statut réglementaire / Valeurs seuils :

L'usage des phtalates présente de nombreuses restrictions et interdiction d'usages (les produits de puériculture et cosmétiques, les plastiques au contact des denrées et boissons alimentaires, et dans les produits de construction). Ces restrictions ou interdictions sont notamment cadrées par le règlement REACH, qui concerne également un certain nombre d'alkylphénols (nonylphénols notamment).

En France, le BPA est interdit dans tous les contenants alimentaires (dont biberons), y compris les bouteilles d'eau depuis 2015 (suite à loi n° 2012-1442 du 24 décembre 2012). Des substances comme le BPA, le DEHP et les nonylphénols sont par ailleurs désignées comme substances préoccupantes au titre de la DCE. A ce titre, elles sont recherchées dans le cadre du suivi réglementaire de l'état chimique des eaux souterraines réalisé par les agences de l'eau. A noter qu'en application de la DCE, des contrôles additionnels sur le DEHP et les nonylphénols sont réalisés sur les captages d'eaux superficielles supérieures à 100 m³/h.

Certains plastifiants ou détergents (BPA, DEHP, PBDE) font également l'objet d'un suivi dans le cadre de la surveillance des rejets de substances dangereuses dans l'eau (RSDE), dans les rejets des installations classées pour l'environnement (ICPE) et aval des stations d'épurations des eaux usées urbaines.

Enfin, en raison de fortes restrictions d'usage en France et en Europe, les PBDE ne se retrouvent quasiment plus sur le marché. La DCE classe 4 PBDE comme substances dangereuses prioritaires (tétraBDE, pentaBDE, hexaBDE, heptaBDE). Le pentaBDE est classé comme Polluants Organiques Persistants (POP).

▲ Impact environnemental :

La présence de microplastiques (y compris des détergents) apparaît comme une problématique grandissante mais leurs impacts sur l'environnement sont à ce jour peu explorés. Ils sont potentiellement ingérés par les organismes vivants et peuvent adsorber d'autres micropolluants.

Les caractères (avérés ou suspectés) toxique, reprotoxique et perturbateur endocrinien de certains composés constituent une menace écologique pour les milieux aquatiques exposés.

▲ Impact sanitaire :

Tous les plastifiants et détergents sont toxiques. La plupart d'entre eux sont des perturbateurs endocriniens avérés et peuvent notamment perturber la reproduction. Le BPA et le DEHP (phtalates) ont des effets toxiques avérés pour la santé humaine et sont des cancérigènes suspectés. Pour ces deux substances répandues, l'ingestion est la voie première de pénétration dans le corps. Les organes et fonctions biologiques cibles sont nombreux. À noter que les eaux destinées à la consommation humaine (hors eau conditionnée en bouteille) ne sont pas le vecteur principal de contamination. A titre d'exemple, pour le BPA, une étude menée par l'ANSES en 2013 (avis n° «2009-SA-0331» et «2010-SA-0197») indique que les eaux du robinet ne sont pas un contributeur majeur d'exposition. L'OMS (2011) confirme également cette conclusion.

Carte 5 :

▲ **Alkylphénols**

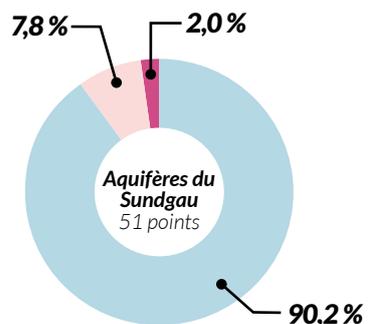
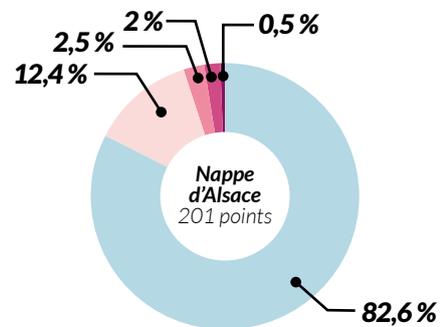
8 alkylphénols recherchés

Liste des substances recherchées :

- 4-nonylphénols ramifiés
- 4-tert-Octylphénol
- 4-tert-butylphénol
- 4-nonylphénol monoéthoxylate (mélange d'isomères)
- 4-nonylphénol diéthoxylate (mélange d'isomères)
- 4-n-nonylphénol
- 4-(1,1,3,3-tetraméthylbutyl)phénol monoéthoxylate
- 4-(1,1,3,3-tetraméthylbutyl)phénol diéthoxylate

Somme des concentrations en alkylphénols (µg/L)

- <0,01 (limite de quantification minimale)
- [0,01 - 0,05]
-]0,05 - 0,1]
-]0,1 - 0,5]
- > 0,5



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financiers :



Carte 6 :

▲ **Plastifiants**

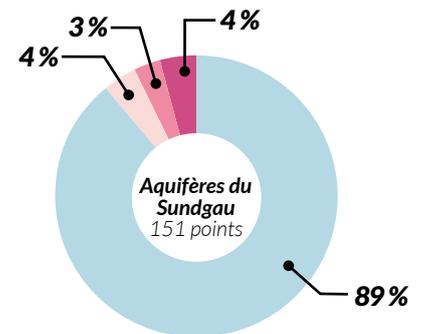
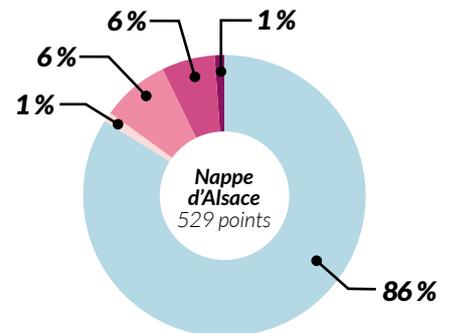
7 substances :
5 phtalates + Bisphénol A + NBBS

Liste des substances recherchées :

- Butyl benzyl phtalate
- Diéthyl phtalate
- Diisobutyl phtalate (DIBP)
- Ethyl hexyl phtalates
- n-Butyl Phtalate
- Bisphénol A
- NBBS

Somme des concentrations en plastifiants (µg/L)

- <0,02 (limite de quantification minimale)
- [0,02 - 0,1]
-]0,1 - 1]
-]1 - 10]
- > 10



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



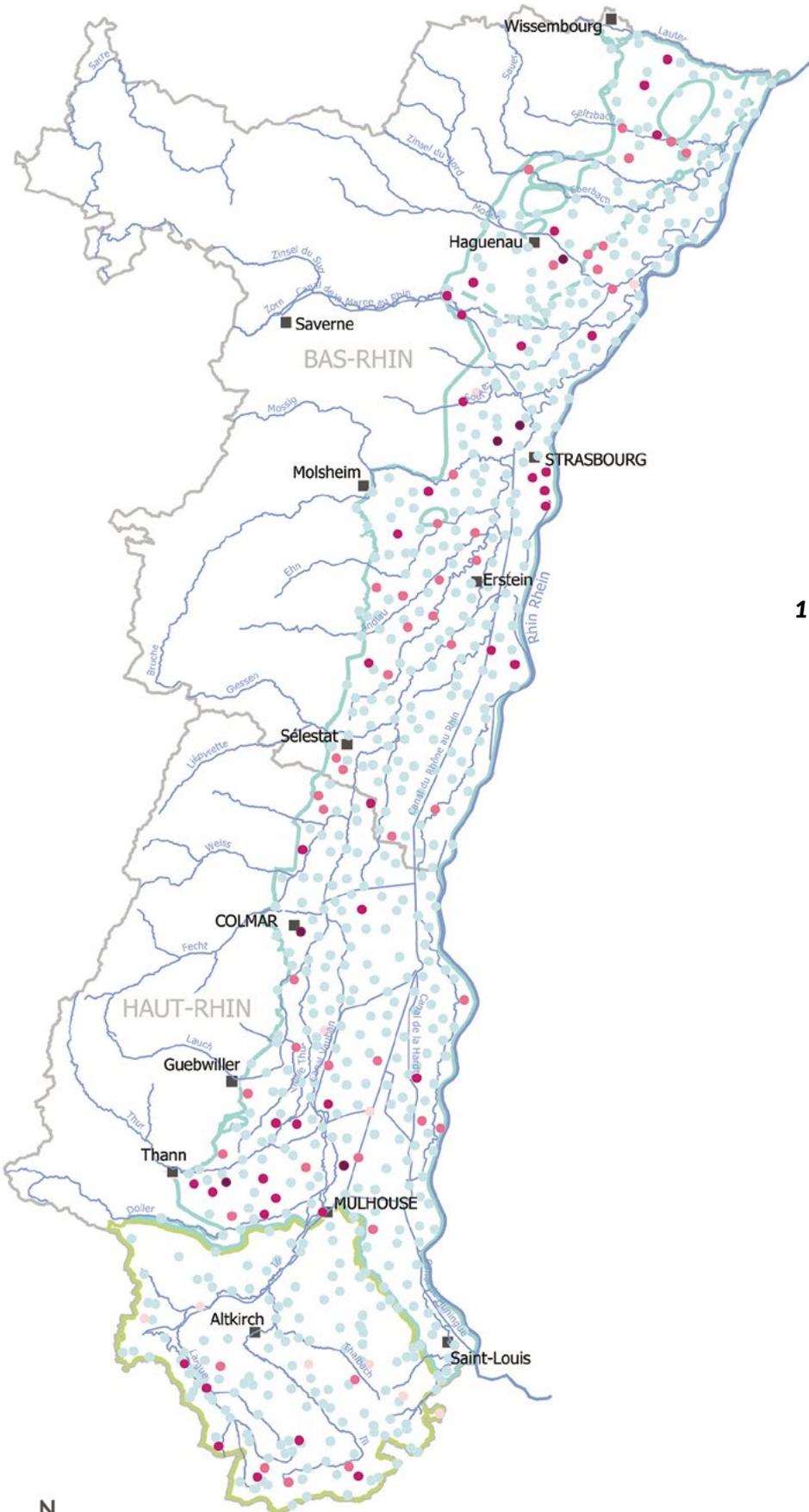
Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financeurs :



SUBSTANCES PHARMACEUTIQUES

La question des risques sanitaires liés à la présence de substances médicamenteuses dans les eaux naturelles interroge particulièrement l'opinion publique, la communauté scientifique et les autorités publiques. Retrouvées sur près de 40% des points de mesures de la nappe phréatique d'Alsace, les substances pharmaceutiques sont bien présentes dans les eaux souterraines. Le secteur situé entre Colmar et Mulhouse et la région de Strasbourg sont les plus impactés. Globalement, les concentrations rencontrées sont à l'état de traces (inférieures au microgramme) soit faibles comparées aux doses thérapeutiques.

Plus de 35 substances ont été recherchées. Il s'agit de molécules générant un effet thérapeutique chez l'organisme traité (humain exclusivement) ou utilisées dans le cadre d'analyses médicales (ex : produits de contraste). Les principales substances retrouvées appartiennent à la famille des antiépileptiques, antihypertenseurs et antibiotiques. Les connaissances sur leurs impacts environnementaux et sur les mécanismes de transfert depuis les eaux superficielles vers les eaux souterraines sont encore partielles.

Les résultats pour les substances pharmaceutiques ont déjà fait l'objet d'une analyse dans le cadre du projet ERMES-Rhin 2016. La liste transfrontalière était composée de 26 molécules. 10 substances supplémentaires complètent la liste pour les données alsaciennes.

Tableau 5 :

Liste des substances recherchées et de leurs effets thérapeutiques

(1) Substances non recherchées dans les aquifères du Sundgau
(2) Substances non exploitées dans ERMES-Rhin

▲ Analyse des résultats

Rappel : du fait de l'absence de valeurs sanitaires réglementaires en France applicables au contrôle des EDCH, les résultats sont comparés à des valeurs sanitaires allemandes que sont les GOW.

Au total, 36 substances ont été recherchées en nappe phréatique d'Alsace et 29 dans les aquifères du Sundgau.

Effet thérapeutique	Substance pharmaceutique	Molécule mère
agent de contraste	Acide pentétique (DTPA) (1) - Iopamidol (1)- Iopromide- Acid diatrizoic	/
analgésique / anti-inflammatoire	Tramadol (2) - Acide acetylsalicylique (2) - Paracetamol - 1-Hydroxy Ibuprofen (2), 2-Hydroxy Ibuprofen (2) - Carboxyibuprofen (2) - Diclofenac - Ibuprofene - Ketoprofene - Naproxene	Ibuprofene
antibiotique	Ciprofloxacine (2) - Clarithromycine - Erythromycine - Ofloxacine Sulfamethoxazole - Trimethoprim	/
antidiabétique	Metformine	
antiépileptique / antidépresseur	10,11-dihydro-10,11-dihydroxy-carbamazépine (1) - Carbamazépine Carbamazépine epoxide (=Epoxy-carbamazépine) - Lamotrigine (1)	Carbamazépine Carbamazépine
antihypertenseur / diurétique (traitement cardiovasculaire)	Candésartan (1)(2) - Valsartan (1)(2) Hydrochlorothiazide	/
antipsychotique	Oxazepam (2)	/
bêta-bloquant	Atenolol - Atenolol acide (1) - Metoprolol - Propranolol (2)	/
hypolipémiant (normalisation des lipides sanguins)	Acide clofibrigue - Acide fenofibrigue - Bezafibrate	Clofibrate, Fenofibrate

Tableau 6 :
**Chiffres clés et
principaux résultats**

	Nappe d'Alsace	Aquifères du Sundgau
Nombre de substances recherchées	36	29
Nombre de points analysés	201	51
Fréquences de quantification	38,3%	9,8 %
Substance(s) la(es) plus quantifiée(s)	carbamazépine (32%), candésartan (12%), sulfaméthoxazole (11%)	tramadol (5,8%), hydrochlorothiazide (5,8%), carbamazépine (3,9%)
Performances analytiques (limites de quantification (LQ))	LQ comparables entre la nappe phréatique d'Alsace et les aquifères du Sundgau	
Dépassements des valeurs seuils prises en référence	3 résultats > GOW pour Metformine	

● Nappe phréatique d'Alsace

Les substances pharmaceutiques ont été quantifiées sur près de 40% des points du réseau de mesures. La substance majoritairement retrouvée est la carbamazépine (antiépileptique/antidépresseur) quantifiée sur 31,8 % des points, suivie du candésartan (antihypertenseur) et du sulfaméthoxazole (antibiotique), quantifiés tous deux sur un peu plus de 10% des points.

De manière plus générale, la répartition des teneurs en substances pharmaceutiques dans la nappe phréatique est assez hétérogène (cf. carte 7). Deux secteurs se distinguent toutefois : la région de Strasbourg et la plaine haut-rhinoise entre Colmar et Mulhouse. Le nord du Pliocène, le secteur de plaine au nord de Sélestat et la bordure ouest de l'aquifère semblent relativement préservés.

La carbamazépine est la substance la plus quantifiée (31,8%)

La carbamazépine, molécule très persistante (temps de demi-vie proche d'un an) est présente à de faibles concentrations mais dans une zone bien identifiée entre Colmar et Mulhouse. La contamination observée dans ce secteur, pourtant peu urbanisé, pourrait être liée à des phénomènes de transfert d'eaux de surface contaminées vers les eaux souterraines. En effet, le fonctionnement hydrodynamique du secteur se caractérise par d'importants échanges, des cours d'eau vers la nappe phréatique (d'après données du modèle LOGAR). Dans une moindre mesure, la présence de carbamazépine est observée dans la région de Strasbourg. Le candésartan et le sulfaméthoxazole sont retrouvés dans les mêmes zones que la carbamazépine.

Au regard des concentrations retrouvées dans les eaux superficielles (données SIERM de l'AeRM) des cours d'eau alsaciens au droit de la nappe, on retrouve des concentrations de carbamazépine importantes dans les secteurs où elle a également été quantifiée en eaux souterraines, et notamment dans les secteurs d'échanges nappe-rivière, tels que le secteur Colmar-Mulhouse.

Concernant les résultats ponctuels les plus remarquables, la concentration maximale de 4,26 µg/L est relevée dans le bassin versant de l'Ehn au sud-ouest de Strasbourg. Cette teneur est attribuée à une seule substance : la metformine (antidiabétique). Ce point est pourtant situé en contexte agricole et éloigné des cours d'eau.

Seuls 3,5 % des points dépassent la valeur comparative de 0,1 µg/L (valeur de précaution et en comparaison au seuil qui s'applique aux pesticides).

En matière de diversité de substances, deux points se distinguent en particulier. A Régisheim (Nord de Mulhouse) la présence simultanée de 8 substances pharmaceutiques a

été mesurée. Le point est situé à moins de 100 m de l'III et à environ 1 km en aval du rejet (dans l'III) de la STEU d'Ensisheim qui a une capacité de 16 500 équivalent-habitant. Le second point est à Hindisheim au sud-est de Strasbourg et est implanté au bord du cours d'eau de l'Andlau. A quelques kilomètres en amont, la STEU de Valff-Zellwiller y rejette ses eaux usées épurées. 7 substances différentes ont été retrouvées sur ces points. Plus généralement, en terme de diversité et donc de risques vis-à-vis d'un potentiel effet cocktail, au moins 2 substances ont été retrouvées sur 37 des 82 points présentant des teneurs en médicaments, soit près de la moitié.

Selon l'approche par substance (cf. graphique 4), 18 des 36 substances ont été quantifiées au moins une fois. Parmi ces 18 substances quantifiées, 8 disposent d'une GOW et seule la metformine la dépasse. Globalement, les concentrations sont faibles et se situent entre 0,005 et 0,34 µg/L, à l'exception de la metformine.

Très peu quantifiée du fait de sa LQ élevée (1 µg/L), la metformine présente des concentrations supérieures à 1 µg/L sur 3 points. Le point situé à Wettolsheim pourrait être lié à l'influence directe de la STEU et des échanges nappe/rivières. Pour ce qui est des deux autres points, la contamination est probablement issue des eaux superficielles réceptionnant des fuites de canalisation ou les émissions d'une décharge (sauvage) d'ordures ménagères.

À noter :

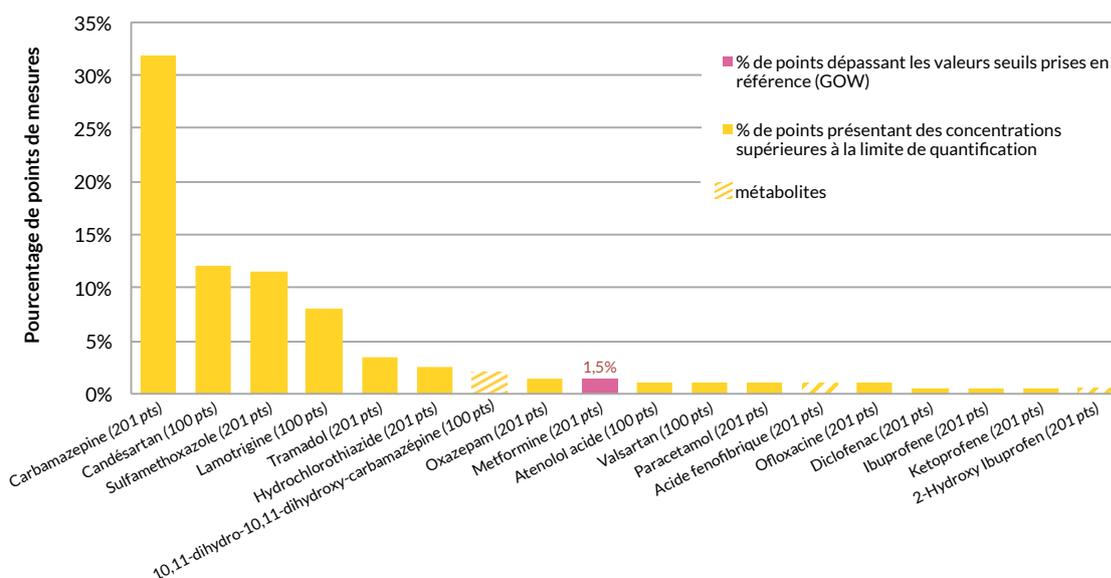
En comparaison du diagnostic réalisé à l'échelle transfrontalière en 2018 (projet ERMES-Rhin), la prise en compte de 11 substances supplémentaires induit une légère augmentation de la fréquence de quantification générale, qui passe de 37,3% à 38,3%. En Alsace, 13 des 26 substances recherchées dans le cadre du projet ERMES-Rhin avaient été détectées. Dans cette nouvelle analyse, 5 des 11 substances supplémentaires ont été retrouvées (candésartan, tramadol, oxazepam, valsartan et 2-hydroxy ibuprofen).

Graphique 4 :

Nappe phréatique d'Alsace

Fréquence de quantification et de dépassements des valeurs seuils prises en référence (GOW) pour les 36 substances pharmaceutiques recherchées en 2016 (100 et 201 points de mesures)

NB : les 18 substances non quantifiées ne sont pas représentées sur ce graphique



● Les aquifères du Sundgau

Les substances pharmaceutiques ont été largement moins quantifiées qu'en nappe phréatique d'Alsace, avec seulement 10% de points de mesures impactés sur les 51 échantillons (cf. carte 7). Parmi les 36 substances, 29 ont été recherchées dans les aquifères du Sundgau, qui ne bénéficiait pas du même programme analytique que la nappe phréatique d'Alsace.

Le graphique 5 présente les fréquences de quantification par substances pour les aquifères du Sundgau. Les substances les plus retrouvées sont le tramadol (anti-inflammatoire) et l'hydrochlorothiazide (traitement de l'hypertension artérielle) avec des taux de quantifications équivalents de 6%. La carbamazépine n'est identifiée que sur 2 points de mesures, ce qui représente 3,9% des points. Ces 2 points se situent à proximité de l'III et à l'extrême ouest du Sundgau. Sur 29 substances analysées, seules 7 substances sont détectées au moins une fois.

Le point de mesures affichant la plus forte teneur (proche d'atteindre 0,1 µg/L) se situe à l'ouest du Sundgau, sur la commune de Montreux-Jeune. Le cocktail maximal (5 substances) y est d'ailleurs retrouvé. Il s'agit d'un forage

d'alimentation en eau potable captant la nappe des cailloutis du Sundgau. Ce forage se situe à quelques centaines de mètres du canal du Rhône au Rhin.

Globalement, les substances pharmaceutiques ont été peu retrouvées dans les aquifères du Sundgau, et semblent localisées dans quelques secteurs d'échanges avec les eaux superficielles (III et canal du Rhône au Rhin).

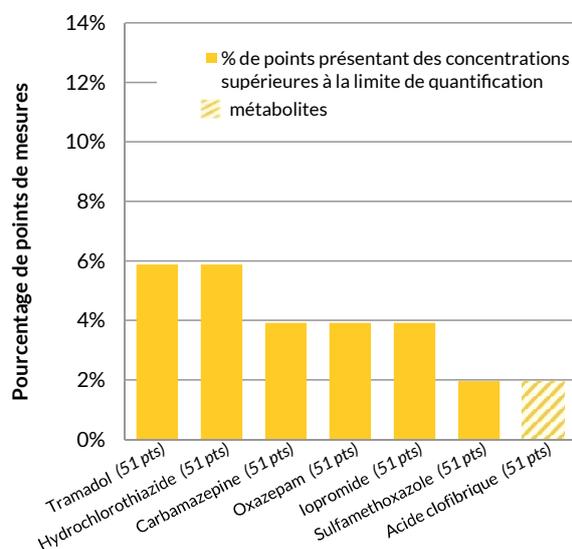
Aucune des substances quantifiées ne dépasse sa GOW respective, ni la valeur comparative de 0.1 µg/L (valeur de précaution et en comparaison au seuil qui s'applique aux pesticides).

Graphique 5 :

Aquifères du Sundgau

Fréquences de quantification et de dépassements des valeurs seuils prises en référence (GOW) pour les 29 substances pharmaceutiques recherchées en 2016 (51 points de mesures)

NB : seules les 7 substances pharmaceutiques quantifiées au moins une fois sont représentées sur ce graphique



▲ Carte d'identité des substances pharmaceutiques :

▲ Origine :

Les substances actives de produits pharmaceutiques recherchées sont destinées à un usage thérapeutique humain et sont très répandues. Plus de 3000 principes actifs sont commercialisés en France pour l'homme, sans compter les usages vétérinaires. Après ingestion, ces molécules (ou leur métabolites) sont rejetées via les urines et les fèces.

▲ Sources d'émissions :

Les médicaments consommés par la population se retrouvent dans les eaux usées domestiques (ménages et hôpitaux). Dans les stations d'épuration d'eaux usées, leur élimination est partielle et très variable. Rejetées avec les eaux usées traitées, elles passent alors dans les eaux de surface et peuvent ainsi s'infiltrer dans les eaux souterraines. Les autres sources potentielles d'émissions sont : les décharges d'ordures ménagères, les fuites de réseaux d'eaux usées, et bien qu'elles soient soumises au respect de bonnes pratiques de fabrication et se doivent de traiter leurs eaux usées, les industries pharmaceutiques (contamination ponctuelle).

▲ Propriétés et comportements dans l'environnement :

Les propriétés des substances médicamenteuses varient d'une molécule à l'autre mais certaines comme la carbamazépine sont très persistantes dans l'eau et sont assez solubles. La

présence et le comportement de ces molécules dans le milieu aquatique est encore à l'étude. (cf. substance trace ou indicatrice de l'influence anthropique, notamment couplée à l'acésulfame).

▲ Statut réglementaire / Valeurs seuils :

En France, la plupart des substances pharmaceutiques sont délivrées uniquement par prescription médicale. En revanche, pour les eaux destinées à la consommation humaine il n'existe actuellement aucune approche législative nationale ou européenne relative à la présence de substances médicamenteuses.

L'Office fédérale de l'environnement allemand (Umweltbundesamt) fixe des valeurs guides à orientation sanitaire (GOW) pour certaines molécules. Ces GOW supposent que la consommation durant toute une vie d'une eau de boisson respectant ces seuils n'induit pas de risque pour la santé. Ces conclusions se fondent cependant sur des données toxicologiques partielles et encore incertaines.

▲ Impact environnemental :

Les résultats, issus des études fondées sur des tests « standards », concluaient qu'aux niveaux de contamination mesurés, les risques de toxicité de la grande majorité des molécules pour les organismes aquatiques sont négligeables (excepté pour les hormones 17 alpha-éthinyloestradiol et 17 bêta-oestradiol qui sont inscrits sur la « watch list » de la DCE et font l'objet d'une surveillance particulière. Le diclofénac figure aussi dans cette « watch list »). Néanmoins, des travaux moins nombreux s'intéressent aux effets tirés

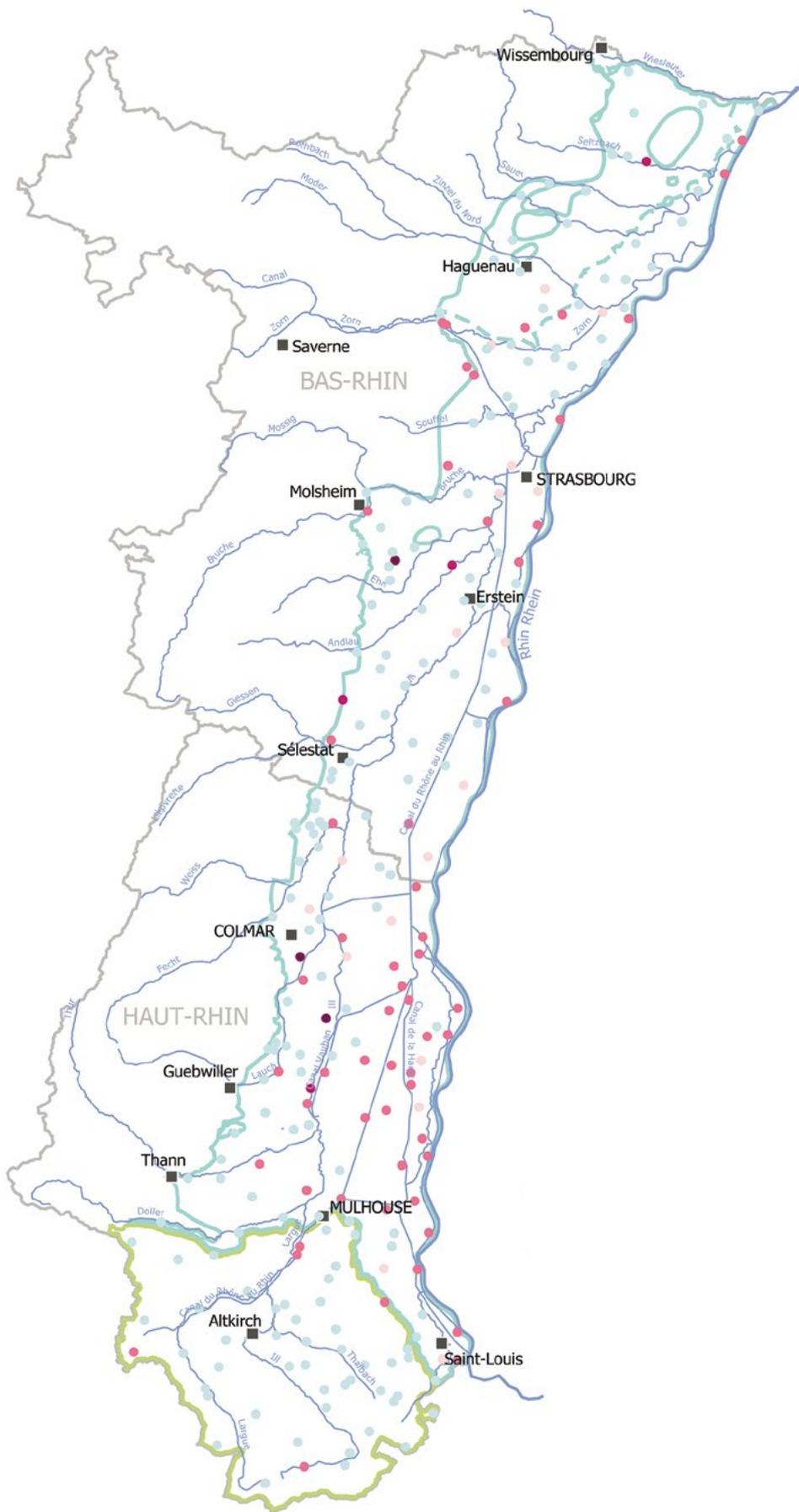
de tests « non standards » : certaines substances auraient des impacts aux niveaux moléculaires et de l'individu, pouvant entraîner des modifications des comportements concernant l'action de se nourrir ou de protéger le nid par exemple. Les tests normalisés actuels seraient donc inadaptés aux substances pharmaceutiques d'autant que ceux-ci ne considèrent pas les effets synergiques.

▲ Impact sanitaire :

Chez l'humain, certaines substances pharmaceutiques ont un effet perturbateur endocrinien, affectant les fonctions reproductives, ou peuvent être à l'origine d'antibiorésistance.

L'évaluation des risques sanitaires par l'ANSES (2013) liés à la présence de résidus de médicaments dans les EDCH jugeait le risque négligeable pour les deux médicaments étudiés : carbamazépine et danofloxacine. En effet, les concentrations susceptibles d'être retrouvées dans l'eau potable sont faibles comparé aux doses thérapeutiques et toxiques. Toutefois le manque de données de toxicité chronique et la nécessité de prendre en compte les effets éventuels des mélanges de substances à faible dose était souligné.





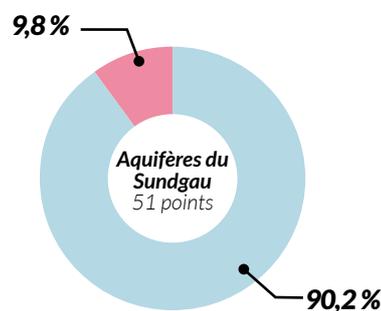
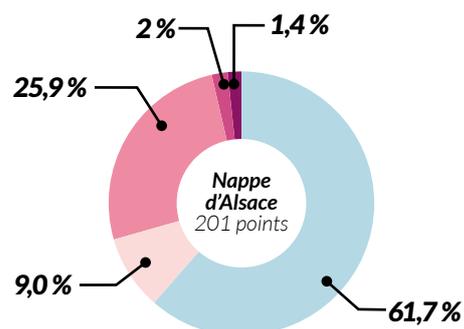
Carte 7 :

Substances pharmaceutiques

36 substances recherchées (29 substances dans les aquifères du Sundgau)

Somme des concentrations en substances pharmaceutiques (µg/L)

- <0,00051 (limite de quantification minimale)
- [0,005 - 0,01]
- [0,01 - 0,1]
- [0,1 - 1]
- > 1



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



0 10 20 km



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financeurs :



FOND EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL (FEDER)
EUROPEISCHER FOND FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG (EFRE)





ADJUVANTS ALIMENTAIRES

Avec une fréquence de quantification de 78%, les adjuvants alimentaires sont omniprésents dans la nappe phréatique d'Alsace, particulièrement dans les zones d'échanges avec les eaux superficielles. L'édulcorant acésulfame (E 950), contenu dans de nombreux produits alimentaires, est largement présent.

La liste d'adjuvants alimentaires recherchés dans les eaux souterraines alsaciennes comprend :

- ▲ **4 substances de la famille des édulcorants : acésulfame, cyclamate, sucralose, saccharine**
- ▲ **2 substances d'usage domestique : la caféine et la cotinine**

Ces 6 substances sont regroupées sous le terme d'« adjuvants alimentaires » selon une logique d'usage et d'exposition à l'organisme dans le cadre de leur consommation.

Ces substances n'avaient jusque-là jamais été recherchées au cours des inventaires de la qualité des eaux souterraines précédents.

▲ Analyse des résultats

Rappel : en raison de l'absence de valeurs seuils réglementaires, la cartographie des adjuvants alimentaires n'est pas réalisée en fonction de la somme des concentrations par point, mais selon une représentation de type « présence/absence ». Les résultats sont présentés en distinguant l'acésulfame des 5 autres adjuvants alimentaires, son occurrence étant largement supérieure aux autres.

**Tableau 7 :
Chiffres clés et
principaux résultats**

	Nappe d'Alsace	Aquifères du Sundgau
Nombre de substances recherchées	6	2 (caféine et cotinine)
Nombre de points analysés	Réseaux à 100 pts et 201 pts.	51 pts
Fréquences de quantification	78 %	8%
Substance(s) la(es) plus quantifiée(s)	Acésulfame (72%)	Caféine (7,8 %)
Performances analytiques (limites de quantification (LQ))	LQ comparables entre la nappe phréatique d'Alsace et les aquifères du Sundgau pour la caféine et la cotinine	
Dépassements des valeurs seuils prises en référence	Aucune valeur seuil existante pour l'eau potable en France pour ces adjuvants	

● Nappe phréatique d'Alsace

L'exploitation cartographique des résultats a été réalisée sur un réseau de 100 points de mesures où la totalité des adjuvants alimentaires a été analysée (cf. carte 8).

Avec une fréquence de quantification élevée de 78%, les adjuvants alimentaires sont des substances ubiquistes dans la nappe phréatique. Cette forte présence est notamment liée à l'acésulfame qui affiche un taux de quantification de 72%.

D'après la carte 8, seuls le piémont au sud de Molsheim et le Pliocène de Haguenau semblent moins impactés. Excepté le cas de l'acésulfame, les 5 autres substances ont une répartition géographique moins homogène. Elles sont notamment retrouvées aux environs de Guebwiller-Colmar, au nord/nord-est de Sélestat, au sud-ouest de Strasbourg et dans le Pliocène de Haguenau. Le sucralose et le cyclamate sont les deux adjuvants alimentaires les plus retrouvés sur ces zones.

La présence de ces composés dans la nappe phréatique dépend davantage des zones d'infiltration des cours d'eau vers la nappe phréatique que des points de rejets d'eaux usées traitées. D'ailleurs, on observe que le taux de quantification de l'acésulfame est plus élevé dans le Haut-Rhin (alimentation de la nappe par les cours d'eau) que dans le Bas-Rhin (où les échanges nappe-rivière sont plus équilibrés). Les taux de quantification sont respectivement de 82 et 65% dans le Haut-Rhin et dans le Bas-Rhin.

En considérant la valeur arbitraire de 0,1 µg/L, 25 des 100 points analysés présentent une somme des teneurs supérieure à ce seuil. La concentration maximale rencontrée est de 1,07 µg/L pour la somme des substances (teneurs en acésulfame proche de 1 µg/L) sur un point de mesures de la commune d'Eckwersheim, au Sud de Haguenau. Ce point est situé le long du Muelbach. Ce petit cours d'eau est récepteur d'un rejet de STEU à environ 400 m en amont du point de mesures.

Par ailleurs, la présence concomitante de 5 adjuvants alimentaires a été retrouvée sur un point à Buhl (Nord de Haguenau). Ce point est situé en zone urbaine à proximité directe du Seltzbach et du Seebach, recevant probablement des eaux usées traitées et/ou non-traitées (fuite de réseau).

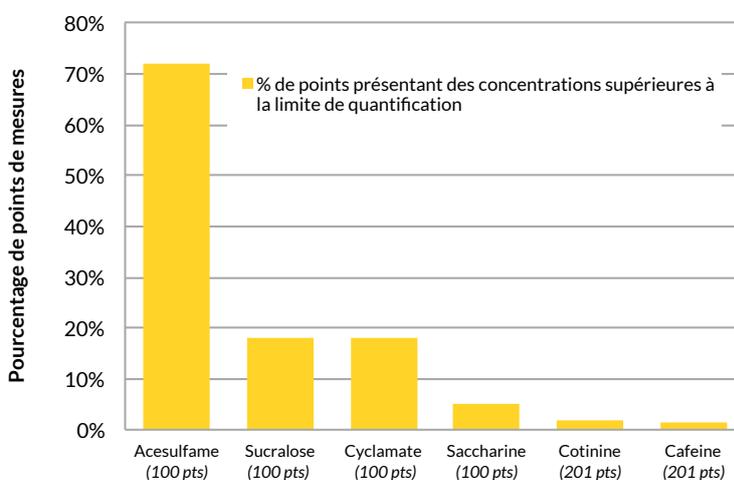
On peut noter d'après le graphique n°6, que toutes les substances ont été quantifiées, l'acésulfame en tête. La caféine est la substance la moins courante, sa présence n'étant relevée que sur 1,5% des points analysés. La sucralose et le cyclamate sont tout de même significativement retrouvés sur 18% des points.

Une analyse, réalisée dans le cadre du projet ERMES-Rhin, corrélant la concentration en édulcorants en fonction de la distance entre point de mesures et cours d'eau montrait que les concentrations augmentaient avec la proximité des cours d'eau. Les édulcorants constituent par conséquent de bons indicateurs de l'impact des eaux usées, via les eaux superficielles, sur les eaux souterraines.

Ces résultats, et particulièrement pour l'acésulfame, mettent en lumière un fort potentiel de transfert de ces substances des eaux de surface (réceptrices de rejets de STEU) vers les eaux souterraines et le fait qu'elles ne sont pas éliminées par les STEU.

Graphique 6 :

Nappe phréatique d'alsace
Fréquences de quantification
des 6 adjuvants alimentaires
recherchés
(100 et 201 points de mesures)



Dans les eaux souterraines

sundgaviennes,
les analyses ont été réduites
à 2 substances (caféine et
cotinine) sur un réseau de 51
points de mesures pour des
questions de coût analytique.

• Aquifères du Sundgau

La présence d'au moins une substance recherchée est avérée sur 4 des 51 points échantillonnés, représentant une fréquence de quantification de 7,8%. La caféine est retrouvée sur les 4 et la cotinine sur 2 des 4 points. La répartition de ces 4 points est relativement disséminée le long d'un axe Est-ouest passant par Altkirch.

Comparés aux résultats de la nappe phréatique d'Alsace, les taux de quantifications de la caféine et de la cotinine sont supérieurs dans les aquifères du Sundgau. A l'avenir, il serait intéressant de pouvoir rechercher la présence de l'acésulfame dans ce secteur.

Acésulfame (adjuvant alimentaire) et carbamazépine (substance pharmaceutique) : indicateurs d'eaux usées

L'acésulfame et la carbamazépine sont les substances les plus quantifiées de leurs familles respectives et ont les mêmes sources d'émissions vers l'environnement. Les travaux du projet ERMES-Rhin réalisés à l'échelle transfrontalière avaient mis en évidence une corrélation entre ces deux substances. A l'échelle alsacienne, ces substances ont été analysées sur 98 points communs. L'acésulfame y est plus quantifié (73%) que la carbamazépine (29%) mais il est intéressant de noter que sur 100% des points où la carbamazépine est identifiée, l'acésulfame est systématiquement présent. Cela confirme une origine commune de contamination et que ces substances en sont des indicatrices. La différence de quantification entre les deux molécules peut s'expliquer par une dégradation plus rapide et/ou une mobilité moindre de la carbamazépine ou encore par le fait que son usage soit moins répandu que l'édulcorant.

▲ Carte d'identité des adjuvants alimentaires :

▲ Origine :

- Les édulcorants que sont l'acésulfame (E950), le cyclamate (E952), le sucralose (E955) et la saccharine (E954) sont des produits de synthèse artificiels fréquemment employés comme additifs alimentaires en raison de leur pouvoir sucrant beaucoup plus élevé que le sucre traditionnel. N'apportant pas de calories, ils sont couramment utilisés dans les sodas sans sucres et les aliments transformés.

- La caféine est une substance d'origine naturelle notamment retrouvée dans de nombreuses boissons très populaires (café, thé, sodas et boissons énergisantes).

- La cotinine est un sous-produit de dégradation (métabolite) de la nicotine contenue dans le tabac.

▲ Sources d'émissions :

Les édulcorants, la caféine et la cotinine ne sont pas transformés par l'organisme. Ils sont éliminés tels quels via les urines et se retrouvent dans les eaux usées. Les STEU ne permettent pas leur élimination et ceux-ci sont rejetés dans l'environnement avec les eaux traitées. Ponctuellement, des fuites de canalisations d'eaux usées peuvent être source de contamination.

▲ Propriétés et comportement dans l'environnement :

Les édulcorants sont pour la plupart produits sous forme de sels de synthèses et sont des dérivés de produits chimiques organiques (hydrocarbures, organochlorés, etc.). L'acésulfame s'obtient à partir du sel de potassium du 6-méthyl-1,2,3-oxathiazin-4(3H)-one-2,2-dioxyde. Etant sous forme de sels, les édulcorants sont très solubles. Ce sont généralement des molécules résistantes à la dégradation. La caféine et la cotinine ont également de fortes propriétés hydrosolubles.

▲ Statut réglementaire / valeurs seuils :

Les 4 édulcorants faisant l'objet de ce chapitre ont un usage autorisé au sein de l'UE. La caféine et la cotinine ne font pas l'objet d'une réglementation particulière.

Les adjuvants alimentaires ne disposent pas de valeurs seuils réglementaires pour l'eau potable et ne sont pas suivis dans le cadre de la surveillance de l'état chimique des masses d'eau imposée par la DCE.

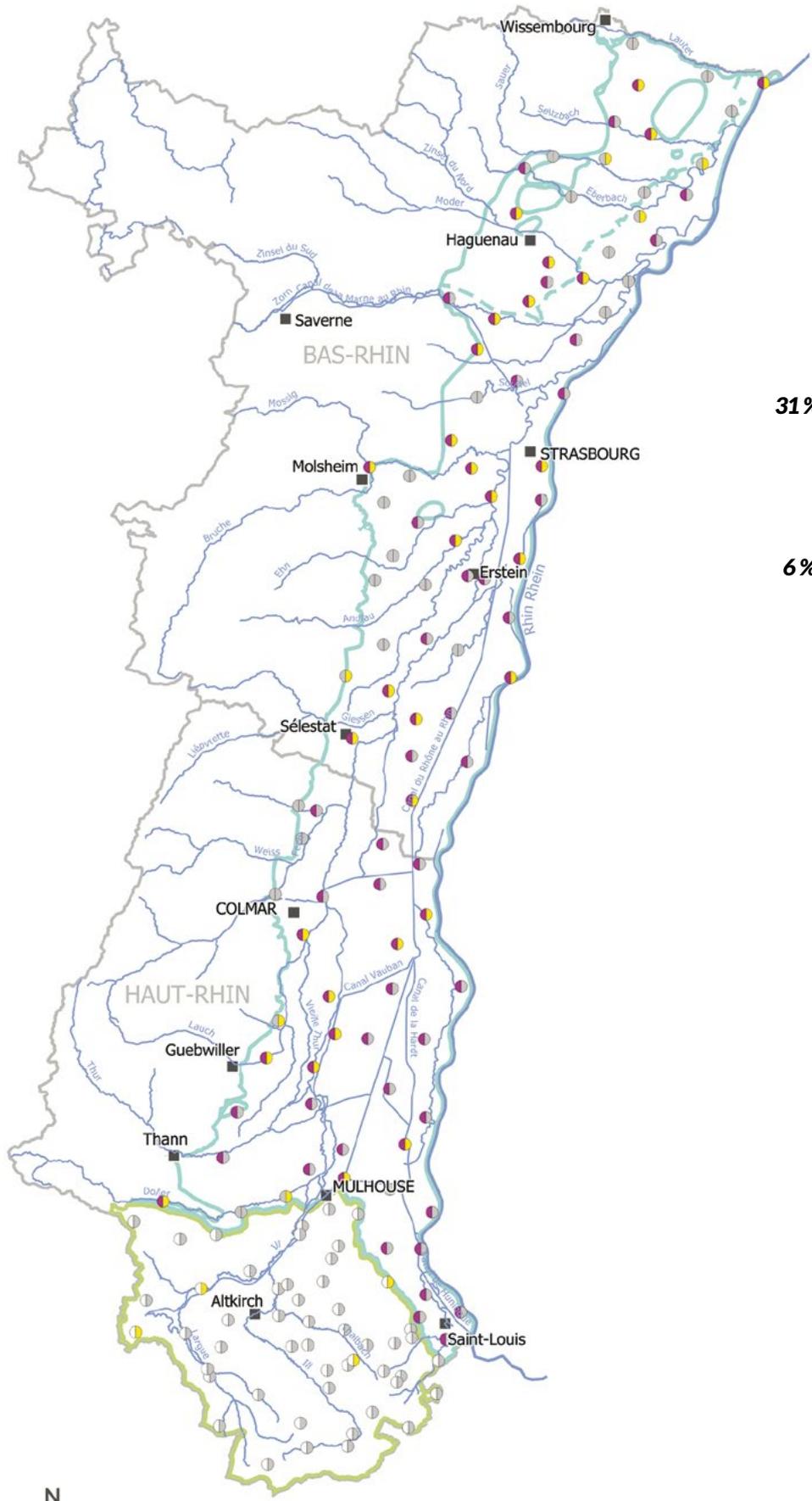
▲ Impact environnemental :

Pas de données

▲ Impact sanitaire :

La toxicité potentielle des édulcorants et la valeur scientifique des études toxicologiques sont très controversées. Des études démontrent que certains édulcorants ont un effet toxique sur le microbiote intestinal et pourraient être cancérigènes.





Carte 8 :

Adjuvants alimentaires

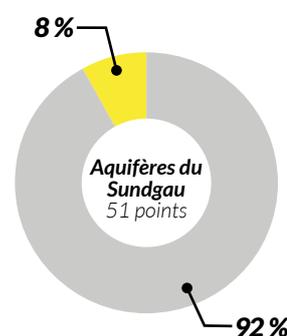
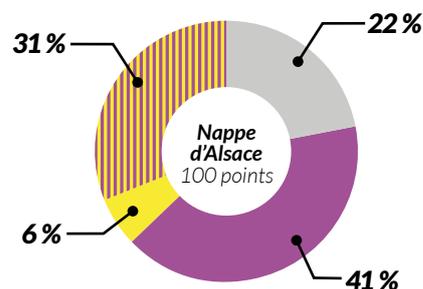
6 substances recherchées (2 substances dans les aquifères du Sundgau)

Liste des adjuvants recherchés :

- Acesulfame
- Caféine (Sundgau)
- Cotinine (Sundgau)
- Cyclamate
- Saccharine
- Sucralose

Substances quantifiées par point

- Acesulfame quantifié
- Autres substances quantifiées
- Non quantifiée
- Acesulfame non mesuré



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financeurs :





PERCHLORATES

Les perchlorates sont quantifiés sur environ 22% des points échantillonnés et sont majoritairement présents à de faibles concentrations. Les concentrations les plus fortes sont regroupées à l'Ouest de Strasbourg. Peu de dépassements des valeurs guides de gestion sont constatés.

Les perchlorates ont fait l'objet d'une analyse transfrontalière dans le cadre du projet ERMES-Rhin. Les valeurs seuils prises en compte pour l'interprétation des teneurs se basaient sur les recommandations établies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et appliquées par la Direction Générale de Santé (DGS) en France. La présence d'ions perchlorates dans les eaux souterraines alsaciennes ayant été mise en évidence, une mise à jour des exploitations a été réalisée sur la base d'une nouvelle valeur guide de gestion issue d'une ré-évaluation publiée par l'ANSES via l'avis n°2016-SA-0155 en 2018.

▲ Analyse des résultats

Pour l'interprétation des résultats, les seuils de qualité suivant ont été considérés :

- ▲ 4 µg/L en tant que valeur guide de gestion pour les nourrissons et femmes enceintes ;
- ▲ 5 µg/L en tant que valeur guide de gestion recommandée dans l'avis ANSES de 2018 pour la population d'âge adulte au lieu de la valeur de 15 µg/L sachant qu'aucune teneur égale ou supérieure à 15 µg/L n'a été mesurée en 2016.

Rappel : ces valeurs sont encore susceptibles d'évoluer à l'avenir. En 2016, l'OMS a notamment fixée une nouvelle valeur guide à 70 µg/L. La valeur guide de gestion de 5 µg/L n'est pas encore appliquée au moment de l'exploitation des données et de nouvelles évaluations sont attendues.

● Nappe phréatique d'Alsace

Les perchlorates ont été analysés sur 529 points de mesures et ont été quantifiés 110 fois à la limite de quantification de 0,3 µg/L, soit sur 21% des points investigués. Sur ces 110 quantifications, 85% des teneurs mesurées sont situées dans une gamme de concentration comprise entre 0,3 et 1 µg/L.

Du point de vue sanitaire, seuls 5 points de mesures affichent un dépassement des valeurs guides de 4 et 5 µg/L sachant qu'aucun point ne présente une valeur comprise entre 4 et 5 µg/L.

Les concentrations en perchlorate mesurées sont représentées sur la carte 9. A l'exception des points isolés, 4 à 5 panaches peuvent être discriminés. Le plus remarquable d'entre eux est celui s'étendant de l'est de Colmar au sud d'Hagenau. Cette zone regroupe les teneurs les plus fortes, toutes rassemblées en périphérie ouest de Strasbourg sous la forme d'un arc de cercle. Les deux concentrations les plus élevées, 11 et 14 µg/L sont mesurées à hauteur de la butte de Blaesheim, au sud-est de Molsheim.

Les autres secteurs impactés par la présence de perchlorates sont du nord au sud : l'extrémité nord du Pliocène de

Hagenau (dont 1 teneur supérieure à la valeur guide de 5 µg/L), la zone de bordure entre Thann et Guebwiller (1 teneur supérieure à 5 µg/L), ainsi que le secteur du fossé de Sierentz entre Mulhouse et Saint-Louis. Dans ce dernier secteur, les concentrations retrouvées sont à relier à un panache plus global, à cheval entre la partie orientale du Sundgau et la zone de bordure de la nappe phréatique.

Une modification de la valeur guide de gestion (d'après recommandations ANSES de 2018) pour l'adulte engendrerait des dépassements pour 5 points de mesures. Le secteur de Strasbourg est le plus concerné par cet abaissement de la valeur de gestion « adulte ».

16 dépassements de la valeur de 1 µg/L relative aux nourrissons sont relevés contre 4 avec l'ancienne valeur (4 µg/L). Pour la valeur guide relative à l'adulte qui passe 15 µg/L à 5 µg/L, le bilan passe d'aucun à 5 dépassements. Le secteur de Strasbourg est le plus impacté par cet abaissement des valeurs guides.

À noter :

La modification des valeurs réglementaires en 2018 engendrent une hausse de points dépassant les valeurs guides.

● Aquifères du Sundgau

Dans les eaux souterraines du Sundgau, 27 échantillons sur 151 ont révélé des concentrations en perchlorate supérieures à la limite de quantification de 0,3 µg/L, soit 17,8 % des points échantillonnés. La majorité des teneurs retrouvées (environ 85%) sont situées entre 0,3 et 1 µg/L. La concentration maximale est beaucoup moins élevée qu'en nappe phréatique d'Alsace avec une valeur de 1,8 µg/L pour le point situé au nord d'Altkirch. Selon cette teneur maximale, aucun dépassement des valeurs guides considérées n'est noté.

Une forte disparité des concentrations entre le Sundgau oriental et le Sundgau occidental est observée.

La frontière assez nette de ces deux zones se repère avec la vallée du Thalbach, d'axe sud-est / nord-ouest. Ce panache de perchlorate correspond à celui s'étendant également en bordure de nappe d'Alsace, soit dans le triangle dessiné par les villes de Saint-Louis, Altkirch et Mulhouse. Seul un point, au sud d'Altkirch, est situé en dehors de ce triangle. Ce panache est à mettre en relation avec la présence de concentrations en nitrates importantes.

▲ Carte d'identité des ions perchlorates :

▲ Origine :

Les ions perchlorates détectés dans l'environnement sont principalement anthropiques et leurs origines sont multiples : industrielles (intermédiaire de production et additifs), militaire (combustibles, munitions), pyrotechnique (explosifs civils ou militaires), agricoles (engrais -nitrates chiliens, ndlr-, herbicides chloratés) et domestiques (eau de Javel et produits de désinfection). L'origine historique liée aux deux guerres mondiales est avérée en Alsace (anciens stocks de munitions, projectiles explosifs enfouis, sols contaminés par les bombardements). La chloration de l'eau potable pourrait aussi générer des traces de perchlorates à de faibles teneurs.

▲ Propriétés et comportement dans l'environnement :

Le perchlorate est un oxyanion inorganique stable sous forme de sels (ammonium, potassium, sodium, etc.) extrêmement solubles dans l'eau, donc très mobiles des sols vers les eaux souterraines et au sein des eaux souterraines. Ils sont persistants dans les conditions physico-chimiques rencontrées dans les aquifères. Ils constituent donc un excellent traceur.

▲ Statut réglementaire / Valeurs seuils :

Les herbicides à base de perchlorates sont interdits en France depuis 2009 (1992 en Allemagne), notamment du fait de leur forte persistance.

Les perchlorates sont inclus dans la liste des micropolluants suivis pour l'évaluation de l'état chimique des eaux souterraines (Directive Cadre sur l'Eau). Ils sont aussi cités dans le Plan National Santé Environnement 2015-2019 (PNSE3), comme substances émergentes prioritaires pour les milieux aquatiques et les captages d'eau potable.

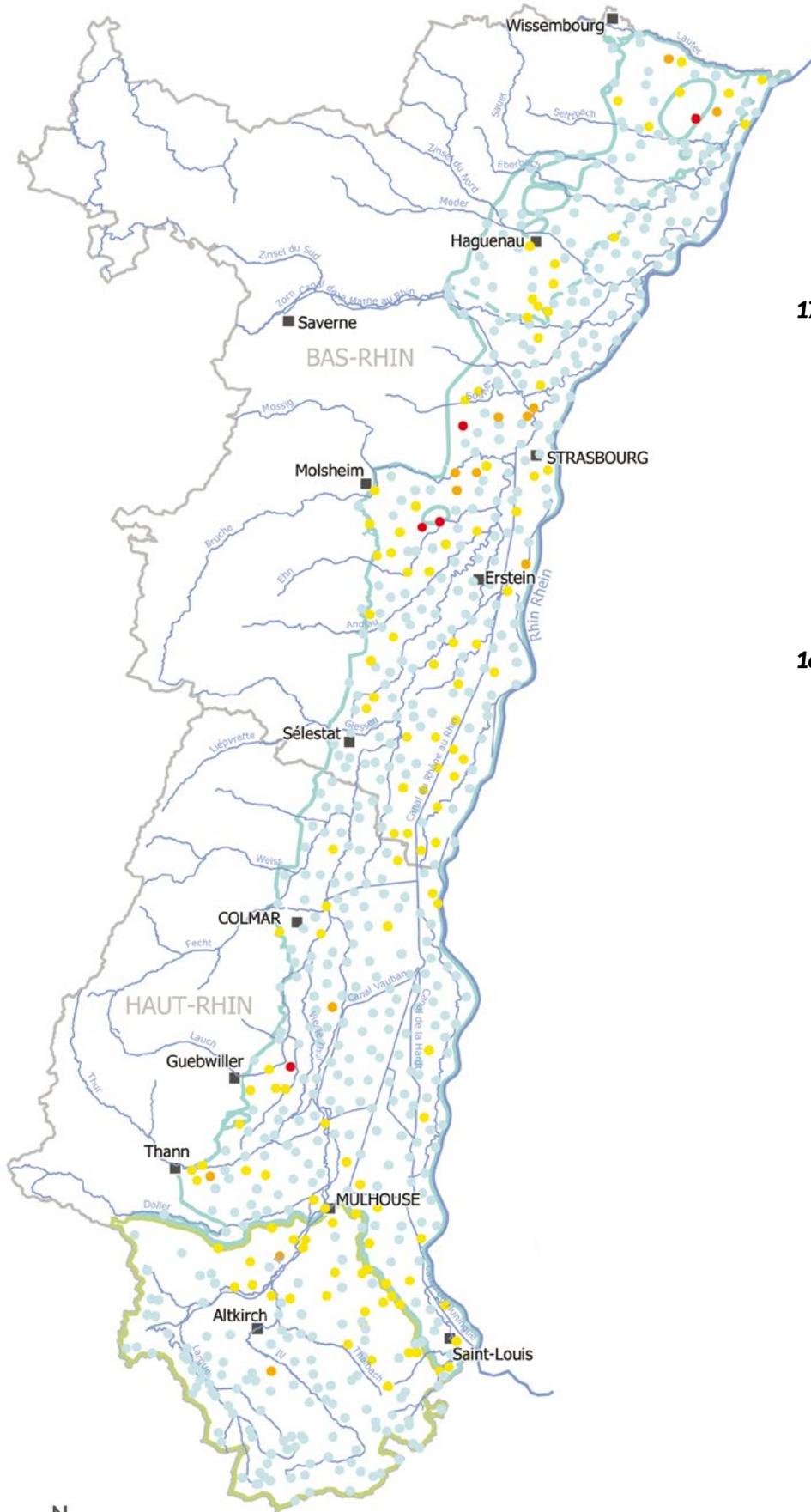
Le 26 décembre 2018, l'ANSES a rendu une étude relative à la ré-évaluation de valeurs guides de gestion des perchlorates pour l'eau potable en proposant la valeur de 5 µg/L pour la population d'âge adulte. Jusque-là et sachant que l'Union Européenne ne réglementait pas ce paramètre, les valeurs guides françaises pour l'eau potable étaient basées sur les recommandations de l'OMS à 4 µg/L (nourrissons et femmes enceintes) et 15 µg/L (adultes). La valeur officielle de gestion pour le nourrisson de 4 µg/L n'a pas été remise en cause..

▲ Impact sanitaire :

Les perchlorates sont potentiellement toxiques à faibles doses (1µg/L) et inhibent la synthèse hormonale. Le plus grand risque concerne des dysfonctionnements biologiques thyroïdiens. Ce risque est accru chez le fœtus et le nourrisson. Les perchlorates ne sont pas cancérogènes et ne sont pas bioaccumulables.

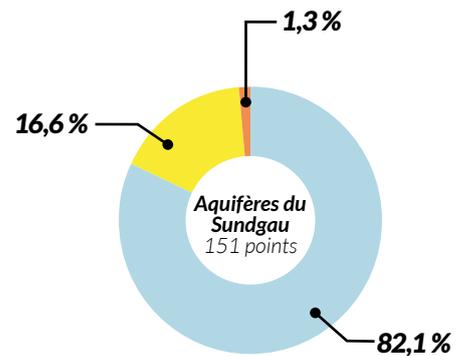
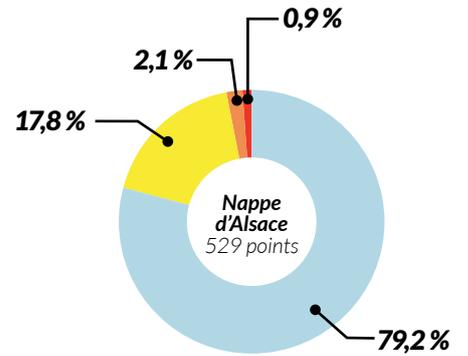


Carte 9 :
▲ Ions perchlorates



Concentration en ions perchlorates (µg/L)

- <0,3
- [0,3 - 1]
- [1 - 5]
- > 5



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019
Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace
Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)
Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR
Financiers :



POLYCHLOROBIPHENYLES (PCB), DIOXINES ET FURANES

Les résultats mettent globalement en évidence une faible contamination des eaux souterraines par les PCB, dioxines et furanes. L'ouest d'Haguenau et l'est de Strasbourg pour les dioxines et furanes, et la région de Thann-Mulhouse pour les PCB, sont les secteurs identifiés comme les plus touchés.

Une liste de 17 PCB et 17 dioxines et furanes a été recherchée. Malgré un usage et des pollutions historiques, ces substances sont considérées comme des polluants émergents dans le cadre du projet ERMES-Alsace dans le sens où elles ont été recherchées pour la première fois et où leurs effets sur la santé sont encore peu étudiés.

Les polychlorobiphényles (PCB), les polychlorodibenzo-dioxines (nommés dioxines ou PCDD) et les polychlorodibenzo-dioxines (nommés furanes ou PCDF) ont été analysés pour la première fois en 2016 dans le cadre des inventaires de la qualité de la nappe phréatique d'Alsace et des aquifères du Sundgau.

▲ Analyse des résultats

Rappel : les exploitations cartographiques ont été conduites en séparant les PCB (y compris pour les PCB-DL) des dioxines et furanes pour différentes raisons :

- ▲ les réseaux de mesures entre PCB et dioxines/furanes sont différents ;
- ▲ les dioxines et furanes n'ont pas été recherchés dans le Sundgau ;
- ▲ les dioxines et furanes ont été analysés avec des limites de quantification très basses, de l'ordre du picogramme par litre (pg/L), ce qui n'est pas le cas pour tous les PCB.

La liste des PCB-DL fait référence à 12 des congénères (77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189), tous recherchés en nappe phréatique d'Alsace et dans les aquifères du Sundgau. Parmi la liste des 7 PCB dit « indicateurs », 7 d'entre eux ont été recherchés dans les deux masses d'eau (congénères 52, 101, 118, 138, 153, 180).

Rapportées à une proportion exprimée en pourcentage, les fréquences de quantification par substances (graphique 7) sont présentées en tenant compte de toutes les substances quantifiées (PCB, dioxines et furanes).

Tableau 8 :
Chiffres clés et principaux résultats

	Nappe d'Alsace	Aquifères du Sundgau
Nombre de substances recherchées	17 PCB et 17 dioxines et furanes	17 PCB
Nombre de points analysés	PCB : 529 pts Dioxines et furanes : 100 pts	PCB : 151 pts
Fréquences de quantification	Dioxines-furanes : 15% PCB : 4,2%	PCB : 1,4%
Substance(s) la(es) plus quantifiée(s)	Octachlorodibenzo-furane (9%) et 1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzo-furane (8%), PCB 153 (2,6%)	PCB 153 (1,3%) et 3 PCB à 0,7%
Performances analytiques (limites de quantification (LQ))	LQ comparables pour les PCB entre la nappe phréatique d'Alsace et les aquifères du Sundgau. Les limites de quantification des dioxines et furanes peuvent varier selon la qualité de l'eau échantillonnée	
Dépassements des valeurs seuils prises en référence	Aucune valeur seuil existante pour l'eau potable en France pour les PCB, dioxines et furanes	

● **Nappe phréatique d'Alsace**

Dioxines et furanes: Pour des raisons de coûts analytiques élevés, les dioxines et furanes n'ont été analysés que sur un réseau réduit à 100 points de mesures et uniquement en nappe phréatique d'Alsace.

La carte 10 propose la répartition géographique des niveaux de concentration pour les dioxines et les furanes.

Parmi les 17 molécules de cette famille, seules 5 ont été retrouvées (2 dioxines et 3 furanes) pour une fréquence de quantification de 15 %.

Au regard de la forte persistance de ces substances dans l'environnement et des limites de quantification très basses appliquées, ce taux de quantification n'apparaît pas très élevé. De plus, d'après le rapport BRGM/RP-61853-FR de la campagne exceptionnelle (CAMPEX) d'analyse des substances présentes dans les eaux souterraines de métropole réalisée en 2011 exposant les résultats par bassin hydrographique, il apparaît que le taux de quantification en nappe phréatique d'Alsace n'est pas très important.

La distribution des teneurs est assez éparse sur le sud de la zone d'étude en considérant Erstein comme limite nord/sud. A l'inverse, dans le nord les points contaminés se regroupent sur deux secteurs : l'un dans la zone située entre Molsheim et Strasbourg (4 points impactés), l'autre approximativement à la hauteur d'Haguenau (5 points impactés). Ces deux secteurs mériteraient des compléments d'investigation car les résultats obtenus peuvent laisser présager d'une contamination beaucoup plus prononcée des sols et des sédiments des cours d'eau (Zorn, Moder, Sauer, Seltzbach) au niveau de la surface.

La concentration maximale est relevée à Mulhouse avec une teneur de 56,53 pg/L (avec 2 substances quantifiées) soit 0,00005653 µg/L. 4 points montrent la présence simultanée d'au moins 2 substances, avec un maximum de 3 substances en aval de la Zorn.

Polychlorobiphényles (PCB): La répartition des teneurs en PCB analysés sur 529 points de mesures est présentée en carte 11.

6 des 17 PCB ont été retrouvés à des concentrations supérieures aux limites de quantification.

La fréquence de quantification résultante de ces 6 PCB est de 4,2 % (seulement 22 points impactés). D'après la cartographie, les concentrations en PCB semblent plus significatives au niveau des zones de bordure de la nappe, notamment dans le Haut-Rhin, entre les villes de Colmar, Thann et Mulhouse. L'importante activité industrielle historique et actuelle de ce secteur constitue probablement l'origine de cette contamination. Pour mémoire, l'III et la Thur ont fait l'objet d'arrêtés d'interdiction de pêche en 2011 du fait d'une pollution aux PCB. Les PCB étant peu solubles et s'accumulant fortement dans les sédiments, les teneurs retrouvées dans les eaux souterraines sont indicatrices d'une contamination vraisemblablement plus importante des cours d'eau et de leurs sédiments. La teneur maximale en PCB est retrouvée à l'aval d'Haguenau avec 0,0189 µg/L.

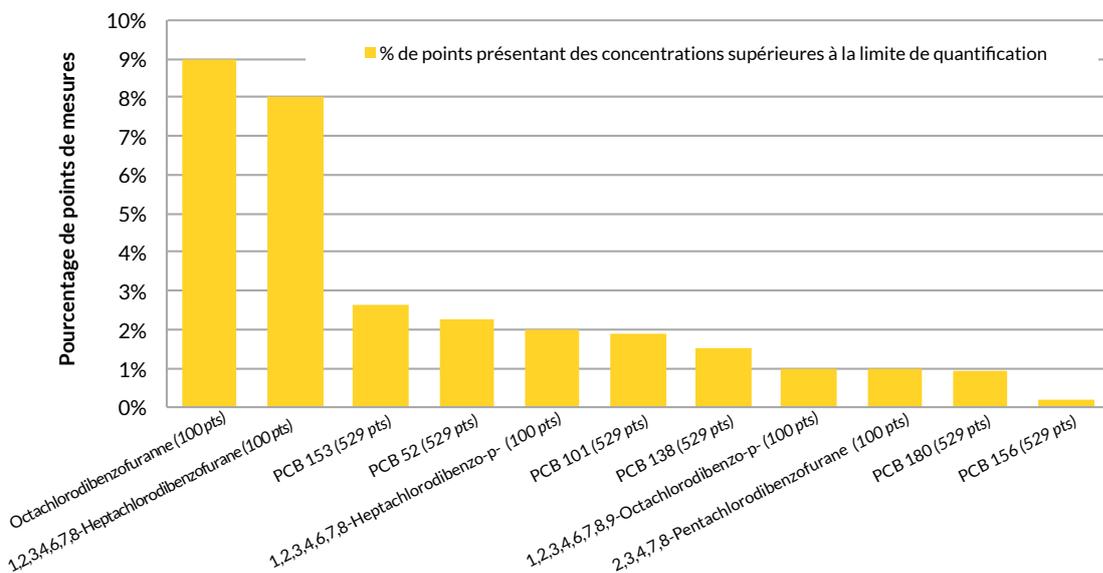
Concernant les substances les plus retrouvées (cf. graphique 7), 11 des 34 PCB, dioxines et furanes ont été identifiés au moins une fois dans les eaux souterraines.

Les fréquences de quantification varient entre 9 % (Octachlorodibenzo-furane) et 0,2 % (PCB 156).

Au deuxième rang des quantifications, un autre furane : 1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzo-furane avec un taux de 8%. Ces deux furanes ne sont pourtant pas inscrits dans la liste des substances dangereuses de l'arrête du 17 juillet 2009 (réglementation ICPE). La première dioxine (1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzo-p-dioxine) apparaît sur seulement 2% des points. 5 des 6 PCB « indicateurs » (les plus fréquents dans l'environnement) ont été retrouvés et seul un PCB-DL a été détecté (PCB 156). A noter néanmoins que les PCB « indicateurs » disposaient des LQ les plus basses parmi l'ensemble des PCB recherchés, ce qui peut aussi expliquer les quantifications plus élevées de ce groupe.

Graphique 7 :
Nappe phréatique d'Alsace
Fréquences de quantification pour les 34 substances des familles des dioxines et furanes et des PCB
(100 et 529 points de mesures)

N.B. : les 23 substances non quantifiées ne sont pas représentées sur ce graphique



● Aquifères du Sundgau

Dans les aquifères du Sundgau, la famille des dioxines et des furanes n'a pas été recherchée. Seuls les 17 PCB analysés en nappe phréatique d'Alsace ont été recherchés sur un réseau de 151 points de mesures.

La fréquence de quantification obtenue est encore plus faible que dans la nappe phréatique d'Alsace soit 1,4%, ce qui représente 2 points. La présence de 4 PCB a été mesurée sur le point situé à l'Est d'Altkirch, un ancien captage d'eau potable mis à l'arrêt en 2016. La concentration est de 0,0085 µg/L.

Au total, 4 PCB différents ont été identifiés sur les 2 points impactés, soit les congénères 101, 138, 153 et 180. Le congénère 153 a été quantifié sur les 2 points.

Le graphique des fréquences de quantification par substance n'est pas représenté pour le Sundgau, (seuls 4 PCB sont quantifiés à de très faibles concentrations).

▲ Carte d'identité des PCB et des dioxines et furanes :

▲ Origine :

Les polychlorobiphényles sont des composés aromatiques chlorés de synthèse. Cette famille regroupe 209 composés appelés congénères. Les PCB se retrouvent sous forme confinée dans les transformateurs électriques, les condensateurs, les fluides hydrauliques de machines, ou encore certains vernis, peintures et solvants d'usages extérieurs. Au vingtième siècle, plus d'un million de tonnes ont été produites dans le monde. On distingue deux types de PCB : les PCB-DL dits PCB de type dioxine ou « dioxin-like » et les PCB-NDL soit « non dioxin-like ». Les PCB DL (concerne 12 PCB) ont une toxicité similaire aux dioxines et furanes, tandis que les PCB-NDL ont un mécanisme d'action toxique différent. Les dioxines (ou PCDD) et furanes (ou PCDF) sont des sous-produits créés par oxydation lors de combustion incomplètes de composés aromatiques chlorés. Les dioxines et furanes peuvent aussi être issus de la dégradation de certains pesticides ou de PCB. Il existe environ 240 molécules différentes.

▲ Sources d'émission :

L'utilisation de PCB étant interdite, les émissions peuvent provenir d'appareils qui n'ont pas encore été remplacés, de sites et sols historiquement pollués, de décharges ou du dragage de sédiments contaminés. Pour les dioxines et les furanes, l'incinération de certains types de déchets, les décharges, le chauffage au bois (traité) ou la combustion d'énergies fossiles peuvent être des sources d'émission.

▲ Propriétés et comportement dans l'environnement :

Les PCB, dioxines et furanes sont des composés peu solubles, très stables et très persistants. Par conséquent, ils s'accumulent dans l'environnement (sédiments). En rappelant que peu de travaux le démontrent, le transfert vers les eaux souterraines est limité du fait de leurs faibles solubilités.

▲ Statut réglementaire :

En France, la production et l'usage de PCB sont interdits depuis 1987. Les PCB-DL, les dioxines et les furanes sont classés comme « Polluants Organiques Persistants » (POP) selon la convention de Stockholm de 2001. Les dioxines et furanes étant formés non-intentionnellement, la convention fixe des modalités pour éviter leur rejet dans l'environnement. La réglementation des ICPE (arrêté du 17 juillet 2009) fixe également des actions pour prévenir la formation et les rejets de ces substances. Les PCB-DL, les dioxines et les furanes sont classés comme substances prioritaires dangereuses au titre de la DCE.

Une surveillance de ces substances est réalisée par certaines ARS, les DREAL, et les Agences de l'eau sur différentes matrices.

Parmi les 209 PCB existants, 7 d'entre eux sont désignés comme « indicateurs » selon le règlement européen 1259/2011/CE fixant les teneurs maximales en PCB et dioxines dans les denrées alimentaires ; ces 7 PCB étant les principaux rencontrés. Les PCB, dioxines et furanes ne disposent pas de valeurs seuils relatives à l'eau potable.

▲ Impact environnemental :

Les PCB, dioxines et furanes s'accumulent dans le milieu naturel (sédiments marins et rivières) et se bioaccumulent fortement dans la chaîne alimentaire (tissus adipeux des animaux). Ces polluants sont toxiques en cas d'exposition chronique à faible dose pour la faune et la flore des milieux aquatiques.

▲ Impact sanitaire :

Les PCB, dioxines et furanes sont hautement toxiques par leur effet d'accumulation dans l'organisme au cours du temps et leur seuil d'activité toxique à faible dose. Ces composés sont connus pour être cancérigènes et perturbateurs endocriniens mais les connaissances sont encore parcellaires. Le principal vecteur de contamination concerne les aliments (viandes et poissons gras spécifiquement) ayant été en contact avec ces composés. L'ANSES recommande de restreindre fortement la consommation de certains poissons gras.



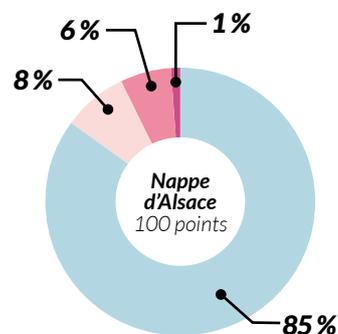
Carte 10 :

▲ Dioxines et Furanes

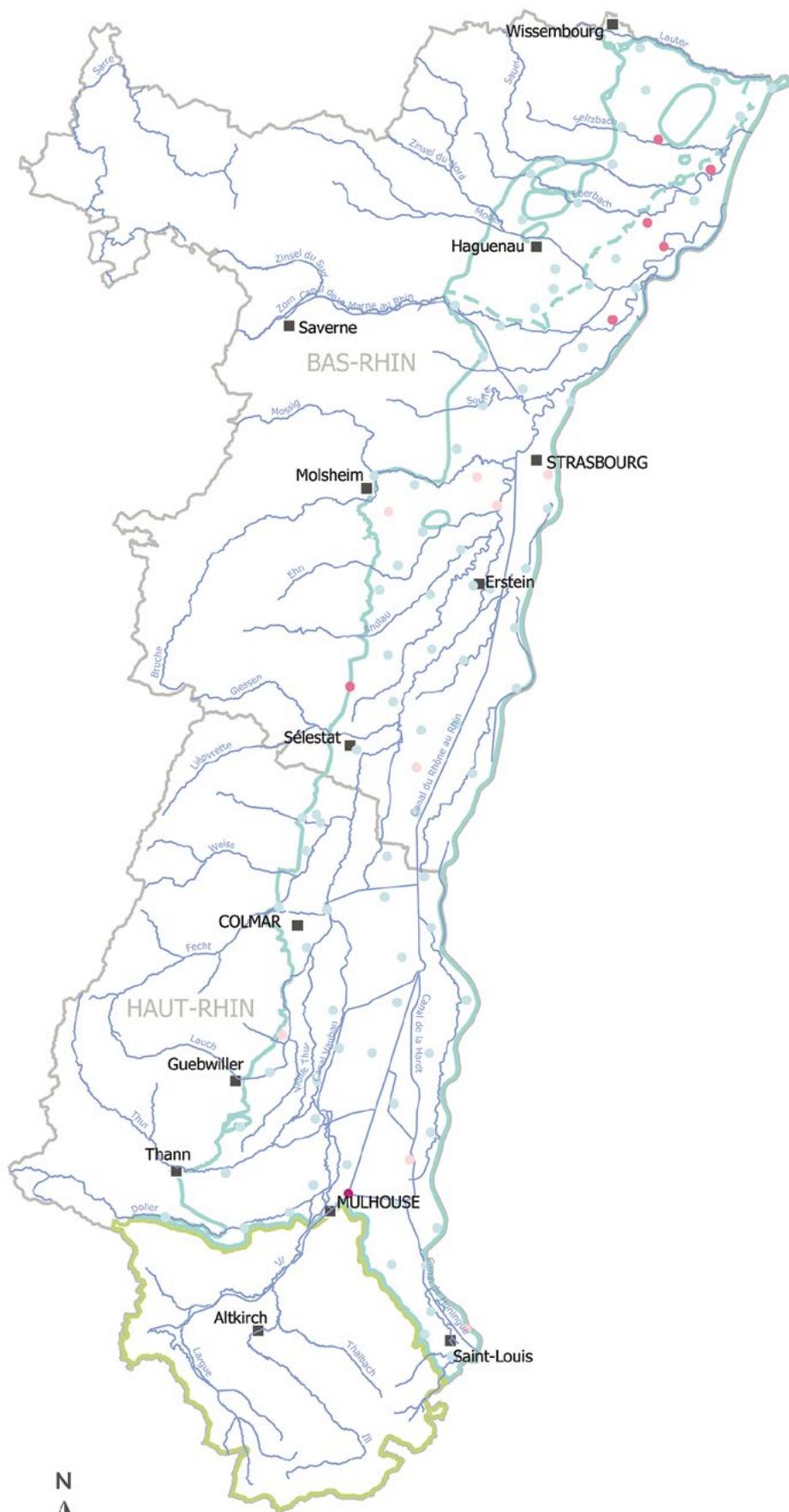
17 substances recherchées

Somme des dioxines et furanes (pg/L)

- Absence (LQ variables)
- [LQ - 5]
- [5 - 50]
- > 50



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financiers :



FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL (FEDER)
EUROPAISCHER FOND FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG (EFRE)





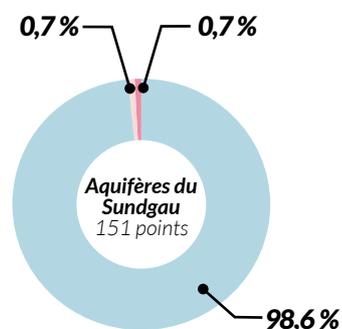
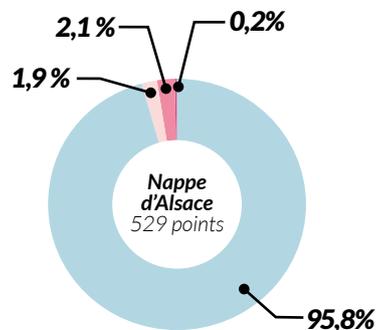
Carte 11 :

Polychlorobiphényles (PCB)

17 substances recherchées

Somme des concentrations en PCB (µg/L)

- < 0,0003 (Limite de quantification minimale)
- [0,0003 - 0,001]
-]0,001 - 0,01]
- > 0,01



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



0 10 20 km



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financiers :



FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL (FEDER) EUROPEISCHER FONDS FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG (EFRE)



AUTRES SUBSTANCES ÉMERGENTES

Au sein de ce groupe de substances, les cyanures totaux, les benzotriazoles, l'EDTA et les parabènes sont les plus représentés dans les eaux souterraines. Leur présence est relativement diffuse du fait de la multiplicité des usages et des sources d'émission. Les teneurs rencontrées sont faibles, y compris pour les substances disposant de valeurs seuils sanitaires et réglementaires.

Ce chapitre illustre les résultats pour les 25 « autres substances émergentes » recherchées au cours de la campagne de mesures. Ces substances regroupent soit les familles avec un nombre de substances réduit et/ou les substances ayant déjà fait l'objet d'exploitations dans le cadre des travaux ERMES-Rhin sans apport analytique complémentaire dans ce document (benzotriazoles, EDTA) et/ou les substances dont la problématique apparaît plus secondaire par rapport à d'autres, telles que les PFC ou les substances pharmaceutiques.

Les familles de substances ou substances prises en compte sont (sans ordre d'importance) :

- ▲ 5 parabènes (éthylparabène, isobutylparabène, propylparabène, butylparabène, méthylparabène)
- ▲ 4 organoétains (dibutylétain, monobutylétain, tributylétain, triphénylétain)
- ▲ 3 benzotriazoles (benzotriazoles, 4-Méthylbenzotriazol et 5-Méthylbenzotriazol) et le tolytriazole
- ▲ 3 amines (nitrosamines) (N-Nitrosodiphénylamine, N-Nitrosodiéthylamine, Diméthylamine)
- ▲ EDTA (Éthylènediaminetétraacétique) et NTA (acide nitrilotriacétique)
- ▲ Les cyanures (libres et totaux)
- ▲ Le Méthyl tert-butyl Ether (MTBE), les bromates et divers biocides (triclosan, méthyltriclosan, triclocarban)

▲ Analyse des résultats

Concernant les benzotriazoles et l'EDTA, les cartes réalisées dans le cadre des travaux transfrontaliers peuvent être consultées sur le rapport technique ERMES-Rhin ou le site www.ermes-rhin.eu. Seules les cartographies des parabènes et des cyanures sont présentées dans ce chapitre. En nappe phréatique d'Alsace, 25 substances ont été recherchées et 18 dans les aquifères du Sundgau.

Tableau 9 :
Chiffres clés et principaux résultats

Pour information, le tolytriazole correspond à la somme des deux isomères 4-Méthylbenzotriazol et 5-Méthylbenzotriazol.

Les cyanures et les bromates sont rattachés à ce chapitre mais leur caractère émergent est relatif.

	Nappe d'Alsace	Aquifères du Sundgau
Nombre de substances recherchées	25	18
Nombre de points	Réseaux de 100 à 529 pts	Réseaux de 40 à 151 pts
Fréquences de quantification	Parabènes : 10,4% Organoétains : 9% Benzotriazoles : 43% EDTA / NTA : 30% Cyanures totaux/libres : 41,7% / 14,4% MTBE : <1% Bromates : 3% Nitrosamines/biocides : 0%	Parabènes : 7,8 % Organoétains : 9,8% EDTA / NTA : 4% MTBE/ Bromates : 0% Nitrosamines/biocides : 0%
Substance(s) la(es) plus quantifiée(s)	Cyanures totaux (41,7%) Benzotriazole (35%) EDTA (30%)	Méthylparaben (7,8%) Monobutylétain cation (7,7%) NTA (3,9%)
Performances analytiques (limites de quantification (LQ))	LQ comparables entre la nappe phréatique d'Alsace et les aquifères du Sundgau excepté pour l'EDTA, le NTA, le benzotriazole et les bromates.	
Dépassements des valeurs seuils prises en référence	4-Méthylbenzotriazol : 1% Bromates : 0,8%	Aucun dépassement

● Nappe phréatique d'Alsace

Les benzotriazoles (benzotriazole, 4-Méthylbenzotriazol et 5-Méthylbenzotriazol) :

Ils sont les composés les plus représentés avec une quantification de 43% sur les 100 points de mesures échantillonnés.

Ce taux est relativement élevé au regard de l'ensemble des résultats sur les substances émergentes développé dans ce document. Malgré l'origine industrielle et domestique des benzotriazoles, de nombreux points de mesures quantifiant au moins un des trois composés se situent hors des grandes zones urbaines et sont plutôt proches de cours d'eau (Seltzbach, Andlau et Ill notamment) ce qui peut supposer une contamination par des eaux de surface contaminées par des rejets de STEU. 65 % des ouvrages impactés se situent dans le Bas-Rhin, dans le secteur de Strasbourg et plus au nord dans le Pliocène d'Haguenau. Un point de mesures en particulier dans la vallée du Seltzbach, présente une somme des concentrations maximale de 4,36 µg/L supérieure à la GOW de 3 µg/L. Pour rappel, ce point est également contaminé par des plastifiants, des dioxines, des substances pharmaceutiques et des adjuvants alimentaires. Une pollution par des eaux usées (fuite de canalisation) est envisageable pour ce point situé dans le village de Buhl et à moins d'un kilomètre de la STEU qui collecte toutes les eaux usées de la vallée du Seebach (affluent du Seltzbach).

À signaler également, une présence importante des cyanures totaux (prise en compte de toutes les formes de cyanures soit libres, sous forme de sels ou complexés avec d'autres substances comme des métaux lourds), quantifiés sur 42% des 131 points où ils ont été dosés. L'analyse cartographique (Carte 14) des teneurs traduit une présence homogène des cyanures totaux et libres dans la nappe phréatique. On constate que le secteur du centre plaine situé au sud de Strasbourg n'est pas impacté. S'il est difficile de statuer sur l'origine très diffuse de ces composés, il est important de relever que les concentrations sont toutes largement inférieures à la limite de qualité de 50 µg/L. La concentration maximale de 18,3 µg/L est identifiée à Haguenau, dans une forêt située aux abords d'une zone industrielle. La deuxième plus forte teneur est de 5,8 µg/L.

EDTA : l'EDTA (le NTA n'étant pas quantifié) est retrouvé sur 30 % des 100 points de mesures. Ce taux était de 24% en Alsace dans le cadre du projet ERMES-Rhin en raison d'un choix d'exploitation commun transfrontalier, excluant une partie des faibles concentrations quantifiées. La répartition des teneurs est relativement homogène, mais les observations montrent que les points contaminés sont plutôt proches des cours d'eau et des zones urbaines, ce qui coïncide avec les sources d'émission (rejets de STEU). Les secteurs de centre plaine (entre Strasbourg et Mulhouse) et au nord de Strasbourg présentent moins de points impactés.

La concentration maximale est enregistrée au sud de Guebwiller avec 21 µg/L, teneur très éloignée de la valeur guide OMS de 600 µg/L.

Parabènes (éthylparabène, isobutylparabène, propylparabène, butylparabène, méthylparabène) :

les 5 parabènes sont au 4^e rang des familles les plus quantifiées dans ce chapitre avec 10,4 % des points impactés sur un réseau de mesures de 201 points.

Leur présence dans les eaux souterraines est illustrée par la carte 13, qui expose l'absence ou la présence de parabènes par point de mesures. En effet, un seul parabène (le méthylparabène) est majoritairement quantifié. Les concentrations mesurées sont très faibles et rassemblées sur une petite gamme de valeurs (entre 0,01 µg/L et 0,03 µg/L). 3 des 5 parabènes n'ont pas été détectés. L'éthylparabène n'a été retrouvé qu'une seule fois.

La cartographie de ces substances permet d'afficher une forte disparité géographique. 17 des 21 points contaminés dans la nappe phréatique d'Alsace se situent dans le Haut-Rhin.

À ce stade des connaissances, cette répartition ne peut pas être expliquée.

Il faut toutefois être prudent avec ces résultats compte tenu des risques de contamination liés à la phase de prélèvement de l'échantillon (présence dans les produits cosmétiques).

Organoétains (dibutylétain, monobutylétain, tributylétain, triphénylétain) : ils ont été quantifiés sur 9% des points de mesures. Le monobutylétain est le plus retrouvé (8,4 % des échantillons) des 4 organométaux.

Leur distribution spatiale se répartit en deux principaux secteurs : un secteur de forme linéaire, longeant le cours du Rhin et le canal du Rhône au Rhin, du sud d'Erstein au nord de Strasbourg. L'autre secteur correspond au sud de la nappe phréatique d'Alsace (au nord de Mulhouse), exception faite du fossé de Sierentz. Aucune limite de qualité n'existe pour ce groupe de composés. 13 points ont des teneurs supérieures à 0,01 µg/L (secteur d'Erstein notamment) pour la somme des 4 organoétains. La concentration maximale pour la somme des 4 composés est relevée à Walbourg au nord d'Haguenau (0,05 µg/L).

Globalement, les points impactés par la présence de ces composés sont situés à proximité des cours d'eau. Ces résultats présentent une certaine cohérence avec les sources d'émissions potentielles : eaux usées traitées, eaux de lessivages des surfaces traitées et peintures utilisées pour les bateaux.

Les autres substances (MTBE, bromates, nitrosamines, triclosan, méthyltriclosan et triclocarban) ont été quantifiées de façon très marginale.

Le graphique 8 illustre les fréquences de quantification pour l'ensemble des substances détaillées dans ce chapitre. 15 des 24 substances ont été retrouvées au moins une fois. Les cyanures totaux, le benzotriazole et l'EDTA sont les trois substances les plus courantes.

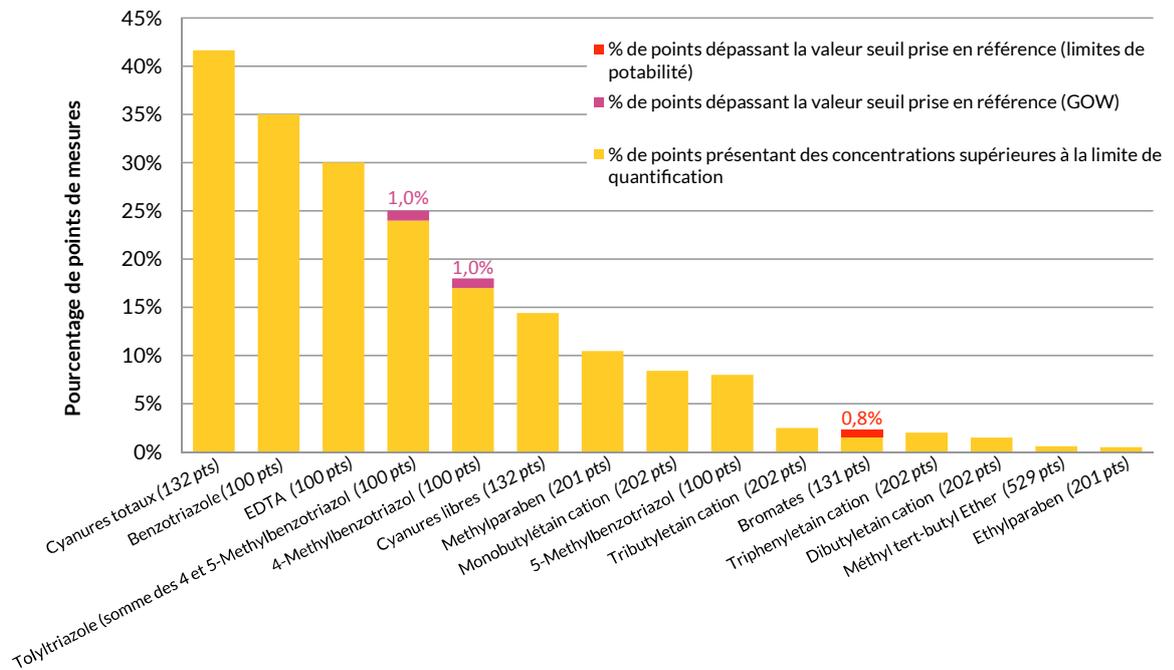
Graphique 8 :

Nappe phréatique d'Alsace

Fréquences de quantification et de dépassement des valeurs seuils prises en référence (limites de potabilité et GOW) pour les 25 composés de la catégorie «Autres substances émergentes»

(100 à 529 points de mesures)

NB : les 11 substances non quantifiées ne sont pas représentées sur ce graphique



● Aquifères du Sundgau

Comparé à la nappe phréatique d'Alsace, les autres substances émergentes sont retrouvées en moindre diversité et à des taux de quantification beaucoup plus faibles. Rappelons que 6 substances n'ont pas été recherchées (2 nitrosamines, le méthyltriclosan, le 4-Méthylbenzotriazol, le 5-Méthylbenzotriazol, les 2 formes de cyanures) dans les aquifères du Sundgau et des différences importantes de limites de quantification sont à noter pour l'EDTA, le NTA, le benzotriazole (seul triazole) et les bromates.

Sur les 17 substances analysées, seules 5 ont été quantifiées au moins une fois (cf. graphique 9) : le méthylparabén, le monobutylétain, le NTA, le dibutylétain et le benzotriazole.

3 des points où la présence de ces parabènes a été identifiée (cf. carte 13) sont situés à proximité de cours d'eau (Ill et Largue), ce qui correspond potentiellement à une contamination en lien avec les eaux usées épurées ou non épurées.

Les organométaux ont été retrouvés sur 9,8% des points de mesures, classant ce groupe au 1er rang des familles les plus retrouvées parmi les autres substances émergentes. Leur présence est regroupée au sud-est des aquifères du Sundgau, sans proximité directe avec des cours d'eau, comme cela était le cas pour la nappe phréatique d'Alsace. La concentration maximale observée est de 0,021 µg/L à Ranspach-le-Bas au droit d'une source située en forêt. Des dépôts sauvages d'ordures (restes de peinture ou matériaux traités) pourraient être à l'origine de cette teneur suspecte.

À la différence des résultats de la nappe phréatique, le NTA est retrouvé sur 2 points de mesures (soit 4% des analyses) situés à proximité l'un de l'autre, dans la vallée de l'Ill à l'ouest d'Altkirch.

Le méthylparabène est la substance la plus quantifiées avec 7,9 % des points impactés (4 des 51 points de mesures).

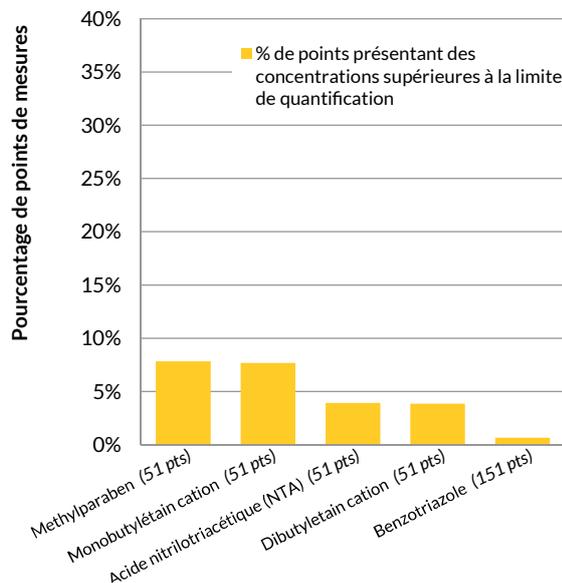
Graphique 9 :

Aquifères du Sundgau

Fréquences de quantification et de dépassement des valeurs seuils prises en référence (limites de potabilité et GOW) pour les 18 composés de la catégorie «Autres substances émergentes»

(51 et 151 points de mesures)

N.B. : les 15 substances non quantifiées ne sont pas représentées sur ce graphique



▲ Carte d'identité

▲ **Les parabènes** sont des produits de synthèse chimique aux propriétés antifongiques et anti-bactériennes, utilisés comme conservateurs dans les cosmétiques, médicaments, aliments et produits de nettoyage. Peu toxiques, ils sont toutefois suspectés d'être des perturbateurs endocriniens. Leur usage dans les cosmétiques a été très réglementé en Europe, voire interdit pour certains parabènes. Dans l'environnement, les parabènes sont très solubles mais se dégradent rapidement. Cependant, du fait de leur usage important, les parabènes sont très présents dans les eaux usées domestiques. Il n'existe aucune valeur seuil pour l'eau potable.

▲ **Les organoétains** sont des composés liant un métal (étain) avec un atome de carbone. Ils sont utilisés dans l'industrie comme catalyseurs ou comme biocides (peintures, pesticides). Leur toxicité est généralement forte pour l'organisme : perturbateurs endocriniens avérés et cancérigènes suspectés, ainsi que pour les milieux aquatiques. Les rejets industriels ou le relargage de matériaux traités (peintures) peuvent être sources d'émissions. Aucune valeur seuil pour l'eau potable n'est appliquée.

▲ **Les benzotriazoles** sont des composés organiques couramment employés comme additifs anticorrosion et antigel dans l'industrie (fluides hydrauliques, liquides de refroidissement, dégivrants pour les avions). Ils sont aussi retrouvés dans les détergents ou dans certains fongicides. Les benzotriazoles sont rejetés dans les cours d'eau par le biais des STEU industrielles et domestiques. Composés persistants, leurs impacts toxicologiques et éco-toxicologiques

sont encore peu étudiés. Une valeur sanitaire (GOW) est établie à 3 µg/L en Allemagne par l'UBA pour la somme des benzotriazoles.

▲ **Les nitrosamines** sont formées par des réactions chimiques entre l'azote et les amines (composés organiques dérivés de l'ammoniac). Les nitrosamines sont hautement toxiques et sont formées de manière non intentionnelle, suivant des réactions biologiques, physiques et chimiques dans l'environnement ou de manière anthropique (industrie). Ces composés ne sont pas recherchés dans les eaux destinées à la consommation humaine.

▲ **L'EDTA et le NTA** sont des agents chélatants (ou complexants) utilisés dans de nombreuses industries et usages domestiques (traitement de l'eau, détergent, textile, photographie, pâte à papier, agroalimentaire, cosmétique, agriculture...). Très solubles et peu biodégradables, ces composés se retrouvent dans les eaux usées et ne sont pas éliminés par les STEU. Le NTA est moins utilisé que l'EDTA. Peu étudiés, les effets toxiques seraient faibles mais ces composés peuvent se complexer avec d'autres substances toxiques (métaux lourds notamment) et se fixer dans l'organisme. Aucune limite de qualité pour l'eau potable n'est fixée, mais il existe une valeur guide de l'OMS à 600 µg/L pour l'EDTA.

▲ **Les cyanures** sont des composés organiques ou inorganiques sous de multiples formes d'ions (libres), de sels ou de complexes. Très utilisés dans l'industrie chimique et en métallurgie, les cyanures peuvent également être produits par l'environnement naturel (plantes, champignons, etc.). Les cyanures (ions et sels) sont très toxiques. Leurs usages et leurs rejets sont

largement réglementés, notamment aux titres de la nomenclature des ICPE. En France, les cyanures (libres et totaux) ont une limite de qualité pour l'eau potable de 50 µg/L.

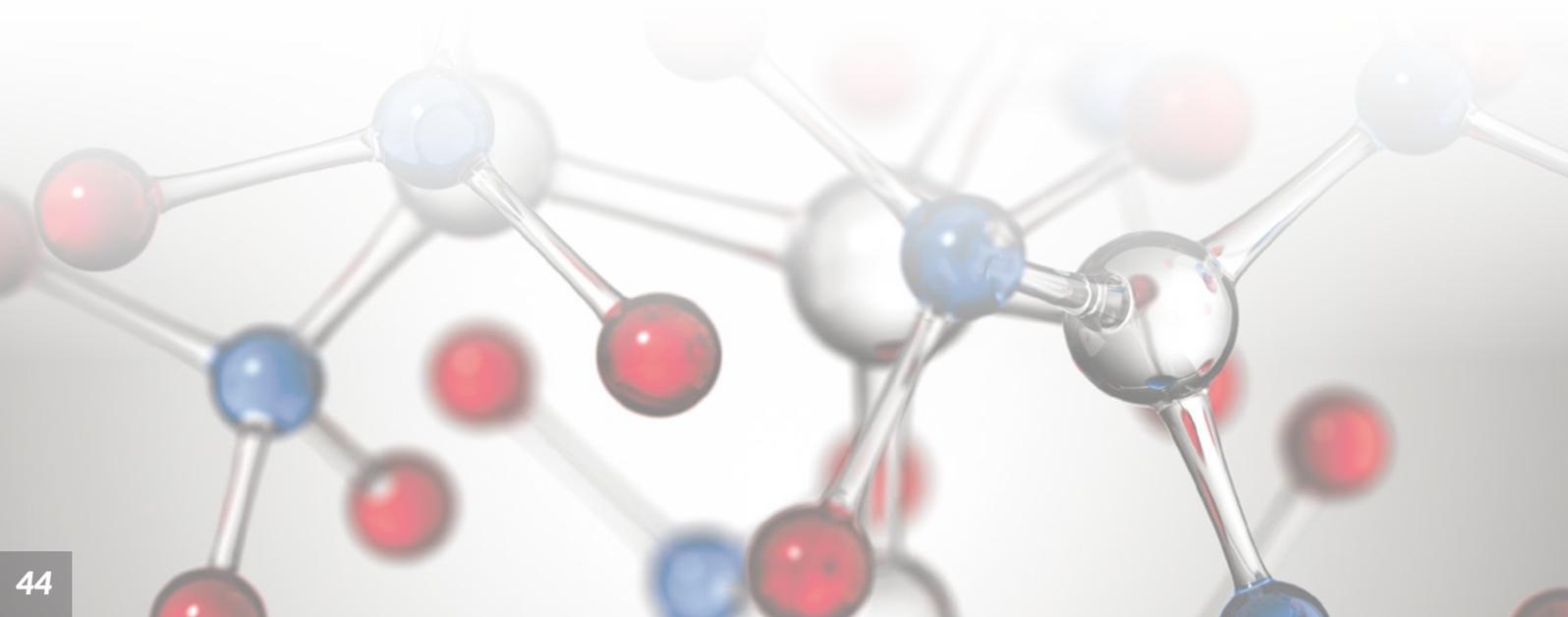
▲ MTBE, bromates et divers biocides :

- Le MTBE est un éther volatil et inflammable utilisé comme additif de carburant, notamment en substitution du plomb. D'autres usages chimiques industriels sont recensés. Ses effets sur l'environnement et la santé sont peu connus.

- Les bromates sont formés par réaction entre l'ozone et les ions bromure (présents dans les eaux naturelles). Très toxiques, ils constituent une problématique sur les installations de traitement de l'eau potable utilisant l'ozonation comme désinfectant.

- Le triclosan, le méthyltriclosan (sous-produits de dégradation du triclosan) et le triclocarban sont des biocides d'usage très vaste (savons, désinfectants, cosmétiques, plastiques à usages alimentaires, textiles). Ces composés sont notamment toxiques pour les milieux aquatiques. Leur usage a été réglementé, voire interdit, dans de nombreux produits de la vie courante.

Parmi ces substances, seuls les bromates ont une valeur seuil pour l'eau potable (10 µg/L).



Carte 13 :

Parabènes

5 substances recherchées

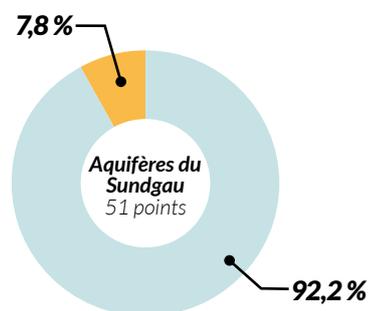
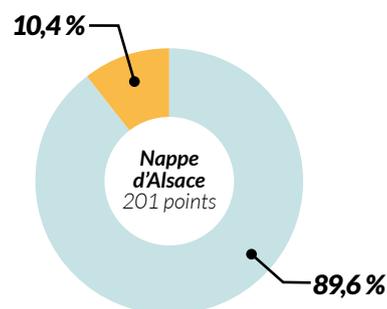
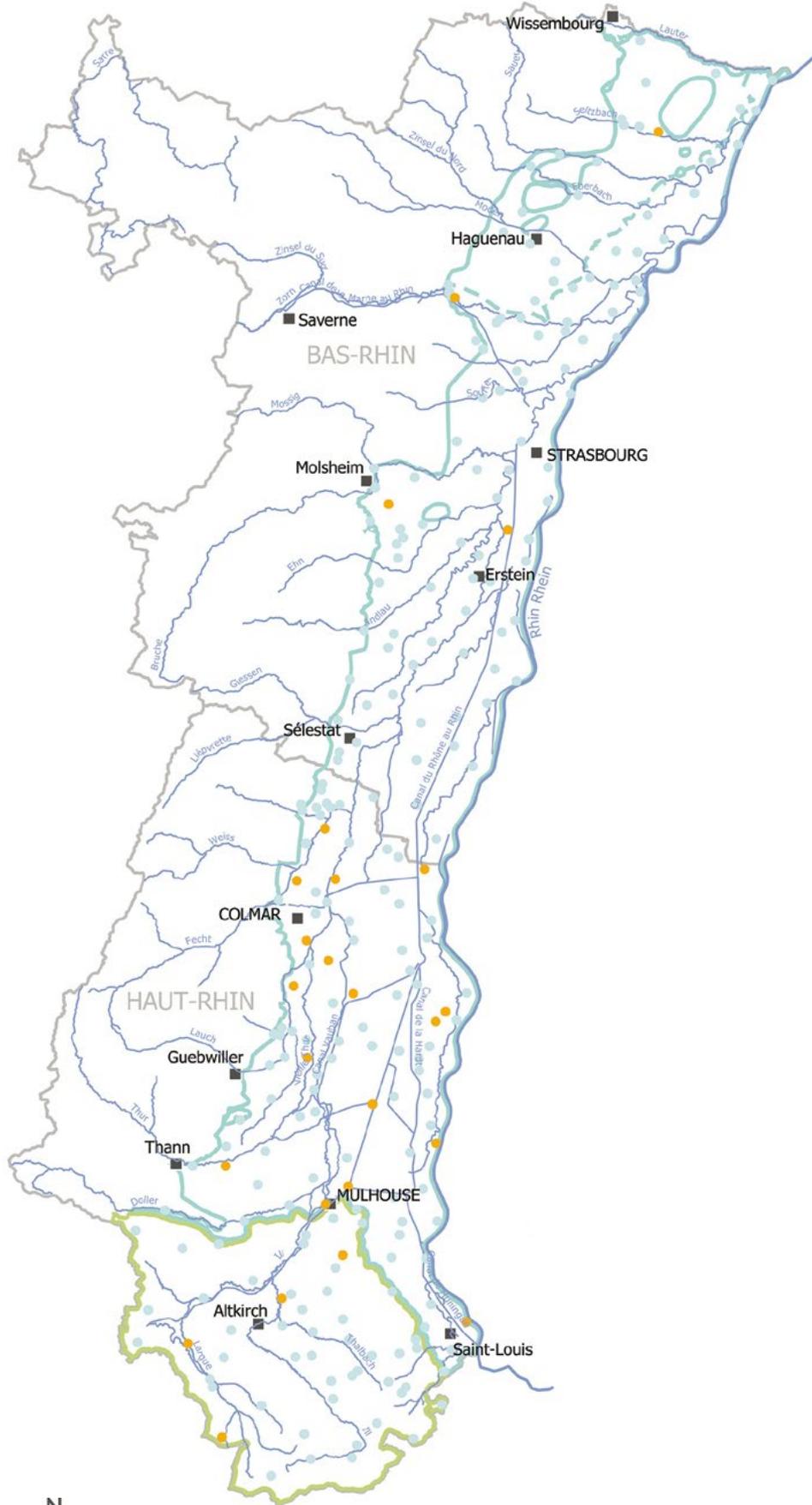
Liste des parabènes recherchés :

- Méthylparabène
- Ethylparabène
- Isobutylparabène
- Propylparabène
- Butylparabène

Détection des parabènes*

- < 0,01 µg/L (Limite de quantification minimale)
- Présence d'au moins 1 des 5 parabènes (> 0,01 µg/L)

* Seuls le méthylparabène et l'éthylparabène ont été quantifiés



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

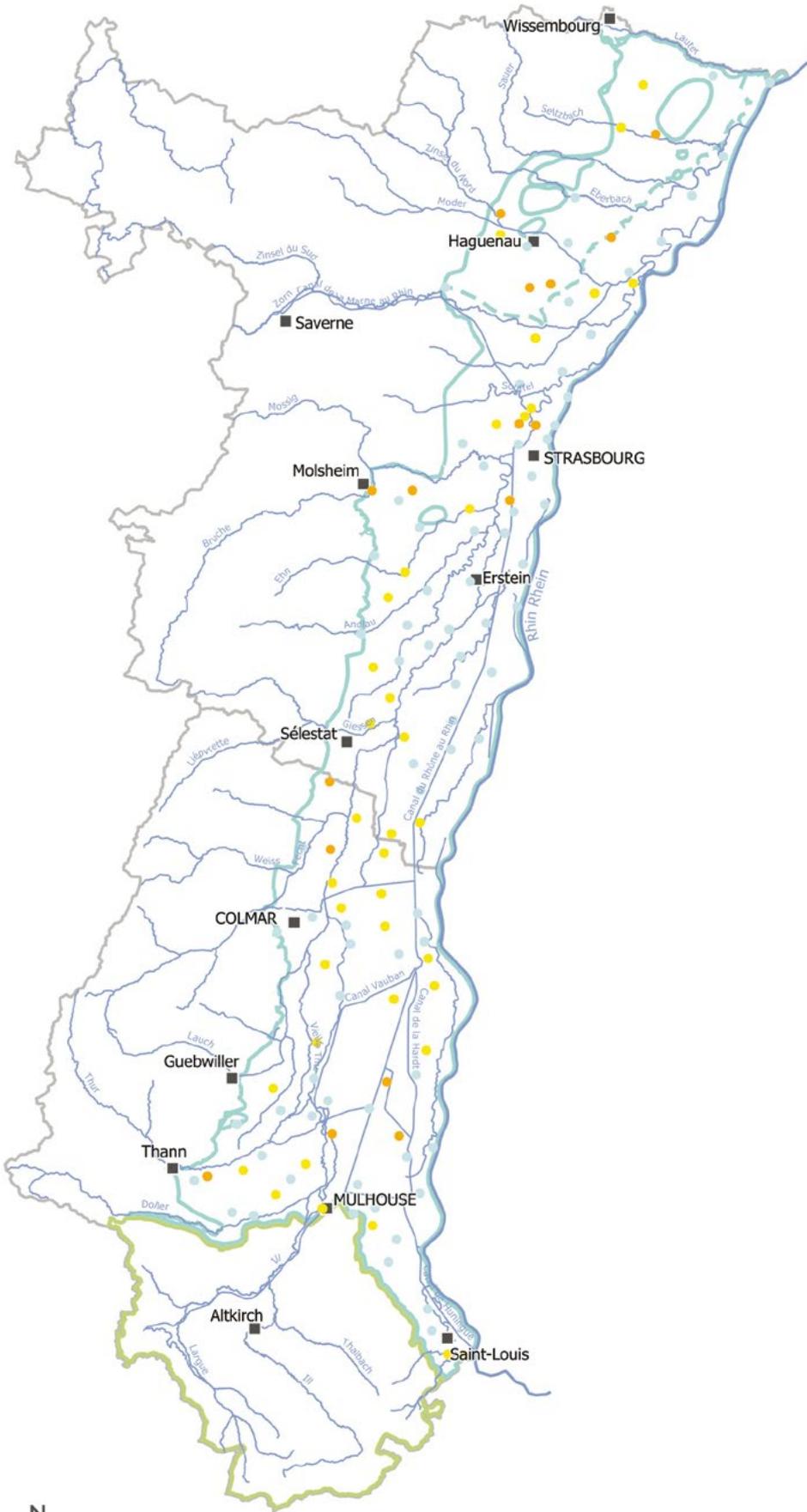
Financiers :



FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL (FEDER)
EUROPEISCHER FOND FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG (EFRE)

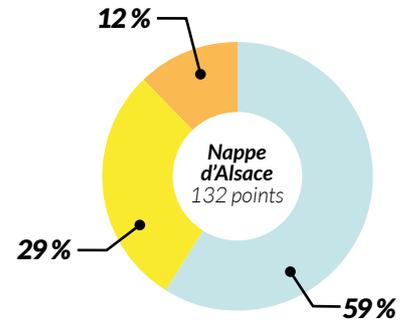


Carte 14 :
▲ **Cyanures totaux**



Concentration en cyanures totaux (µg/L)

- < 0,2 (LQ)
- [0,2 - 0,5]
- > 0,5



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



0 10 20 km



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019
Évolution de la Ressource et Monitoring
des Eaux Souterraines en Alsace
Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)
Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR
Financiers :



COMPOSÉS ORGANIQUES HALOGÉNÉS VOLATILS

Largement utilisés comme solvants dans de multiples applications industrielles en Alsace, les Composés Organiques Halogénés Volatils (COHV) représentent un risque de pollution significatif. S'ils sont majoritairement retrouvés à de faibles concentrations, quelques déclassements de la qualité pour la consommation d'eau potable sont observés en nappe phréatique d'Alsace. 20% des points échantillonnés sont impactés par ces solvants chlorés.

Les COHV ne sont pas des polluants émergents mais ils présentent une fréquence de quantification non négligeable, notamment en lien avec l'activité industrielle très présente en Alsace. Au total, une liste de 21 COHV a été recherchée en nappe phréatique d'Alsace et dans les aquifères du Sundgau, soit 11 COHV supplémentaires, comparée aux exploitations transfrontalières de 2018 (ERMES-Rhin).

▲ Analyse des résultats

La cartographie des résultats se base sur une approche sanitaire « eau potable » étant donné que 17 des 21 COHV disposent de valeurs sanitaires ou guides (hors paramètres de sommes). Par conséquent, seuls les 17 COHV avec des valeurs seuils sont traités pour la distribution spatiale des résultats.

D'autres études sur les COHV ont été réalisées à l'échelle de la nappe phréatique d'Alsace. Par exemple, le BRGM a récemment réalisé des travaux sur la présence potentielle de pollutions d'origine industrielle en identifiant des zones dites d'« attention » pour les COHV. Cependant, les données et la méthodologie utilisées font que les résultats cartographiques de cette étude sont difficilement comparables avec les cartographies présentées dans ce rapport. Par conséquent, la comparaison n'était pas pertinente. Pour plus d'informations, l'espace cartographique du SIGES de l'Aquifère Rhénan (<http://sigesar.brgm.fr>) et les rapports suivants peuvent être consultés : Rapports BRGM RP-65466-FR – 2016 et RP-67491-FR – 2018.

Tableau 10 :
Chiffres clés et principaux résultats

Masse d'eau	Nappe d'Alsace	Aquifères du Sundgau
Nombre de substances recherchées	21	21
Nombre de points	528	40
Fréquences de quantification	20 %	2,5 %
Substance(s) la(es) plus quantifiée(s)	Somme des tri- et tétrachloroéthylène (12%), Somme trihalométhane (8.4%), tétrachloréthylène (7,8%)	Seulement 2 substances quantifiées : Chloroforme (3%) et Somme trihalométhane (3%)
Performances analytiques (limites de quantification (LQ))	LQ comparables entre la nappe phréatique d'Alsace et les aquifères du Sundgau	
Dépassements des valeurs seuils prises en référence	Somme des tri- et tétrachloroéthylène (1,5%), chlorure de vinyle (0,2%) Hexachlorobutadiène (0,2%)	Aucun dépassement

● Nappe phréatique d'Alsace

Les 21 COHV ont été analysés sur 528 points de mesures et ont été quantifiés sur 20% des points (présence d'au moins un des composés).

Comme le montre la carte 15, qui ne prend en compte que les 17 COHV disposant de critères de potabilités, les secteurs les plus contaminés sont généralement sous influences urbaine et industrielle.

9 points de mesures sont concernés par des dépassements de valeurs seuils et se situent au droit ou environs des villes de Molsheim, Sélestat, Colmar et Mulhouse.

4 paramètres sont reliés à ces dépassements : la somme du tétra- et trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène, le chlorure de vinyle et l'hexachlorobutadiène.

A noter que 4 points de mesures (Nord de Strasbourg et de Mulhouse) atteignent une concentration égale à 80% de la valeur seuil, ce qui peut être considéré comme un seuil d'alerte.

La concentration maximale est relevée sur un point de mesures situé dans le nord-ouest de la ville de Colmar avec 38,84 µg/L. En termes de diversité, 17 points de mesures présentent au moins 3 COHV et le cocktail le plus important est relevé à Duttlenheim (à l'Ouest de Molsheim) avec 4 substances.

Hormis ces zones de fortes concentrations au regard des valeurs seuils pour l'eau potable, la carte 15 révèle une présence importante et dispersée des COHV dans la nappe

phréatique. 3 « panaches » principaux sont observés, du sud vers le nord, dans les secteurs suivants :

- ▲ Au droit du bassin versant de la Thur en aval de Thann (panache d'une quinzaine de kilomètres)
- ▲ Au nord de la ville de Mulhouse (panache de large extension d'environ 35 km de longueur sur 15 km de largeur)
- ▲ En centre plaine, entre les villes de Sélestat et de Colmar (panache en forme allongée de 25 km de longueur sur 5 km de largeur)

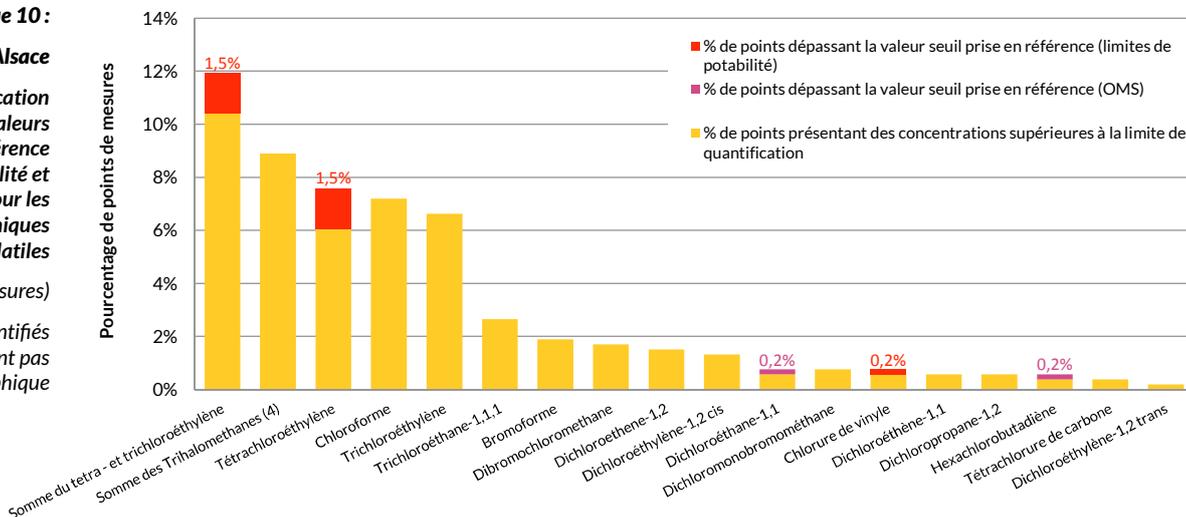
Les solvants retrouvés dans ces 3 secteurs sont probablement la conséquence de sources d'émissions multiples. Les 3 grands panaches décrits sont vraisemblablement constitués de plusieurs petits panaches de dimensions kilométriques ou plus. 2 panaches sont situés dans des zones agricoles, voire forestières (Hardt), ce qui traduit un fort pouvoir de migration de ces substances. En effet, l'extension importante des panaches semble cohérente avec le comportement potentiel des COHV en zone saturée, qui ont tendance à former des panaches étendus. La limite de l'interprétation réside dans la caractérisation verticale de ces panaches. En effet, les COHV peuvent avoir tendance à migrer vers le fond.

Le graphique 10 présente le classement des COHV les plus quantifiés et retrouvés au moins une fois. 18 des 21 COHV ont été identifiés. Par ordre décroissant, avec des taux de quantification situés entre 12 % et 6,6%, les COHV les plus retrouvés sont : la somme du tétrachloroéthylène et du trichloroéthylène, la somme des 4 trihalométhanes, le tétrachloroéthylène, le chloroforme et le trichloroéthylène.

Les autres substances quantifiées sont retrouvées en faible proportion (taux de quantification proches ou inférieurs à 2%).

Graphique 10 :

Nappe phréatique d'Alsace
Fréquences de quantification et de dépassement des valeurs seuils prises en référence (limites de potabilité et valeurs guide OMS) pour les 21 Composés Organiques Halogénés Volatiles
(529 points de mesures)
N.B. : les COHV non quantifiés (soit 5 substances) ne sont pas représentés sur ce graphique



● Aquifères du Sundgau

Selon les résultats 2016, la présence de COHV au droit des 40 points de mesures investigués dans les aquifères du Sundgau est anodine. En effet, leur présence (chloroforme et somme des 4 trihalométhanes) n'a été détectée que sur un point de mesures, au sud de Mulhouse.

▲ Carte d'identité des COHV

▲ Les origines

Les COHV sont des substances de synthèses organiques (solvants) chlorées, bromées, fluorées ou iodées appartenant à la famille des solvants. Ces solvants sont historiquement et couramment utilisés dans l'industrie et le bâtiment (peintures, colles, vernis) comme dégraissseurs, dissolvants, détachants et décapeurs.

▲ Sources d'émission

Les sites industriels ou les sites historiquement pollués sont le plus souvent à l'origine des pollutions. Les rejets directs à l'évier (particuliers ou petites entreprises) ou les décharges peuvent être également des facteurs de contamination.

▲ Propriétés et comportement dans l'environnement

Ces composés sont très volatils et très fluides. Leur solubilité et leur stabilité chimique varie d'un composé à l'autre, mais ils sont assez vite dégradés ou dispersés (volatilité, photolyse, biodégradabilité) dans les eaux superficielles. En revanche, s'ils migrent rapidement dans le sous-sol et les eaux souterraines, leur persistance augmente.

▲ Statut réglementaire / valeurs seuils

La mise sur le marché et l'usage des COHV en Europe est cadrée par un important corpus de textes réglementaires. Les COHV sont considérés comme des déchets dangereux à traiter en déchetterie ou circuit spécialisé.

Les COHV font partie des substances suivies dans le cadre de l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau au titre de la Directive Cadre sur l'Eau. Localement, les COHV constituent un enjeu impliquant un suivi spécifique de la nappe phréatique d'Alsace.

Parmi les 21 COHV recherchés, 12 font l'objet de valeurs seuils réglementaires pour l'eau potable (Directive eau potable 98/83/CE et Arrêté du 11/01/2017). Pour 6 autres, des valeurs guides OMS sont également recensées. Enfin, en 2018, l'ANSES (avis n° 2016-SA-0162) a déterminé une valeur sanitaire pour le tétrachlorure de carbone pour l'eau potable.

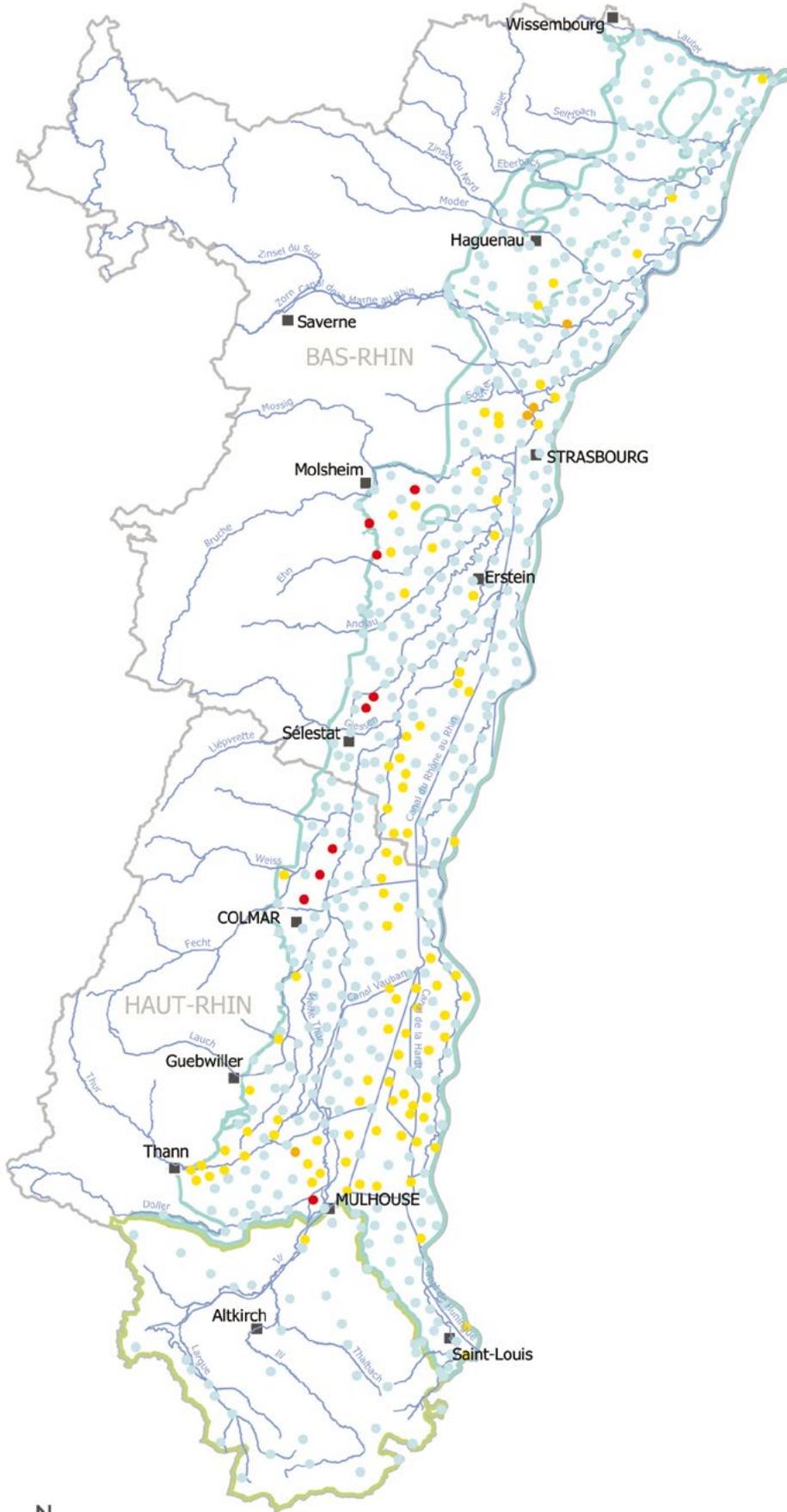
▲ Impact environnemental

Rapidement dégradés et volatilisés, les COHV sont peu toxiques pour les organismes aquatiques. La bioaccumulation est faible. La toxicité est en revanche plus problématique pour les mammifères.

▲ Impact sanitaire

Les COHV présentent une toxicité chronique et aigüe pour l'homme, avec des effets cancérigènes avérés et mutagènes suspectés. Plus que l'eau, l'air (volatilité des composés) serait le mode d'exposition principal.



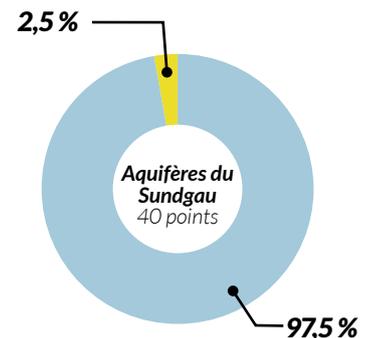
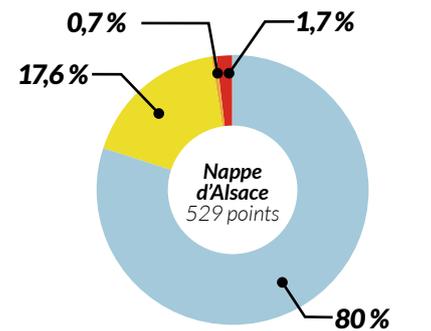


Carte 15 :

Composés Organiques
Halogénés Volatils (COHV)

17 substances soumises à des limites de qualité pour l'eau potable ou à des valeurs guide (OMS, ANSES)

- Aucune substance mesurée
- Au moins une substance mesurée
- Au moins une substance supérieure au seuil d'alerte (80% de la limite de qualité)
- Au moins une substance supérieure à la limite de qualité



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring
des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financiers :



FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL (FEDER)
EUROPEISCHER FOND FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG (EFRE)



HYDROCARBURES ET COMPOSÉS AROMATIQUES DIVERS

Les hydrocarbures et les composés aromatiques divers sont des substances organiques émises par les activités urbaines et industrielles. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et les Xylènes) sont retrouvés de manière diffuse sur respectivement 27% et 28% des points analysés au droit de la nappe phréatique. Les chloroanilines (composés aromatiques) sont quasiment absentes.

Une liste de 38 micropolluants organiques appartenant à diverses familles d'hydrocarbures et de composés organiques volatils (COV) a été recherchée. Ces 38 molécules peuvent être catégorisées en plusieurs groupes :

- ▲ Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) avec 19 substances
- ▲ Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et les Xylènes) et dérivés du benzène avec 12 substances
- ▲ Les chloroanilines (composés aromatiques), avec 6 substances
- ▲ Les hydrocarbures totaux HCT, représentés par un seul paramètre (l'indice hydrocarbure)

Ces micropolluants sont historiques et non émergents, mais les résultats montrent une présence non négligeable dans les eaux souterraines alsaciennes.

▲ Analyse des résultats

La liste des 38 molécules recherchées étant assez hétérogène en termes d'usages, de familles chimiques, de limites de quantification et de nombre de points de mesures sur lesquels elles ont été cherchées, elles font l'objet de plusieurs exploitations cartographiques.

Au regard des niveaux d'occurrences, les 23 substances les plus impactantes (19 HAP et les 4 principaux BTEX) sont présentées dans ce chapitre.

Concernant la carte des HAP, à noter que moins d'un tiers des substances dispose de valeurs seuils ou guides pour l'eau potable. Pour les BTEX, après analyse des résultats, une approche « sanitaire » n'était pas pertinente vu l'absence de dépassement des valeurs seuils.

Comme pour les COHV, le BRGM a récemment identifié des « zones d'attention » pour les HAP et les BTEX. Cependant, les jeux de données (réseau de mesures, période prise en compte, nombre de points, paramètres choisis) étaient trop différents pour donner lieu à une comparaison. Pour plus d'informations, l'espace cartographique du SIGES de l'Aquifère Rhénan (<http://sigesar.brgm.fr>) et les rapports suivants peuvent être consultés : Rapports BRGM RP-65466-FR – 2016 et RP-67491-FR – 2018.

Tableau 11 :
Chiffres clés et principaux résultats

	Nappe d'Alsace	Aquifères du Sundgau
Nombre de substances recherchées	38	38
Nombre de points	BTEX et chloroanilines : 529 pts HAP et HCT : 131 pts	Chloroanilines : 151 pts BTEX, HAP, HCT : 40 pts
Fréquences de quantification	4 BTEX : 28% 19 HAP : 27% 6 Chloroanilines : <1%	19 HAP : 12,5% 4 BTEX : 5% 6 Chloroanilines : 0%
Substance(s) la(es) plus quantifiée(s)	Xylène (28%), xylènes m-p (28%), pyrène (19,1%)	Benzo(g,h,i)pérylène (7,5%), Indéno(1,2,3-cd)pyrène (7,5%), Benzo(a)anthracène (5%)
Performances analytiques (limites de quantification (LQ))	LQ comparables entre la nappe phréatique d'Alsace et les aquifères du Sundgau	
Dépassements des valeurs seuils prises en référence	Benzo(a)pyrène (3,8%) Indéno(1,2,3-cd)pyrène (0,8%)	Aucun dépassement

● **La nappe phréatique d'Alsace**

Benzène Toluène Ethylbenzène Xylènes : les BTEX ont été analysés sur un réseau de 529 points de mesures et sont significativement quantifiés sur 28% de ces points.

La carte 16 représente la distribution spatiale de la somme des concentrations en BTEX par point. Elle traduit une omniprésence de ces composés dans les eaux souterraines avec une répartition géographique relativement homogène et disséminée. Les concentrations sont cependant faibles.

Pour le benzène, aucun dépassement de la valeur seuil pour l'eau potable de 1 µg/L n'est compté. Pour le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes, les valeurs guides de l'OMS se situent entre 300 et 700 µg/L et sont donc loin d'être atteintes.

D'après les niveaux de teneurs rencontrés (cf. carte 17), les secteurs les plus impactés sont situés 1) entre Haguenau et Strasbourg, 2) à l'ouest d'Erstein, 3) à l'est de Sélestat et enfin 4) entre Guebwiller et Mulhouse.

Selon l'analyse des données, 5 des 6 points où les concentrations sont les plus fortes (>0,1 µg/L sur la carte) sont ceux où des dépassements de valeurs seuils ont été observés (le point faisant exception est celui situé le plus au sud, pour le secteur de Sélestat).

Les dépassements sont induits par le Benzo(a)pyrène (valeur seuil de 0,01 µg/L) pour les 5 points et par la somme des 4 HAP sur 4 points (valeur seuil de 0,1 µg/L).

La distribution géographique des teneurs peut s'expliquer par l'usage courant des BTEX dans l'industrie, très présente en Alsace, mais aussi par leur présence dans les carburants. Le trafic routier et les stations-services figurent parmi les principales sources d'émissions (retombées atmosphériques des BTEX émis par les échappements et lessivage des chaussées). En rappelant que la nappe phréatique est située à faible profondeur, les BTEX émis à la surface peuvent par conséquent rapidement s'y infiltrer. La répartition des points contaminés ne laisse pas apparaître l'existence de panache de grande ampleur, à l'image des COHV.

La teneur maximale en HAP est identifiée sur un point situé à Feldkirch (Sud-Est de Guebwiller) avec 0,48 µg/L. Situé en aval du Terril Alex, la pollution est probablement liée aux activités industrielles historiques des mines de potasse d'Alsace.

En nombre de substances, 15 points de mesures sont affectés par la présence d'au moins 5 HAP. Le plus contaminé est situé à Sundhouse (puits incendie), avec 11 HAP quantifiés. Ce puits est implanté sur le trottoir et est possiblement impacté par des eaux contaminées par ruissellement sur la chaussée. La pollution est vraisemblablement ponctuelle.

Sur ces deux points, le Benzo(a)pyrène et la somme des HAP présentent des dépassements de leur valeur seuil.

Graphique 11 :

Nappe phréatique d'Alsace

Fréquences de quantification et de dépassement des valeurs seuils prises en référence (limites de potabilité et valeurs guide OMS) pour les 38 hydrocarbures et composés aromatiques divers

(131 et 529 points de mesures)

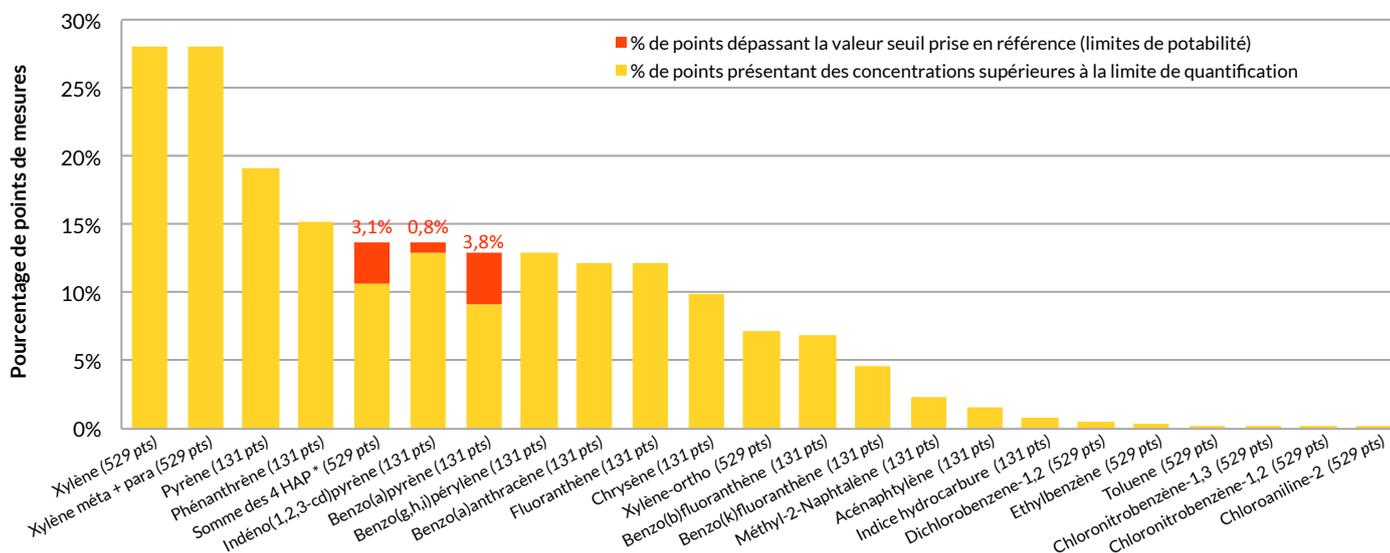
N.B. : les hydrocarbures et composés aromatiques divers non quantifiés (soit 14 substances) ne sont pas représentés sur ce graphique

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : la situation géographique de la contamination des HAP (somme des concentrations des 19 HAP) est présentée en carte 17. Analysés sur 131 points de mesures, leur fréquence de quantification est de 27%. La plupart des concentrations (en somme) sont inférieures à 0,01 µg/L.

On constate que la distribution spatiale des concentrations est disséminée à l'échelle de toute la nappe phréatique et non uniquement à proximité des zones urbaines d'où ils proviennent principalement. Le lessivage des eaux de voiries et les retombées atmosphériques d'HAP expliquent probablement ce caractère diffus.

Chloroanilines et les dérivés du benzène : ces substances apparaissent très peu, les résultats n'ont pas été représentés sur une carte.

Le graphique 11 propose une synthèse des fréquences de quantification par substances. 22 des 38 composés ont été retrouvés au moins une fois, avec en tête les xylènes (BTEX) de par son taux de quantification proche de 28%. 3^e de ce classement, le pyrène est le plus courant des HAP avec un taux de quantification de 19%. 12 composés ont une fréquence de quantification supérieure à 5%, à l'exception de la somme des HAP.



*somme de Indéno(1,2,3-cd)pyrène + Benzo(g,h,i)pérylène + Benzo(b)fluoranthène + Benzo(k)fluoranthène.
Le paramètre «Somme des 4 HAP» est un paramètre calculé, non comptabilisé dans les 38 composés

● Aquifères du Sundgau

Les BTEX ont été analysés sur un réseau de 40 points de mesures et sont apparus sur 2 des points échantillonnés. D'après la carte 16, ces points se situent à proximité d'Altkirch et au sud-ouest du Sundgau.

Les teneurs mesurées sont faibles et aucun dépassement des valeurs seuils n'est à signaler. Les BTEX retrouvés sur ces deux points sont des xylènes (graphique 12).

Recherchés sur le même réseau de mesures que les BTEX, les HAP sont quantifiés sur 12,5% des 40 points analysés (soit 5 points). Les deux points les plus impactés sont situés au sud du Sundgau à des concentrations inférieures à 0,1 µg/L et aux limites de potabilités pour les substances qui en possèdent.

Un nombre de 8 substances a été relevé (concentration de 0,042 µg/L) sur le point situé le plus au sud-est de la commune de Leymen. Le milieu forestier environnant pourrait laisser croire que cette contamination provient certainement d'un dépôt sauvage d'ordures.

Les chloroanilines n'ont pas été quantifiées dans le Sundgau.

En excluant la somme des 4 HAP, 11 des 38 composés recherchés ont été identifiés (graphique 12). **Les fréquences de quantification les plus importantes reviennent au Benzo(g,h,i)pérylène et à l'Indéno(1,2,3-cd)pyrène avec des taux à 7,5%.**

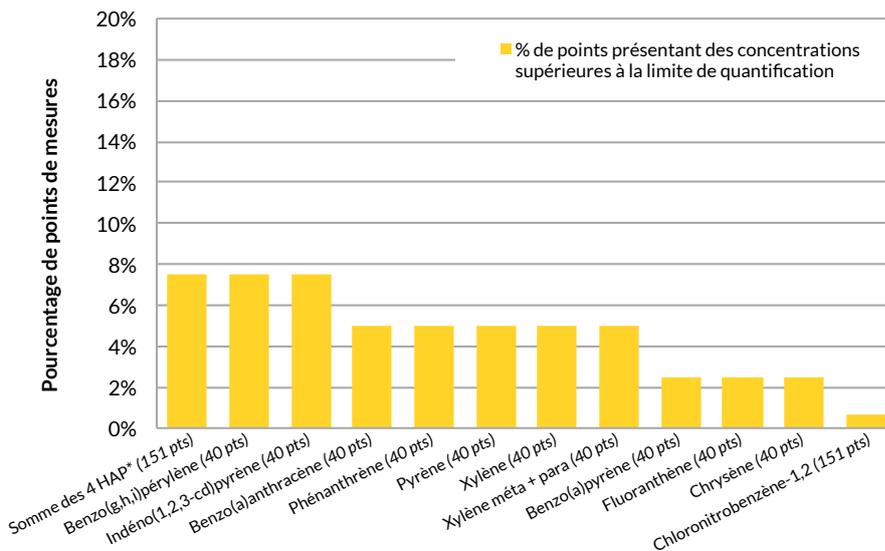
Graphique 12 :

Aquifères du Sundgau

Fréquences de quantification et de dépassement des valeurs seuils prises en référence pour les 38 hydrocarbures et composés aromatiques divers

(40 et 151 points de mesures)

N.B. : les hydrocarbures et composés aromatiques divers non quantifiés (soit 25 substances) ne sont pas représentés sur ce graphique



*somme de Indéno(1,2,3-cd)pyrène + Benzo(g,h,i)pérylène + Benzo(b)fluoranthène + Benzo(k)fluoranthène.
Le paramètre «Somme des 4 HAP» est un paramètre calculé, non comptabilisé dans les 38 composés



▲ Carte d'identité des Hydrocarbures et des composés aromatiques divers

▲ Origines :

Les HAP sont une sous-famille d'hydrocarbures aromatiques générés par la combustion de matières pétrolières et carbonées. Certains HAP sont exploités pour la fabrication de goudrons, de bitumes, d'enduits d'étanchéité et d'huiles de synthèse.

Les BTEX et leurs dérivés sont des hydrocarbures mono aromatiques volatils très utilisés dans l'industrie chimique (raffineries, chimie de synthèse, plasturgie) et servent divers usages en tant qu'additifs ou de solvants. Les gaz d'échappement de voitures et émanation des réservoirs de carburants contiennent des BTEX.

Les chloroanilines sont des dérivés chlorés organiques aromatiques utilisés pour la fabrication d'herbicides (diuron), de mousses polyuréthanes, de caoutchouc synthétique et de certains médicaments. Ils sont également produits par dégradation de substances dérivées du benzène.

▲ Sources d'émission :

Pour les HAP, les transports (moteurs à combustion), les travaux de voiries (bitumage), les émissions urbaines (domestiques, chauffage), les fuites d'industries pétrochimiques ou le traitement du bois (traverses de chemin de fer) peuvent constituer des sources d'émissions vers l'environnement.

Les BTEX sont principalement émis dans l'air du fait de leur forte volatilité. Certains composés peuvent atteindre les eaux souterraines avec des contaminations originaires de sites pollués (industries, décharges, stations service, etc.)

Les rejets ponctuels industriels et la dégradation des produits contenant des chloroanilines sont des sources de rejets potentielles.

▲ Propriétés et comportements dans l'environnement :

Les HAP sont peu solubles, très persistants et s'accumulent dans les sédiments et la chaîne alimentaire. Certains HAP sont classés comme étant des Polluants Organiques Persistants (POP).

Les BTEX sont très volatils, très solubles mais peu persistants (y compris dans l'eau). Leur potentiel de bioaccumulation est faible.

Les chloroanilines sont très solubles mais se dégradent très rapidement dans l'eau. Leur potentiel de bioaccumulation est faible.

▲ Statut réglementaire / valeurs seuils :

es HAP sont une famille vaste de molécules faisant appel à beaucoup de réglementations différentes. Pour la ressource en eau, 8 HAP sont des substances prioritaires de la DCE et 6 sont classées comme dangereuses. 6 HAP (fluoranthène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[g,h,i]pérylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène et benzo[a]pyrène) ont des limites de qualité (1µg/L pour la somme des 6) s'appliquant pour les eaux brutes exploitées pour les EDCH. Pour les eaux distribuées, les limites de qualité concernent la somme du benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[g,h,i]pérylène et indéno[1,2,3-cd]pyrène (0,1 µg/L pour la somme des 4) et le benzo[a]pyrène (0,01 µg/L).

Le benzène étant le BTEX le plus nocif est le plus réglementé au niveau de sa production et de ses usages. Pour les EDCH, le benzène possède une limite de qualité (1 µg/L) et les 3 autres BTEX disposent de valeurs guides OMS.

Plusieurs chloroanilines font partie de la liste des substances prioritaires de la stratégie communautaire sur les

perturbateurs endocriniens. Leur usage est très réglementé et réduit, du fait de la forte nocivité de ces composés.

▲ Impact environnemental :

L'usage multiple de ces substances induit un risque élevé de transfert vers les milieux aquatiques. Les HAP, BTEX et chloroanilines sont toxiques et dangereux pour les écosystèmes aquatiques et l'environnement. Les HAP s'accumulent dans les tissus adipeux des poissons et mollusques ainsi que dans les sédiments et le phytoplancton. Les BTEX et les chloroanilines se dégradent assez vite, limitant ainsi leur écotoxicité.

▲ Impact sanitaire :

L'ensemble de ces composés (HAP, BTEX, chloroanilines) sont toxiques pour l'être humain.

Les HAP et BTEX sont des cancérogènes avérés et des perturbateurs endocriniens avérés ou suspectés. Les chloroanilines sont des perturbateurs endocriniens très toxiques et portent atteinte aux voies respiratoires et à l'hémoglobine.

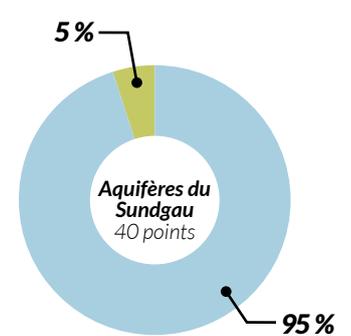
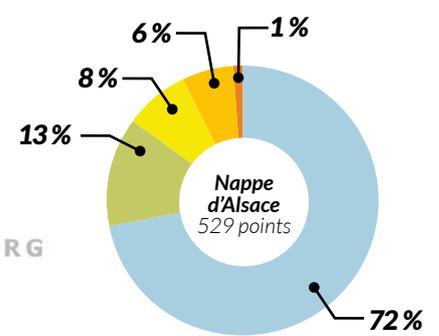
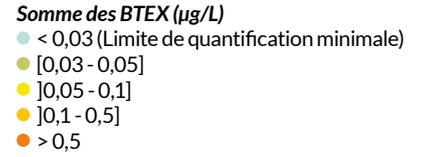
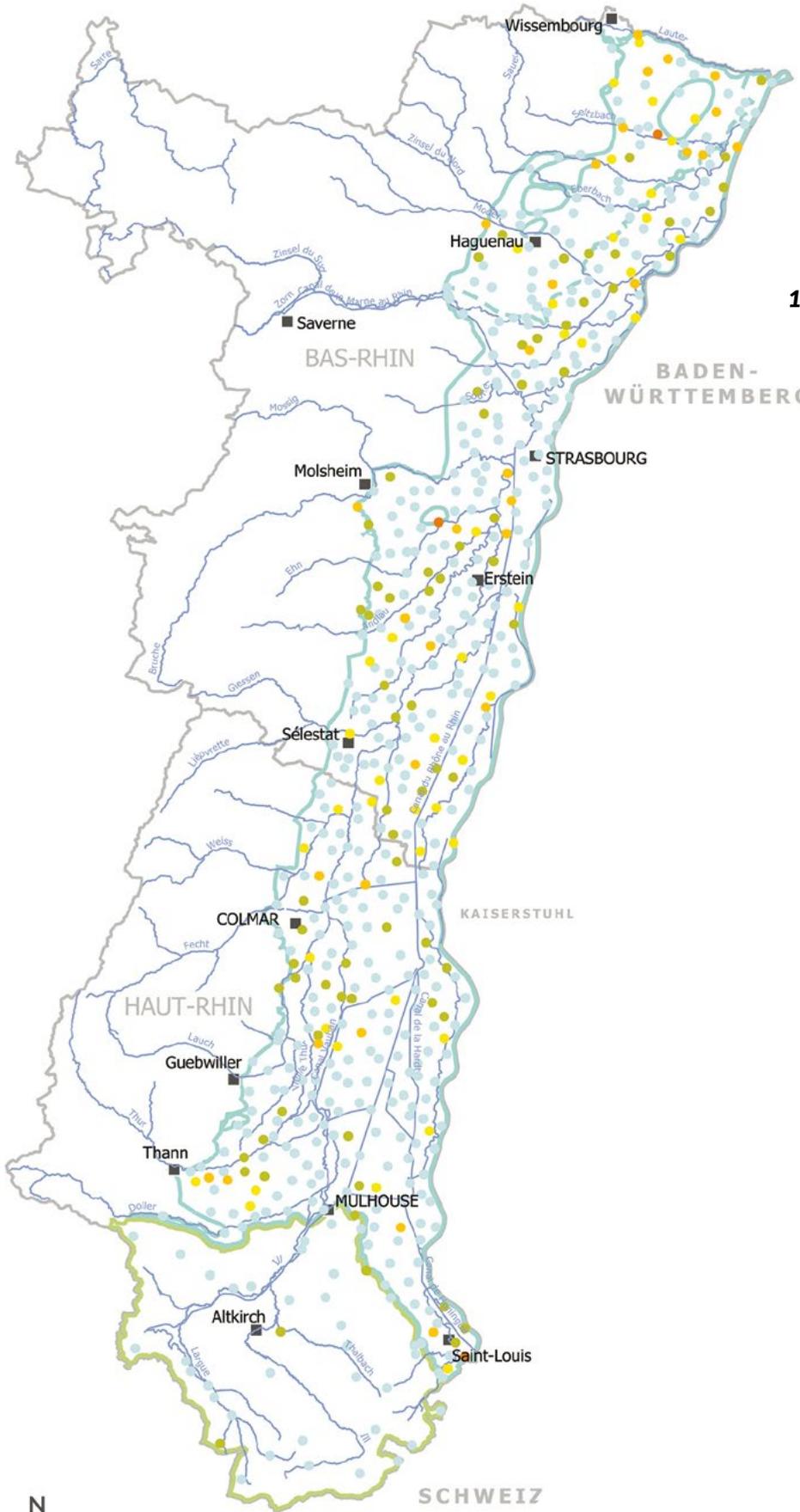
La contamination de l'organisme par les eaux de boisson est assez négligeable. L'alimentation et le cadre professionnel (contact avec les composés volatils) sont les premières voies d'exposition. On note par exemple une surexposition lors du remplissage des réservoirs de véhicules (vapeurs de BTEX).



Carte 16 :

BTEX

Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène

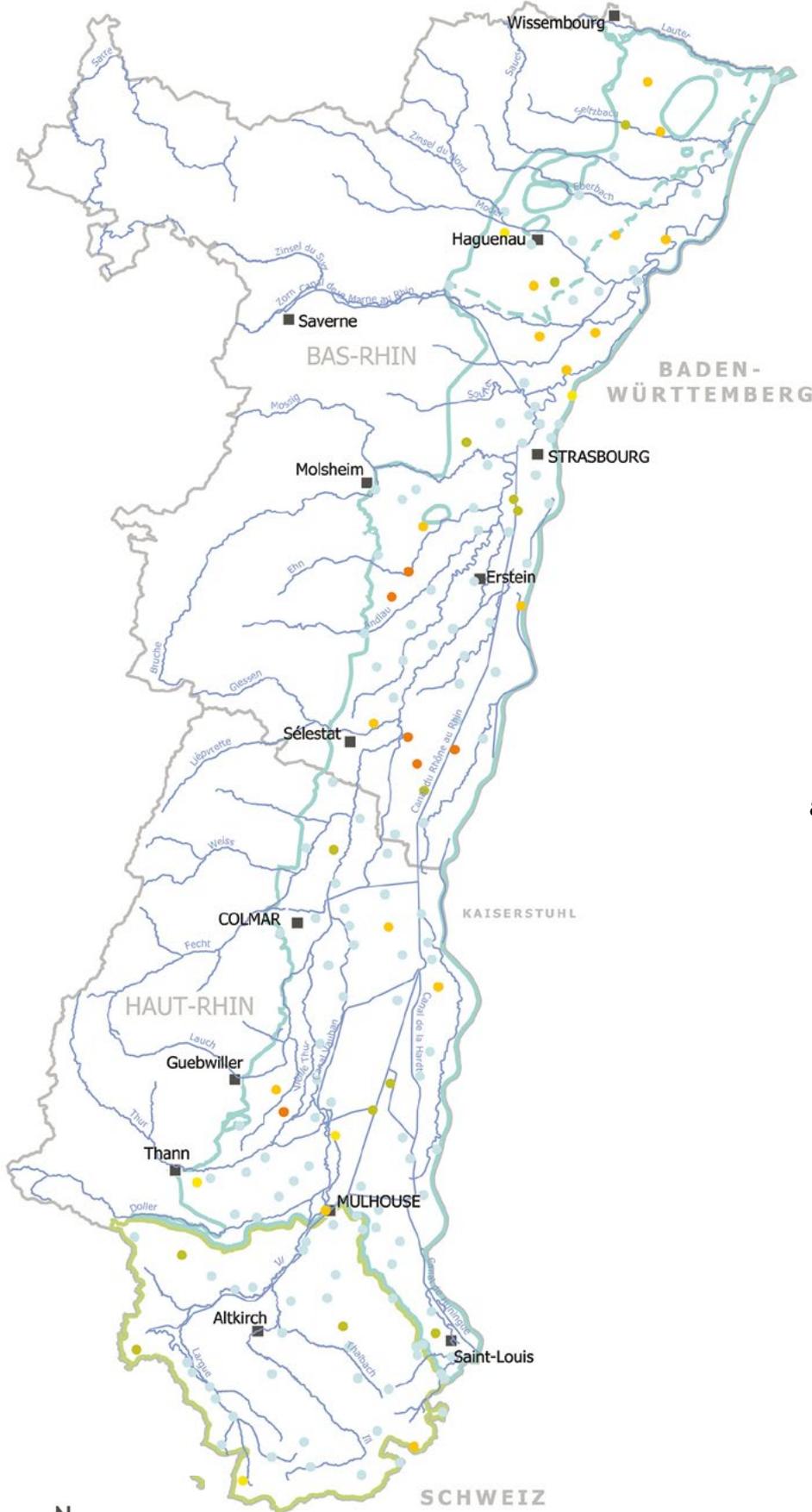


- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019
**Évolution de la Ressource et Monitoring
 des Eaux Souterraines en Alsace**
 Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)
 Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR
 Financeurs :





Carte 17 :

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

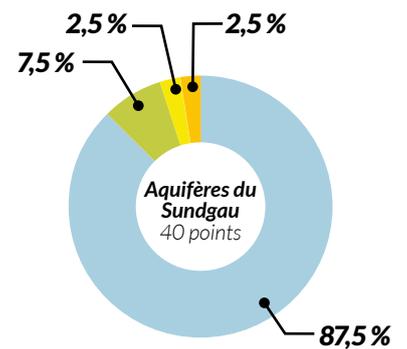
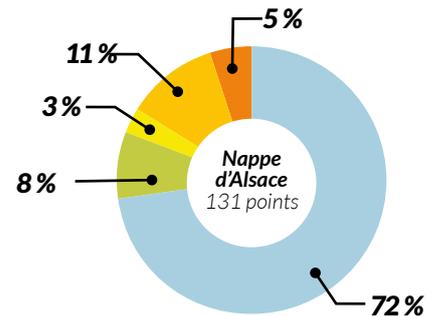
19 substances recherchées

Liste des substances recherchées :

- Acénaphtène
- Acénaphtylène
- Anthracène
- Benzo(a)anthracène
- Benzo(a)pyrène
- Benzo(b)fluoranthène
- Benzo(g,h,i)pérylène
- Benzo(k)fluoranthène
- Biphényle
- Chrysène
- Dibenzo(a,h)anthracène
- Fluoranthène
- Fluorène
- Indéno(1,2,3-cd)pyrène
- Méthyl-2-Fluoranthène
- Méthyl-2-Naphtalène
- Naphtalène
- Phénanthrène
- Pyrène

Somme des concentrations en HAP (µg/L)

- < 0,0006 (Limite de quantification minimale)
- [0,0006 - 0,005]
- [0,005 - 0,01]
- [0,01 - 0,1]
- > 0,1



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financiers :





QUALITÉ GLOBALE DE LA RESSOURCE AU REGARD DES CRITÈRES DE POTABILITÉ POUR LES EAUX DESTINÉES À LA CONSOMMATION HUMAINE

40% des points de mesures de la nappe phréatique d'Alsace et 46 % des points des aquifères du Sundgau dépassent les valeurs seuils pour l'eau potable pour au moins une des substances mesurées. Le centre plaine de Thann-Mulhouse et la partie centre-orientale du Sundgau sont les secteurs les plus dégradés. Les pesticides et les nitrates sont les premières substances responsables de la dégradation de la qualité de la ressource en eau du territoire, au regard de l'objectif d'une production d'eau potable sans traitement. Dans cette optique, les eaux souterraines de la bande rhénane au nord et au sud de Strasbourg apparaissent relativement préservées.

Les eaux souterraines sont une ressource à préserver car elles alimentent près de 80% de la population alsacienne en eau potable. Elles font partie intégrante du cycle de l'eau en alimentant les cours d'eau et en permettant l'existence d'écosystèmes aquatiques tels que les zones humides.

La pureté naturelle des eaux de la nappe phréatique d'Alsace doit permettre son exploitation sans traitement coûteux pour les collectivités, certaines industries et le consommateur. L'objectif affiché par les acteurs du domaine de l'eau, et inscrit dans le SAGE III-Nappe-Rhin est bien de « Protéger et reconquérir la qualité des eaux de la nappe rhénane, afin de garantir sur l'ensemble du territoire une eau potable sans traitement préalable, pour les générations présentes et à venir ».

En lien avec les enjeux pour l'eau potable, ce chapitre s'attache à réaliser une évaluation de la qualité globale de la ressource en eau brute au regard des substances disposant de normes réglementaires applicables au contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

Tableau 12 :
Chiffres clés et principaux résultats

	Nappe d'Alsace	Aquifères du Sundgau
Nombre de substances recherchées	154	152
Nombre de points	529	151
Taux de points dégradés (dépassement de la valeur seuil pour au moins une des substances recherchées)	40 %	46 %
Taux de points exempt de pollution non nuisible à un usage eau potable au regard des substances recherchées	50 %	52 %
Nombre moyen de substances présentant un dépassement de la valeur seuil pour les points dégradés	2,2	2,25
Substances principalement responsables des déclassements	pesticides et nitrates	pesticides et nitrates

▲ Analyse des résultats

Rappel : 154 substances analysées dans le cadre du projet ERMES sont prises en compte dans cette évaluation, incluant des pesticides, des paramètres physico-chimiques comme les nitrates et les métaux lourds, des COHV, des HAP et les perchlorates, etc. (cf. liste complète présentée dans le tableau en annexe).

Le fer, le manganèse, le pH, la conductivité, le carbone organique et la température ne sont pas considérés. Sont également exclus de la liste, 4 métabolites de pesticides dits « pertinents » pour lesquels une limite de qualité à 0,1 µg/L (limite pour les pesticides) a été proposée par l'ANSES en 2018 et 2019 (avis n° 2017-SA-0063 et n°2015-SA-0252) mais dont le suivi dans les EDCH n'est pas encore effectif.

L'exploitation cartographique identifie les points de mesures dont la qualité de l'eau brute analysée serait déclassée ou non si un usage « eau potable » sans traitement préalable était souhaité sur le point d'eau en question, selon ces 154 substances. Une valeur d'alerte (seuil d'alerte) est également utilisée lorsque 80% de la valeur de limite de potabilité est atteinte sur le point de mesures pour l'une des substances étudiées.

Les 154 substances contribuant à cette évaluation, prennent en compte :

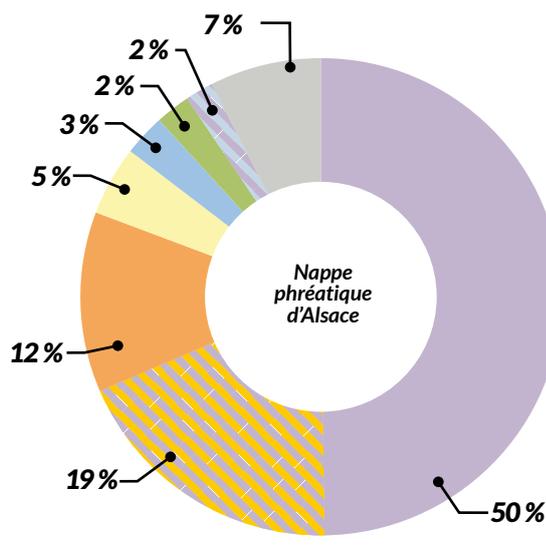
- ▲ 113 pesticides (substances actives et certains métabolites)
- ▲ 13 métaux lourds
- ▲ 12 COHV
- ▲ 8 HAP
- ▲ 6 paramètres physico-chimiques (dont nitrates, nitrites, ammonium, chlorures, sulfates, sodium).
- ▲ 4 autres substances : cyanures libres, cyanures totaux, bromates et perchlorates

À noter que les cyanures (libres et totaux) n'ont pas été recherchés dans les aquifères du Sundgau et que 3 paramètres de sommes de substances sont intégrés à l'évaluation (somme des pesticides, somme du tetrachloroéthylène et du trichloroéthylène, somme des trihalomethanes). Les 154 substances sont identifiées dans le tableau de synthèse annexé à ce document.

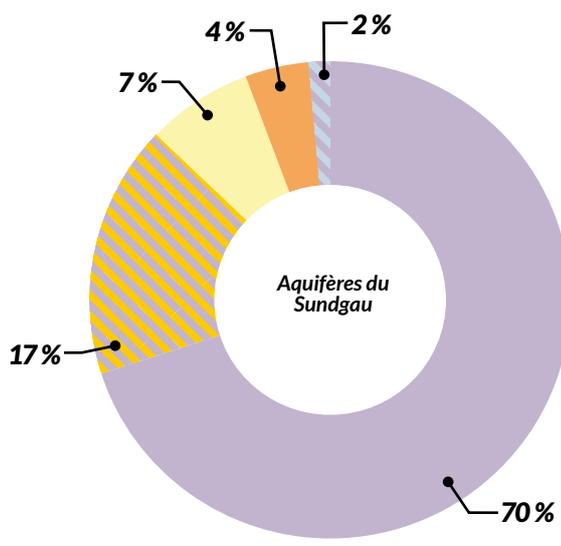
Illustration 3 :
Substances provoquant les
déclassés de la qualité de l'eau

- Pesticides (dont métabolites)
- Pesticides et paramètres physico-chimiques
- Paramètres physico-chimiques
- Éléments traces métalliques (ETM)
- Composés halogéné organiques volatils (COHV)
- Perchlorates
- Pesticides et éléments traces métalliques (ETM)
- Association diverses de composés, dont hydrocarbures aromatiques polycycliques, Bromates

Dépassements des limites de qualité par substances ou groupe de substances



Dépassements des limites de qualité par substances ou groupe de substances



● La nappe phréatique d'Alsace

Dans la nappe d'Alsace, les 154 substances considérées conduisent à la dégradation de la qualité de l'eau sur 40% des points de mesures. S'ajoutent à ces 40%, 10% de points de mesures en situation d'« alerte » (atteinte de 80% de la valeur de la limite de potabilité pour une ou plusieurs des 154 substances). Par ailleurs, 50% des points de mesures présentent une eau brute de bonne qualité qui pourrait satisfaire une utilisation destinée à la consommation humaine sans traitement.

En moyenne, les points dégradés sont impactés par la présence de 2,2 substances. Ces points sont principalement situés en bordure de nappe, dans le Pliocène de Haguenau et en centre-plaine avec souvent une présence combinée de pesticides et de nitrates, ou de plusieurs pesticides.

Le point enregistrant le plus de dépassements se situe en aval de la zone artisanale de Rosheim avec 10 concentrations supérieures aux valeurs seuils (mixte de 7 pesticides, 2 COHV et de nitrates).

La cartographie des 3 catégories de points (dégradés, en situation d'alerte et de bonne qualité) montre que les activités humaines ont un impact géographique variable sur la qualité globale des eaux souterraines (cf. carte 18).

La partie haut-rhinoise de la nappe apparaît comme le secteur le plus dégradé, en particulier à l'Est de Colmar et à l'Est de Thann.

Dans le Bas-Rhin, la présence des points dégradés est moins générale. Les dépassements de valeurs seuils se concentrent surtout dans 4 zones : le centre-plaine à l'Ouest de Sélestat, sur le Piémont vosgien dans le secteur de Molsheim, le sud du Pliocène de Haguenau et l'extrémité nord de la nappe.

En revanche, la qualité de la ressource en eau n'est pas compromise sur une large bande située en parallèle du Rhin et s'étendant de part et d'autre de Strasbourg (du Nord au Sud). Sur ce secteur, très peu de points sont dégradés. Ce secteur apparaît préservé de la présence des micropolluants examinés (cf. chapitres précédents) dans cette étude.

La pollution par les nitrates et les pesticides y est également moins importante. Cela peut en partie s'expliquer par les effets de dilution liés aux apports du Rhin, par une infiltration limitée des cours d'eau ainsi qu'au phénomène de dénitrification pour ce qui concerne les nitrates.

Les paramètres responsables des dépassements de limites de potabilité sont principalement les pesticides et les paramètres physico-chimiques minéraux (illustration 3).

En cumulé, ces deux familles de paramètres déclassent 79% des points dégradés. Les nitrates totalisent la majorité des dépassements de valeurs seuils pour la famille des paramètres physico-chimiques.

Un grand nombre de substances pourtant présentes dans la nappe phréatique n'ont actuellement pas de limites de potabilité (ex : PFC) et 4 métabolites de pesticides pertinents n'ont pas été intégrés à ce bilan. En fonction des évolutions réglementaires, leur prise en compte pourrait alourdir le taux de points de mesures déclassés quand on sait que plus de 45% des points de mesures présentent des concentrations en métolachlore ESA supérieures à 0,1 µg/L.

● Les aquifères du Sundgau

Pour les aquifères du Sundgau, **46% des points de mesures ne satisfont pas les limites de qualité**. Le seuil d'alerte, fixé à 80% de la valeur seuil, est dépassé par 2% des points. Une bonne qualité d'eau est observée sur 52% des points échantillonnés.

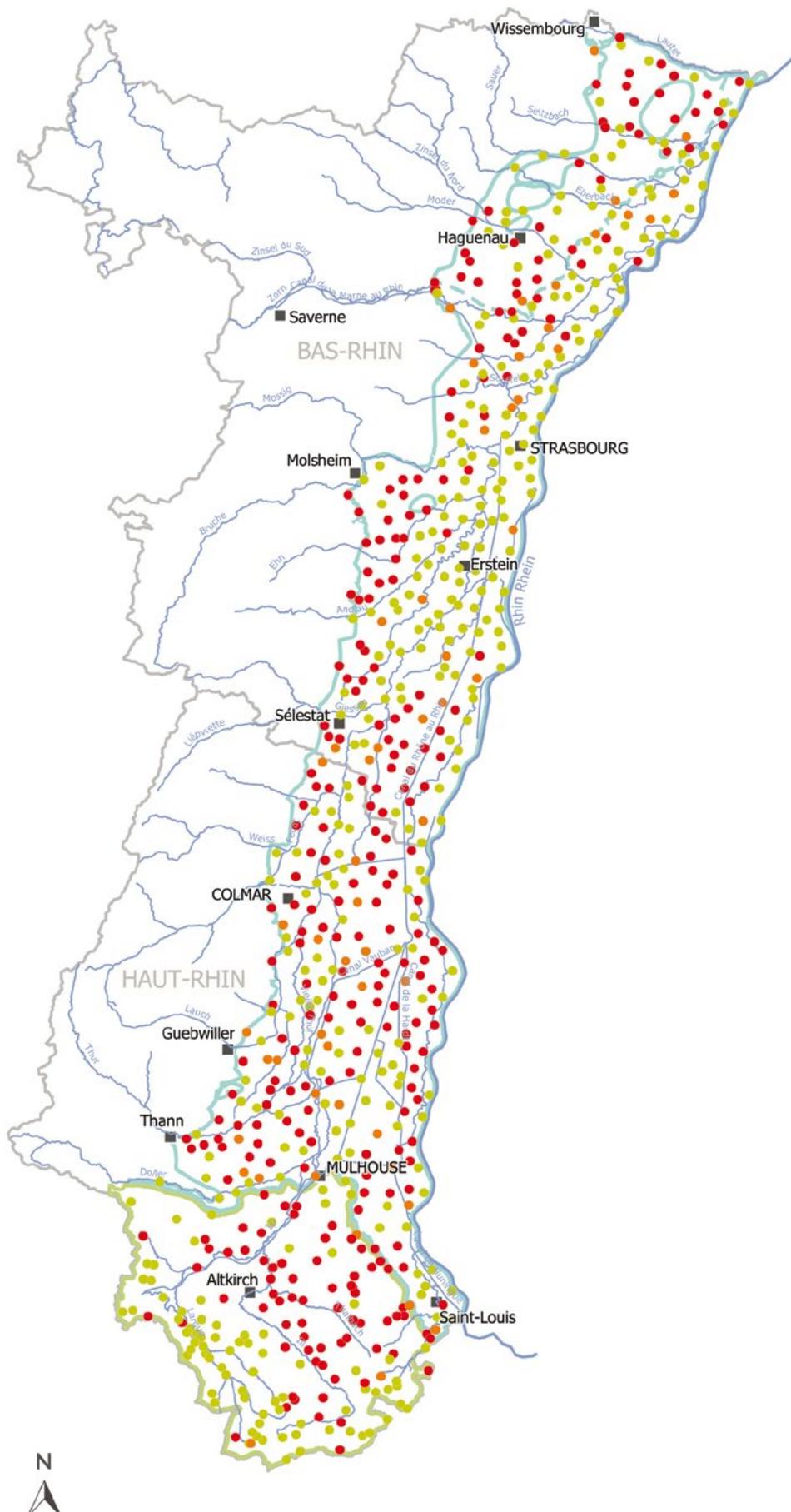
Environ 60% des points dégradés cumulent le dépassement de 2 substances (souvent nitrates et pesticides). En moyenne, 2,25 substances ont des concentrations supérieures à leur valeur seuil par point de mesures. 3 points d'eau proches d'Altkirch et 1 point à proximité de Saint-Louis sont impactés par les concentrations de 5 substances (cocktail maximal rencontrés dans le Sundgau).

La carte 18 met en exergue une forte dissimilitude entre les parties centre-orientales et le pourtour sud-occidental du Sundgau. Sur la première partie, qui correspond principalement à la nappe de la molasse alsacienne, la qualité globale des eaux souterraines est très dégradée. Cette situation est directement reliée à la présence de pesticides.

Sur le pourtour sud-occidental, qui coïncide avec les nappes karstiques du Jura alsacien et des cailloutis du Sundgau, très peu de dépassements des valeurs seuils sont relevés. Quelques points dégradés sont observés sur les bassins versants amont de l'III et de la Largue.

Comme pour la nappe d'Alsace, les substances dégradant le plus la qualité de la ressource en eau brute sont les pesticides et les nitrates (cf. illustration 3).





Carte 18 :

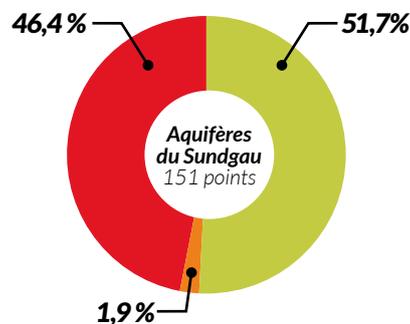
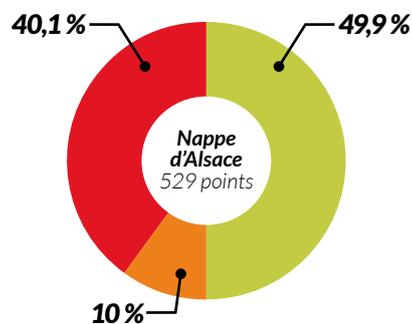
Qualité de la ressource au regard des critères de potabilité pour les eaux destinées à la consommation humaine

Prise en compte de 154 substances possédant une limite de qualité relative à l'usage «eau potable»

(hors pH, température, conductivité, carbone organique, fer, manganèse)

Dépassement des seuils d'alerte ou des limites de qualité relatives à l'usage «eau potable»

- Tous les paramètres inférieurs au seuil d'alerte
- Au moins un paramètre supérieur au seuil d'alerte (80% du seuil)
- Au moins un paramètre supérieur à la limite qualité



- Nappe phréatique d'Alsace
- Pliocène de Haguenau
- Aquifères du Sundgau
- Cours d'eau principaux



Projet ERMES Alsace - Juillet 2019

Évolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines en Alsace

Conception : Observatoire de la nappe d'Alsace (APRONA)

Données : APRONA - ERMES Rhin - Région Grand Est - BRAR

Financiers :





CONCLUSION

Avec près de 400 substances analysées, le projet ERMES 2016 permet d'établir une évaluation sans précédent de la qualité de la nappe phréatique d'Alsace et des aquifères du Sundgau. Ce second volet 2019 s'intéresse au cas complexe des micropolluants de synthèse. Au total, les résultats d'un large panel de 214 micropolluants, dont 157 émergents, ont été pris en compte.

Les relevés attestent d'une large présence de substances de synthèse dans les eaux souterraines. Des micropolluants ont été retrouvés sur la quasi totalité des points de mesures en nappe d'Alsace et sur 82% dans les aquifères du Sundgau. Les analyses révèlent par ailleurs que 62% des 214 substances recherchées ont été identifiées au moins une fois.

Une forte diversité de substances chimiques de synthèse et des fréquences de quantification (FQ) élevées en nappe d'Alsace. En rappelant que cette étude ne considère pas les pesticides et leurs métabolites (publication des résultats en 2017), cet exercice permet de déboucher sur les principaux constats suivants :

- ▲ Les composés perfluorés (PFC), reconnus comme très toxiques et pour certains perturbateurs endocriniens, sont les micropolluants les plus retrouvés de cette campagne à une FQ très élevée (79%);
- ▲ Les adjuvants alimentaires, et spécifiquement l'acésulfame, sont omniprésents (FQ à 78%) ;
- ▲ Les benzotriazoles, agents anticorrosifs, sont détectés sur 43% des points de mesures ;
- ▲ Les substances pharmaceutiques présentent une FQ voisine de 40%. La carbamazépine est le résidu médicamenteux le plus recensé (FQ à 32%) ;
- ▲ À des niveaux d'occurrence inférieurs mais significatifs, de nombreux autres micropolluants sont détectés (EDTA, COHV, HAP, BTEX, perchlorates, alkylphénols, plastifiants, dioxines). La plupart du temps, les concentrations analysées sont assez faibles.

Les eaux souterraines du Sundgau moins touchées. Les résultats mettent en évidence des taux de quantification nettement inférieurs pour les substances les plus ubiquistes de la nappe d'Alsace. Bien que pour certaines analyses les limites de quantification soient moins performantes que pour celles réalisées au droit de la nappe d'Alsace, les

niveaux de concentrations enregistrés dans le Sundgau sont moins élevés. Les PFC ont été retrouvés sur moins de 10% des échantillons, tout comme les substances pharmaceutiques. Les PFC majoritaires en nappe d'Alsace (PFHxS et SUL PFOS - FQ à 65% et 63%) n'ont pas été quantifiés dans le Sundgau et le plus quantifié des résidus médicamenteux, le tramadol, est détecté sur moins de 6% des points. Les perchlorates (FQ à 18%), les HAP (FQ à 13%) et les plastifiants (FQ à 11%) sont les micropolluants les plus fréquents.

Des dépassements peu fréquents des valeurs seuils fixées pour l'eau potable. D'une manière générale, les niveaux de concentrations rencontrés pour les micropolluants sont faibles. En nappe d'Alsace, 43% des concentrations en somme des 28 PFC analysés sont situés entre 0,01 et 0,1 µg/L et 46% sont inférieurs à 0,01 µg/L. Les teneurs en substances pharmaceutiques observées sont nettement inférieures aux doses procurant un effet thérapeutique. Seuls 3,5 % des teneurs sont supérieures à 0,1 µg/L. Les valeurs seuils de types sanitaires prises en compte dans cette étude sont rarement dépassées, mais il convient de souligner qu'une grande partie des micropolluants analysés ne sont pas réglementés en France et ne sont pas recherchés dans les Eaux Destinées à la Consommation Humaine (EDCH).

Seuls 75 des 214 micropolluants (hors pesticides) possèdent une valeur seuil française, européenne, allemande ou recommandée par l'OMS.

Les familles de micropolluants présentant le plus de dépassements sont : les COHV sur 9 points, les PFC sur 6 points, les HAP sur 5 points, et les substances pharmaceutiques sur 3 points.

Des apports de micropolluants par les rejets de stations de traitement des eaux usées (STEU). Actuellement, les STEU urbaines sont efficaces pour faire face à la pollution organique. Cependant, chaque jour les activités domestiques quotidiennes génèrent le rejet d'un grand nombre de produits (médicaments, cosmétiques, lessives, détergents, pesticides, solvants, tensioactifs, plastifiants, retardateurs de flammes, ...) que les traitements ►►

▶ classiques ne peuvent totalement éliminer. Ainsi, les PFC, les substances pharmaceutiques, les benzotriazoles ou encore les adjuvants alimentaires identifiés dans cette campagne de mesures proviendraient essentiellement des rejets de STEU via les cours d'eau, puis s'infiltreraient dans les eaux souterraines (ou éventuellement directement dans le sol par les fuites de réseaux de canalisation). Par ailleurs, une contamination liée à l'épandage agricole des boues d'épuration n'est pas à exclure dans les zones agricoles éloignées des cours d'eau puisque des études rapportent qu'une part non négligeable des micropolluants organiques (PFC notamment) est fixée dans les boues lors du traitement des eaux usées.

Une géographie des contaminations influencée par les zones urbaines et les relations nappe-rivière. D'un point de vue général, la multitude de substances recherchées et leurs origines multiples conduisent à une contamination diffuse et quasi-globale de la nappe phréatique d'Alsace. Elle apparaît néanmoins plus prononcée à proximité des zones urbaines (Strasbourg, Mulhouse-Thann) et dans les secteurs où la nappe phréatique est alimentée par les eaux de surface (centre-plaine du Haut-Rhin et environs de Strasbourg). À contrario, une zone située entre Sélestat et le sud de Strasbourg est moins impactée par les micropolluants recherchés : celle-ci est éloignée des plus grandes agglomérations et les rivières s'y écoulant drainent la nappe, ce qui pourrait limiter le transfert des substances vers le sous-sol.

Dans le Sundgau, les zones urbanisées et industrielles sont moins présentes et le fonctionnement hydrogéologique est plus complexe. La répartition spatiale des concentrations est donc plus hétérogène.

La qualité globale de l'eau : les pesticides toujours dans le viseur. La carte de synthèse sur la qualité de la ressource en eau brute au regard des 154 substances du projet ERMES, pesticides et nitrates compris et disposant de valeurs seuils réglementaires pour l'eau potable, présente qu'au total 40% des points de mesures de la nappe d'Alsace et 46% pour les aquifères du Sundgau dépassent les concentrations réglementaires autorisées dans les EDCH pour au moins un paramètre. Les pesticides et les nitrates sont les substances qui engendrent le plus de dépassements.

L'effet cocktail non pris en compte. La grande diversité de substances retrouvées en 2016 renvoie vers la problématique grandissante de l'« effet cocktail » liée aux mélanges de molécules. Si les concentrations de micropolluants retrouvées sont généralement faibles, « la dose ne fait pas forcément le poison » en tenant compte des effets synergiques.

La protection des ressources en eau : l'affaire de toutes et tous ! Les résultats présentés sont destinés à chacun d'entre nous dans la mesure où nous sommes tous, à degrés divers, producteurs, utilisateurs ou consommateurs de produits contenant ces substances. L'étude souligne que les micropolluants détectés sont en fait le reflet de nos styles de vie. Les pouvoirs publics et les acteurs économiques doivent se saisir de ce défi complexe des micropolluants pour en réduire les risques. Des mesures de prévention (limiter, réglementer ou interdire l'usage de substances) ou des mesures correctives et innovantes (parfaire les installations de traitement actuelles) sont attendues pour renforcer les programmes d'actions déjà mis en place. Prévenir et guérir, deux enjeux majeurs face à des substances dont les effets, même à faibles doses, sur la santé et l'environnement, sont encore peu connus.

Rendez-vous en 2022. Pour conserver un pas de temps basé sur la vitesse moyenne d'écoulement de la nappe, la prochaine évaluation de la qualité de la nappe d'Alsace et des aquifères du Sundgau devrait s'inscrire dans un nouveau programme ERMES et se profiler à l'horizon 2022. La veille vis-à-vis des polluants problématiques mis en évidence en 2016 se poursuivra alors, tout en actualisant le programme de mesures au gré des nouvelles avancées analytiques.



Bibliographie

- Agence de l'Eau Seine-Normandie (2018) - Guide pratique des micropolluants dans les eaux du bassin Seine-Normandie. 386 p.
- APRONA, AUE-BL, AUE-BS, HLNUG, LfU-RP, LUBW, SGD-Süd, 2018. ERMES-Rhin 2016 : Evolution de la Ressource et Monitoring des Eaux Souterraines du Rhin supérieur. INTERREG V. Rapport technique, 318p.
- ANSES (2019). Avis de l'ANSES relatif à « Évaluation de la pertinence des métabolites de pesticides dans les eaux destinées à la consommation humaine ». Saisine n°2015-SA-0252.
- ANSES (2018). Avis de l'ANSES relatif à la « Détermination d'une valeur sanitaire maximale (VMAX) pour le N,N - diméthylsulfamide dans l'eau destinée à la consommation humaine ». Saisine n° 2017-SA-0063.
- ANSES (2018). Avis de l'ANSES relatif à la « Pertinence de la ré-évaluation de la valeur guide pour les ions perchlorate dans l'eau destinée à la consommation humaine ». Saisines n° 2016-SA-0155 et 2017-SA-0170.
- ANSES (2017). Avis de l'ANSES relatif à la «évaluation des risques sanitaires d'alkyls per- et polyfluorés dans les eaux destinées à la consommation humaine». Saisine n° 2015-SA-0105
- ANSES (2013). Avis de l'ANSES relatif à « Évaluation des risques sanitaires liés à la présence de résidus de médicaments dans les eaux destinées à la consommation humaine : méthode générale et application à la carbamazépine et à la danofloxacine ». Saisine n° 2009-SA-0210
- ANSES (2013). Avis de l'ANSES relatif à « Évaluation des risques liés au Bisphénol A (BPA) pour la santé humaine et aux données toxicologiques et d'usage des bisphénols S, F, M, B, AP, AF, et BADGE. Saisines n° «2009-SA-0331» et «2010-SA-0197»
- ANSES (2011). Rapport sur la campagne nationale d'occurrence des composés alkyls perfluorés dans les eaux destinées à la consommation humaine – Ressources en eaux brutes et eaux traitées – mai 2011.
- BRGM-PERCHLORATES ; 2018 : Fiche d'appui à la gestion des perchlorates dans les eaux souterraines ; Lopez B., Hubé D., Ollivier P., Baran N., Auterives C., Togola A., Baierer C. ; BRGM Juillet 2018
- BRGM-PFC; 2018 : Fiche d'appui à la gestion des substances poly et perfluoroalkylées (PFAS) dans les eaux souterraines ; Lopez B., Baran N., Auterives C., Togola A., Baierer C. ; BRGM ; Juillet 2018
- B. Lopez, A. Laurent, 2013 - Campagne exceptionnelle d'analyse des substances présentes dans les eaux souterraines de métropole. Rapport final. BRGM/RP-61853-FR
- Fabrizio Botta et Valeria Dulio (2014). Résultats de l'étude prospective 2012 sur les contaminants émergents dans les eaux de surface continentales de la métropole et des DOM. Rapport Final, DRC-13-136939-12927A, 139 p.
- Guignat S., Aubert N. (2016) – Cartographie des zones d'attention sur la présence potentielle de polluants d'origine industrielle dans la nappe d'Alsace. Rapport final. BRGM/RP-65466-FR, 63 p. 32, ill., 4 ann., 1 CD.
- INRS. Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. Fiches toxicologiques. <http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox.html>.
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, 2016 - Plan micropolluants 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et de la biodiversité. 72 p.
- Togola A., Amalric L., Bristeau S. (2008) - Les substances pharmaceutiques dans les eaux superficielles et souterraines du bassin Loire-Bretagne. Rapport final. BRGM/RP-55578-FR, 51 p., 16 ill., 3 annexes.
- UBA ; 2011a : Identifizierung und Bewertung ausgewählter Arzneimittel und ihrer Metaboliten (Ab- und Umbauprodukte) im Wasserkreislauf – Reihe Texte 46/2011, Dessau-Roßlau ; Umweltbundesamt ; 213 S.
- UBA ; 2011b : Zusammenstellung von Monitoringdaten zu Umweltkonzentrationen von Arzneimitteln – Reihe Texte 66/2011, Dessau-Roßlau ; Umweltbundesamt ; 108 S. ;
- Zustand der öffentlichen Kanalisation (2015); Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg ; 14 Seiten ; April 2015

ANNEXES

Tableau de synthèse des résultats

N° SANDRE	Paramètre	Unité de mesure	Nappe phréatique d'Alsace						
			LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)
Physico-chimie									
1444	Agents de surface anioniques	mg/L	0,05	528	3	-	0,38	0,026	0,362
1933	Agents de surface cationiques	mg/L	0,2	528	35	-	0,4	0,110	0,300
1335	Ammonium	mg(NH4)/L	0,004	529	359	11	28	0,100	0,261
6505	Bromure	µg/L	30	528	480	-	11000	219,920	651
1374	Calcium	mg(Ca)/L	0,01	529	529	-	410	94,883	160
1841	Carbone Organique	mg(C)/L	0,1	529	529	225	70,4	2,501	6
1399	Chlore total	mg(Cl2)/L	-	221	3	-	0,2	0,016	0,186
1337	Chlorures	mg(Cl)/L	0,5	529	529	8	3900	74,991	140
1303	Conductivité à 25°C	µS/cm	-	529	529	38	11373	768,909	1162,600
7073	Fluorure anion	mg/L	0,2	529	527	0	1,1	0,087	0,167
1327	Hydrogénocarbonates	mg(H-CO3)/L	5	529	528	-	997	264,471	431,000
1372	Magnésium	mg(Mg)/L	0,01	529	529	-	69	13,430	27
1340	Nitrates	mg(NO3)/L	0,5	529	493	57	218	24,541	64,940
1339	Nitrites	mg(NO2)/L	0,2	529	85	0	0,4	0,013	0,218
1433	Orthophosphates (PO4)	mg(PO4)/L	0,015	529	427	-	8,04	0,187	0,780
1311	Oxygène dissous	mg(O2)/L	-	529	529	-	65,1	4,956	9,460
1350	Phosphore total	mg(P)/L	0,01	529	380	-	2,92	0,080	0,471
1367	Potassium	mg(K)/L	0,01	529	529	-	150	6,633	27,2
1302	Potentiel en Hydrogène (pH)	unite pH	-	529	528	0	8,7	7,183	7,700
1330	Potentiel REDOX	V	-	527	527	-	590	298,477	479
1375	Sodium	mg(Na)/L	0,01	529	529	8	2100	38,582	67,8
6353	Somme des anions	meq/L	-	529	529	-	120	7,782	12
6351	Somme des cations	meq/L	-	529	529	-	120	7,705	12
1338	Sulfates	mg(SO4)/L	0,5	529	526	4	450	44,624	100,000
1312	Taux de saturation en oxygène	%	-	529	529	-	105	48,242	94
1301	Température de l'Eau	C	-	529	529	0	22,1	14,051	17,360
1347	Titre alcalimétrique complet (T.A.C.)	f	0,1	529	528	-	81,7	21,683	35,300
Eléments traces métalliques									
1370	Aluminium	µg(Al)/L	1	529	403	7	2900	14,710	26,850
1376	Antimoine	µg/L	0,05	529	434	0	2,58	0,189	0,900
1369	Arsenic	µg/L	0,01	529	528	6	3650	8,048	4,745
1396	Baryum	µg(Ba)/L	0,1	529	529	0	660	116,503	228,4
1362	Bore	µg(B)/L	0,5	529	529	2	4180	50,796	116,2
1388	Cadmium	µg/L	0,01	529	202	0	2,37	0,031	0,240
1389	Chrome	µg/L	0,05	529	474	0	41,2	0,715	1,981
1392	Cuivre	µg/L	0,15	529	504	0	241	3,876	12,340
1393	Fer	µg(Fe)/L	1	529	452	53	18100	285,717	1634,500
1394	Manganèse	µg(Mn)/L	0,05	529	491	103	6080	124,973	613
1387	Mercure	µg(Hg)/L	0,01	131	16	0	0,58	0,012	0,227
1037	METOX	µg/L	-	131	131	-	1400	78,169	295
1386	Nickel	µg/L	0,2	529	526	4	74,4	1,672	4,730
1382	Plomb	µg/L	0,1	529	230	2	13,6	0,278	1,423
1385	Sélénium	µg/L	0,5	529	136	0	5,07	0,507	3,200
1361	Uranium	µg/L	0,01	529	517	2	18,7	1,325	3,398
1383	Zinc	µg/L	0,9	529	526	487	2420	34,895	157,25

* Calculé avec LQ/2 (méthode DCE) pour les résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ)

** Calculé sur les résultats supérieurs aux LQ

Aquifères du Sundgau								Valeurs seuils (VS)	Textes ou sources de références	Substances carte qualité globale	Liste ERMES-Rhin	Liste piézomètres profonds
LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)						
0,05	40	0	-	-	0,025	-	-	-	-			
0,2	40	1	-	0,2	0,103	0,200	-	-	-			
0,004	151	118	0	0,4	0,022	0,064	0,5	Ar. 01/2007	X	X	X	
30	40	21	-	65	29,325	58	-	-				
0,01	151	151	-	160	98,505	150	-	-		X	X	
0,1	151	151	58	5	1,967	3,900	2	Ar. 01/2007	X	X	X	
-	130	0	-	-	0,015	-	-	-				
0,5	151	151	0	190	19,420	45,5	250	Ar. 01/2007	X	X	X	
-	150	150	1	1345	601,483	903,6	200-1100	Ar. 01/2007		X		
0,01	151	151	1	2	0,100	0,160	1,5	Valeur guide OMS		X		
5	151	151	-	488	308,785	450	-	-		X	X	
0,01	151	151	-	33	11,093	25	-	-		X	X	
0,5	151	142	15	81,1	23,408	55,910	50	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	21	0	0,1	0,009	0,080	0,5	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,015	151	135	-	1,22	0,075	0,252	-	-		X	X	
-	150	150	-	12,2	8,326	10,700	-	-		X		
0,01	151	124	-	0,47	0,034	0,130	-	-		X	X	
0,01	151	151	-	4687	33,119	7,5	-	-		X	X	
-	149	149	0	8,5	7,171	7,800	6.5 - 9	Ar. 01/2007		X		
-	150	150	-	585	305,557	392,6	-	-				
0,01	151	151	0	180	9,163	23	200	Ar. 01/2007	X	X	X	
-	151	151	-	12	6,353	9,850	-	-				X
-	151	151	-	12	6,285	9,700	-	-				X
0,5	151	150	0	140	17,654	41,65	250	Ar. 01/2007	X	X	X	
-	149	149	-	126	81,282	103	-	-		X		
-	150	150	1	159	12,912	15,360	25	Ar. 01/2007		X		
0,1	151	151	-	40,6	25,346	36,900	-	-		X	X	
1	151	112	0	50	3,038	11,110	200	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,05	151	23	0	3,72	0,073	0,810	5	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	151	5	243	3,612	4,535	10	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,1	151	151	0	198	39,408	103,5	700	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,5	151	151	1	3790	42,304	85,6	1000	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	29	0	0,36	0,012	0,188	5	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,05	151	133	0	16,3	1,201	4,328	50	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,15	151	121	0	17,7	1,223	4,350	2000	Ar. 01/2007	X	X	X	
1	151	99	7	915	32,734	264,7	200	Ar. 01/2007		X	X	
0,05	151	136	5	139	4,991	25,125	50	Ar. 01/2007		X	X	
0,01	40	5	0	0,02	0,006	0,018	1	Ar. 01/2007	X	X		
-	40	40	-	2400	90,692	110	-	-				
0,2	151	148	0	7,02	0,959	2,144	20	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,1	151	23	0	0,74	0,076	0,500	10	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,5	151	31	0	3,92	0,440	2,785	10	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	145	0	5,3	0,834	2,118	10	Directive 98/83/CE	X	X	X	
0,9	151	144	88	101	7,596	24,075	3	Valeur guide OMS		X	X	

*** Dans un contexte réglementaire encore évolutif, les valeurs seuils utilisées pour les statistiques des 24 métabolites émergents de pesticides reprennent les limites de qualité en vigueur pour les pesticides et leur métabolites (suivis dans le cadre du contrôle sanitaire et du suivi de la Directive cadre sur l'eau), à savoir 0,1µg/l pour une substance individuelle.

N° SANDRE	Paramètre	Unité de mesure	Nappe phréatique d'Alsace							
			LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)	
Composés perfluorés										
7947	10:2 FTCA	µg/L	0,001	200	13	0	0,008	0,001	0,007	
7949	10:2 FTUCA	µg/L	0,001	200	9	0	0,008	0,001	0,008	
7893	1H,1H,2H,2H-Perfluorooctan-sulfonat (H4PFOS) - 6:2 FTSA	µg/L	0,001	200	15	1	0,105	0,002	0,100	
7945	4:2FTSA (H4PFHxS)	µg/L	0,001	200	0	-	0	0,001	-	
7951	5:3 ACID (2H,2H,3H,3H-Perfluorooctanoic acid)	µg/L	0,001	200	3	0	0,015	0,001	0,014	
7967	6:2 FTCA (H4PFOA)	µg/L	0,001	200	0	-	0	0,001	-	
7968	6:2 FTUCA	µg/L	0,001	200	0	-	0	0,001	-	
7969	8:2 FTCA (H4PFDA)	µg/L	0,001	200	3	0	0,001	0,001	0,001	
7970	8:2 FTUCA	µg/L	0,001	200	3	0	0,001	0,001	0,001	
7946	8:2FTSA (H4PFDS)	µg/L	0,001	200	8	0	0,003	0,001	0,003	
6549	Acide pentacosafuorotridecanoïque	µg/L	0,01	200	0	-	0	0,005	-	
6550	Acide perfluorodécane sulfonique	µg/L	0,001	200	5	0	0,003	0,001	0,003	
6509	Acide perfluoro-décanoïque (PFDA)	µg/L	0,001	200	4	0	0,002	0,001	0,002	
6507	Acide perfluoro-dodécanoïque (PFDOA)	µg/L	0,001	200	5	0	0,005	0,001	0,004	
6542	Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)	µg/L	0,001	200	16	0	0,026	0,001	0,013	
5980	Acide perfluoro-n-butanoïque (PFBA)	µg/L	0,001	200	63	0	0,028	0,002	0,013	
5977	Acide perfluoro-n-heptanoïque (PFHpA)	µg/L	0,001	200	46	0	0,038	0,002	0,014	
5978	Acide perfluoro-n-hexanoïque (PFHxA)	µg/L	0,001	200	65	0	0,109	0,004	0,034	
6508	Acide perfluoro-n-nonanoïque (PFNA)	µg/L	0,001	200	5	0	0,004	0,001	0,004	
5979	Acide perfluoro-n-pentanoïque (PFPeA)	µg/L	0,001	200	52	0	0,117	0,004	0,059	
6510	Acide perfluoro-n-undécanoïque (PFUnA)	µg/L	0,001	200	7	0	0,004	0,001	0,004	
5347	Acide perfluoro-octanoïque (PFOA)	µg/L	0,001	200	91	0	0,044	0,003	0,022	
6547	Acide Perfluorotétradécanoïque	µg/L	0,01	200	0	-	0	0,005	-	
6025	Acide sulfonique de perfluorobutane (PFBS)	µg/L	0,001	200	102	0	0,032	0,003	0,012	
6830	Acide sulfonique de perfluorohexane (PFHxS)	µg/L	0,001	200	130	1	0,155	0,005	0,024	
6049	Perfluoro-1-butane sulfonamide	µg/L	0,1	200	0	-	0	0,050	-	
6548	Perfluorooctanesulfonamide	µg/L	0,001	200	3	0	0,003	0,001	0,003	
6561	Sulfonate de perfluorooctane (SUL PFOS)	µg/L	0,001	200	126	2	0,4	0,008	0,050	
Substances pharmaceutiques										
7597	10,11-dihydro-10,11-dihydroxy-carbamazépine	µg/L	0,005	100	2	0	0,04	0,003	0,038	
7011	1-Hydroxy Ibuprofen	µg/L	0,01	201	0	-	0	0,005	-	
7012	2-Hydroxy Ibuprofen	µg/L	0,1	201	1	-	0,13	0,050	0,130	
6701	Acid diatrizoic	µg/L	0,1	529	1	0	0,3	0,050	0,300	
6735	Acide acetylsalicylique	µg/L	0,005	100	0	-	0	0,002	-	
5408	Acide clofibrique	µg/L	0,005	201	0	-	0	0,002	-	

* Calculé avec LQ/2 (méthode DCE) pour les résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ)

** Calculé sur les résultats supérieurs aux LQ

Aquifères du Sundgau								Valeurs seuils (VS)	Textes ou sources de références	Substances carte qualité globale	Liste ERMES-Rhin	Liste piézomètres profonds
LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)						
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	GOW		X		
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
0,005	51	0	-	-	0,002	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE		X		
0,005	51	0	-	-	0,002	-	0,1	GOW		X		
0,025	51	0	-	-	0,013	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE		X		
-	-	-	-	-	-	-	0,3	GOW		X		
-	-	-	-	-	-	-	10	LW		X		
0,005	51	0	-	-	0,002	-	0,3	GOW		X		
0,001	51	2	0	0,011	0,001	0,011	6	LW		X		
0,005	51	0	-	-	0,002	-	0,06	LW		X		
0,05	51	0	-	-	0,025	-	3	GOW		X		
0,025	51	0	-	-	0,013	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE		X		
0,005	51	2	0	0,011	0,003	0,011	0,1	LW		X		
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE		X		
-	-	-	-	-	-	-	6	LW		X		
0,005	51	0	-	-	0,002	-	0,1	LW		X		
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Projet révision Dir. 98/83/CE				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	GOW		X		
0,005	51	1	0	0,01	0,003	0,010	0,1	LW		X		
-	-	-	-	-	-	-	0,3	GOW		X		
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-				
0,1	51	0	-	-	0,050	-	-	-				
0,1	151	0	-	-	0,050	-	1	GOW		X		
1	51	0	-	-	0,5	-	-	-				
0,005	51	1	-	0,019	0,003	0,019	-	-		X		

*** Dans un contexte réglementaire encore évolutif, les valeurs seuils utilisées pour les statistiques des 24 métabolites émergents de pesticides reprennent les limites de qualité en vigueur pour les pesticides et leur métabolites (suivis dans le cadre du contrôle sanitaire et du suivi de la Directive cadre sur l'eau), à savoir 0,1µg/l pour une substance individuelle.

N° SANDRE	Paramètre	Unité de mesure	Nappe phréatique d'Alsace						
			LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)
5369	Acide fenofibrique	µg/L	0,005	201	2	-	0,027	0,003	0,026
6287	Acide pentétique (DTPA)	µg/L	1	100	0	-	0	0,495	-
5361	Atenolol	µg/L	0,005	201	0	-	0	0,002	-
7894	Atenolol acide	µg/L	0,005	100	1	-	0,009	0,003	0,009
5366	Bezafibrate	µg/L	0,005	201	0	-	0	0,002	-
7897	Candésartan	µg/L	0,005	100	12	-	0,016	0,003	0,013
5296	Carbamazepine	µg/L	0,005	201	64	0	0,071	0,008	0,034
6725	Carbamazepine epoxide (=Epoxy-carbamazépine)	µg/L	0,02	201	0	-	0	0,010	-
6842	Carboxyibuprofen	µg/L	0,005	100	0	-	0	0,002	-
6540	Ciprofloxacine	µg/L	0,1	201	0	-	0	0,050	-
6537	Clarithromycine	µg/L	0,005	201	0	-	0	0,002	-
5349	Diclofenac	µg/L	0,01	201	1	0	0,023	0,005	0,023
6522	Erythromycine	µg/L	1	201	0	-	0	0,500	-
6746	Hydrochlorothiazide	µg/L	0,01	201	5	-	0,03	0,005	0,028
5350	Ibuprofene	µg/L	0,1	201	1	0	0,34	0,051	0,340
7049	Iopamidol	µg/L	0,05	100	0	-	0	0,025	-
5377	Iopromide	µg/L	0,02	201	0	-	0	0,010	-
5353	Ketoprofene	µg/L	0,01	201	1	-	0,016	0,005	0,016
7899	Lamotrigine	µg/L	0,005	100	8	-	0,094	0,004	0,073
6755	Metformine	µg/L	1	529	1	3	1,28	0,501	1,280
5362	Metoprolol	µg/L	0,005	201	0	-	0	0,002	-
5351	Naproxene	µg/L	0,02	201	0	-	0	0,010	-
6533	Ofloxacine	µg/L	0,01	201	2	-	0,019	0,005	0,019
5375	Oxazepam	µg/L	0,005	201	3	-	0,054	0,003	0,050
5354	Paracetamol	µg/L	0,02	201	2	-	0,029	0,010	0,029
5363	Propranolol	µg/L	0,005	201	0	-	0	0,002	-
5356	Sulfamethoxazole	µg/L	0,005	201	23	-	0,014	0,003	0,013
6720	Tramadol	µg/L	0,005	201	7	-	0,157	0,003	0,116
5357	Trimethoprime	µg/L	0,01	201	0	-	0	0,005	-
7901	Valsartan	µg/L	0,005	100	1	-	0,022	0,003	0,022
Plastifiants et détergents									
6371	4-(1,1,3,3-tetraméthylbutyl)phenol diethoxylate	µg/L	0,02	201	0	-	0	0,010	-
6370	4-(1,1,3,3-tetraméthylbutyl)phenol monoethoxylate	µg/L	0,02	201	0	-	0	0,010	-
5474	4-n-nonylphénol	µg/L	0,02	201	0	-	0	0,010	-
6369	4-nonylphenol diethoxylate (mélange d'isomères)	µg/L	0,02	201	1	-	0,039	0,010	0,039
6366	4-nonylphenol monoethoxylate (mélange d'isomères)	µg/L	0,02	201	5	-	0,849	0,015	0,689
1958	4-nonylphenols ramifiés	µg/L	0,02	201	23	-	0,228	0,015	0,120
2610	4-tert-butylphénol	µg/L	0,01	201	7	-	0,026	0,005	0,026
1959	4-tert-Octylphénol	µg/L	0,02	201	7	-	0,089	0,011	0,074
2766	Bisphenol A	µg/L	0,02	201	15	-	0,276	0,016	0,245
1924	Butyl benzyl phtalate	µg/L	0,1	529	2	-	21	0,090	19,97
6690	Decabromodiphényl ethane (DBDPE)	µg/L	50	100	0	-	0	25,000	-
1815	Décabromodiphényl éther (BDE 209)	µg/L	0,01	201	0	-	0	0,005	-
6616	Di(2-éthylhexyl)phthalate	µg/L	0,2	529	114	-	40	0,488	6,02
1527	Diéthyl phtalate	µg/L	0,05	529	3	-	0,07	0,025	0,07
5325	Diisobutyl phthalate (DIBP)	µg/L	0,5	529	12	-	2	0,271	1,77
6617	Ethyl hexyl phtalates	µg/L	0,39	529	35	-	5,98	0,259	3,53
2910	heptabromodiphényl éther (congénère 183)	µg/L	0,001	201	0	-	0	0,000	-

* Calculé avec LQ/2 (méthode DCE) pour les résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ)

** Calculé sur les résultats supérieurs aux LQ

Aquifères du Sundgau								Valeurs seuils (VS)	Textes ou sources de références	Substances carte qualité globale	Liste ERMES-Rhin	Liste piézomètres profonds
LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)						
0,005	51	0	-	-	0,002	-	-	-	-		X	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		X	
0,005	51	0	-	-	0,002	-	-	-	-		X	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		X	
0,005	51	0	-	-	0,002	-	-	-	-		X	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
0,005	51	2	0	0,009	0,003	0,009	0,3	GOW			X	
0,02	51	0	-	-	0,010	-	-	-			X	
0,1	51	0	-	-	0,050	-	-	-				
0,1	51	0	-	-	0,050	-	-	-				
0,005	51	0	-	-	0,002	-	-	-			X	
0,01	51	0	-	-	0,005	-	0,3	GOW			X	
1	51	0	-	-	0,5	-	-	-			X	
0,01	51	3	-	0,03	0,006	0,028	-	-			X	
0,1	51	0	-	-	0,050	-	1	GOW			X	
-	-	-	-	-	-	-	1	GOW			X	
0,02	51	2	-	0,06	0,012	0,059	-	-			X	
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-			X	
-	-	-	-	-	-	-	-	-			X	
1	151	0	-	-	0,5	-	1	GOW			X	
0,005	51	0	-	-	0,002	-	-	-			X	
0,02	51	0	-	-	0,010	-	-	-			X	
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-			X	
0,005	51	2	-	0,041	0,003	0,040	-	-				
0,02	51	0	-	-	0,010	-	-	-			X	
0,005	51	0	-	-	0,002	-	-	-				
0,005	51	1	-	0,012	0,003	0,012	-	-			X	
0,005	51	3	-	0,022	0,003	0,021	-	-				
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-			X	
-	-	-	-	-	-	-	-	-				
0,02	51	0	-	-	0,010	-	-	-				
0,02	51	0	-	-	0,010	-	-	-				
0,02	51	0	-	-	0,010	-	-	-				
0,02	51	0	-	-	0,010	-	-	-				
0,02	51	4	-	0,046	0,012	0,044	-	-				
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-				
0,02	51	2	-	0,213	0,014	0,203	-	-				
0,02	51	6	-	0,051	0,013	0,047	-	-				
0,1	151	0	-	-	0,050	-	-	-				
-	-	-	-	-	-	-	-	-				
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-				
0,2	151	43	-	4,58	0,406	3,337	-	-				
0,05	151	0	-	-	0,025	-	-	-				
0,5	151	3	-	3,06	0,285	2,946	-	-				
0,39	151	5	-	7,04	0,297	6,814	-	-				
0,001	51	0	-	-	0,000	-	-	-				

*** Dans un contexte réglementaire encore évolutif, les valeurs seuils utilisées pour les statistiques des 24 métabolites émergents de pesticides reprennent les limites de qualité en vigueur pour les pesticides et leur métabolites (suivis dans le cadre du contrôle sanitaire et du suivi de la Directive cadre sur l'eau), à savoir 0,1µg/l pour une substance individuelle.

N° SANDRE	Paramètre	Unité de mesure	Nappe phréatique d'Alsace						
			LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)
2912	Hexabromodiphényl éther (congénère 153)	µg/L	0,001	201	0	-	0	0,000	-
2911	Hexabromodiphényl éther (congénère 154)	µg/L	0,001	201	0	-	0	0,000	-
1462	n-Butyl Phtalate	µg/L	0,1	529	23	-	1,47	0,059	0,32
5299	N-Butylbenzenesulfonamide	µg/L	0,5	529	23	-	113	0,920	104,89
2915	Pentabromodiphényl éther (congénère 100)	µg/L	0,001	201	0	-	0	0,000	-
2916	Pentabromodiphényl éther (congénère 99)	µg/L	0,001	201	2	-	0,003	0,000	0,003
2919	Tétabromodiphényl éther (congénère 47)	µg/L	0,001	201	0	-	0	0,000	-
2920	Tribromodiphényl éther (congénère 28)	µg/L	0,001	201	0	-	0	0,000	-
Adjuvants alimentaires									
7892	Acesulfame	µg/L	0,005	100	72	-	1	0,066	0,228
6519	Cafeine	µg/L	0,02	201	3	-	0,043	0,010	0,042
6520	Cotinine	µg/L	0,005	201	4	-	0,06	0,003	0,053
7902	Cyclamate	µg/L	0,005	100	18	-	0,23	0,007	0,087
7900	Saccharine	µg/L	0,01	100	5	-	0,04	0,006	0,039
6667	Sucralose	µg/L	0,01	100	18	-	0,42	0,016	0,207
Polychlorobiphényles (PCB), dioxines et furanes									
2566	1,2,3,4,6,7,8,9-Octachlorodibenzo-p-dioxine	pg/L	Variable	100	1	-	17,6	5,871	17,600
2596	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	pg/L	Variable	100	8	-	4,73	0,881	4,558
2575	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzo-p-dioxine	pg/L	Variable	100	2	-	2,42	0,822	2,416
2597	1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,735	-
2591	1,2,3,4,7,8-hexachlorodibenzofurane	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,783	-
2571	1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzo-p-dioxine	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,924	-
2592	1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,783	-
2572	1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzo-p-dioxine	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,924	-
2594	1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,783	-
2573	1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzo-p-dioxine	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,924	-
2588	1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,835	-
2569	1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzo-p-dioxine	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,467	-
2593	2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,835	-
2589	2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	pg/L	Variable	100	1	-	1,71	0,792	1,710
2586	2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,627	-
2562	2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxine	pg/L	Variable	100	0	-	0	0,350	-
5248	Octachlorodibenzofuranne	pg/L	Variable	100	9	-	51,8	2,529	35,320
1242	PCB 101	µg/L	0,000	529	10	-	0,003	0,000	0,002
1627	PCB 105	µg/L	0,001	529	0	-	0	0,001	-
5433	PCB 114	µg/L	0,01	529	0	-	0	0,005	-
1243	PCB 118	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
1089	PCB 126	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
1244	PCB 138	µg/L	0,000	529	8	-	0,006	0,000	0,004
1245	PCB 153	µg/L	0,000	529	14	-	0,006	0,000	0,003
2032	PCB 156	µg/L	0,001	529	1	-	0,001	0,001	0,001
5435	PCB 157	µg/L	0,01	529	0	-	0	0,005	-
5436	PCB 167	µg/L	0,01	529	0	-	0	0,005	-
1090	PCB 169	µg/L	0,001	529	0	-	0	0,001	-
1246	PCB 180	µg/L	0,000	529	5	-	0,004	0,000	0,004
1241	PCB 52	µg/L	0,000	529	12	-	0,003	0,000	0,003
1091	PCB 77	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
5432	PCB 81	µg/L	0,01	529	0	-	0	0,005	-

* Calculé avec LQ/2 (méthode DCE) pour les résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ)

** Calculé sur les résultats supérieurs aux LQ

N° SANDRE	Paramètre	Unité de mesure	Nappe phréatique d'Alsace						
			LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)
5434	PCB123	µg/L	0,01	529	0	-	0	0,005	-
5437	PCB189	µg/L	0,01	529	0	-	0	0,005	-
Composés Organiques Halogénés Volatils (COHV)									
1122	Bromoforme	µg/L	0,5	528	10	0	20,67	0,326	13,875
1135	Chloroforme	µg/L	0,5	528	38	0	22,31	0,362	7,993
1753	Chlorure de vinyle	µg/L	0,1	528	4	1	9,1	0,069	7,801
1158	Dibromochlorométhane	µg/L	0,2	528	9	0	4,06	0,125	3,904
1160	Dichloroéthane-1,1	µg/L	0,1	528	4	-	1	0,170	0,901
1161	Dichloroéthane-1,2	µg/L	0,1	528	0	-	0	0,285	-
1162	Dichloroéthène-1,1	µg/L	0,5	528	3	-	2,54	0,256	2,354
1163	Dichloroéthène-1,2	µg/L	0,5	528	8	0	7,6	0,286	6,620
1456	Dichloroéthylène-1,2 cis	µg/L	0,5	528	7	0	7,55	0,285	6,731
1727	Dichloroéthylène-1,2 trans	µg/L	0,5	528	1	0	0,87	0,251	0,870
1168	Dichlorométhane	µg/L	5	528	0	-	0	2,50	-
1167	Dichloromonobromométhane	µg/L	0,5	528	4	0	7,3	0,266	6,328
1655	Dichloropropane-1,2	µg/L	0,1	528	3	0	0,31	0,051	0,296
1834	Dichloropropène-1,3 cis	µg/L	0,05	528	0	-	0	0,025	-
1835	Dichloropropène-1,3 trans	µg/L	0,05	528	0	-	0	0,025	-
1196	Fréon 113	µg/L	1	528	0	-	0	0,50	-
1652	Hexachlorobutadiène	µg/L	0,02	529	3	1	0,096	0,010	0,092
2036	Somme des Trihalomethanes (4)	µg/L	0,5	528	47	0	24,3	0,482	16,630
2963	Somme du tetrachloroéthylène et du trichloroéthylène	µg/L	0,5	528	63	8	38,3	0,700	20,780
1272	Tétrachloroéthylène	µg/L	0,5	528	40	8	38,28	0,633	22,067
1276	Tétrachlorure de carbone	µg/L	0,5	528	2	0	4,23	0,258	4,044
1284	Trichloroéthane-1,1,1	µg/L	0,5	528	14	-	16,16	0,307	7,898
1286	Trichloroéthylène	µg/L	0,5	528	35	0	4,81	0,311	2,472
Hydrocarbures et composés aromatiques divers									
2814	2-Chloro-3-nitrotoluène	µg/L	0,05	529	0	-	0	0,025	-
2817	6-Chloro-3-méthylaniline	µg/L	0,05	529	0	-	0	0,025	-
1453	Acénaphthène	µg/L	0,01	131	0	-	0	0,005	-
1622	Acénaphthylène	µg/L	0,01	131	2	-	0,027	0,005	0,027
1458	Anthracène	µg/L	0,01	131	0	-	0	0,005	-
1114	Benzène	µg/L	0,2	528	0	-	0	0,100	-
1082	Benzo(a)anthracène	µg/L	0,001	131	16	-	0,029	0,002	0,027
1115	Benzo(a)pyrène	µg/L	0,001	131	17	5	0,040	0,002	0,039
1116	Benzo(b)fluoranthène	µg/L	0,001	131	9	0	0,053	0,004	0,049
1118	Benzo(g,h,i)pérylène	µg/L	0,001	131	17	0	0,052	0,002	0,041
1117	Benzo(k)fluoranthène	µg/L	0,001	131	6	0	0,020	0,003	0,020
1584	Biphényle	µg/L	0,01	131	0	-	0	0,005	-
1594	Chloro-4 Nitroaniline-2	µg/L	0,1	529	0	-	0	0,050	-
1605	Chloro-4 Nitrotoluène-2	µg/L	0,05	529	0	-	0	0,025	-
1593	Chloroaniline-2	µg/L	0,05	529	1	-	0,201	0,025	0,201
1592	Chloroaniline-3	µg/L	0,05	529	0	-	0	0,025	-
1591	Chloroaniline-4	µg/L	0,06	529	0	-	0	0,030	-
1469	Chloronitrobenzène-1,2	µg/L	0,05	529	1	-	0,21	0,025	0,210
1468	Chloronitrobenzène-1,3	µg/L	0,05	529	1	-	0,08	0,025	0,080
1470	Chloronitrobenzène-1,4	µg/L	0,05	529	0	-	0	0,025	-

* Calculé avec LQ/2 (méthode DCE) pour les résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ)

** Calculé sur les résultats supérieurs aux LQ

Aquifères du Sundgau								Valeurs seuils (VS)	Textes ou sources de références	Substances carte qualité globale	Liste ERMES-Rhin	Liste piézomètres profonds
LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)						
0,01	151	0	-	-	0,005	-	-	-	-			
0,01	151	0	-	-	0,005	-	-	-	-			
0,5	40	0	-	-	0,25	-	100	Ar. 01/2007	X			X
0,5	40	1	0	0,83	0,264	0,830	100	Ar. 01/2007	X	X		X
0,1	40	0	-	-	0,050	-	0,5	D. 2001-1220 - 20/12/2001	X			X
0,2	40	0	-	-	0,100	-	100	Ar. 01/2007	X	X		X
0,1	40	0	-	-	0,105	-	-	-				X
0,1	40	0	-	-	0,160	-	3	Ar. 01/2007	X	X		X
0,5	40	0	-	-	0,250	-	-	-				X
0,5	40	0	-	-	0,25	-	50	Valeur guide OMS			X	X
0,5	40	0	-	-	0,25	-	50	Valeur guide OMS		X		X
0,5	40	0	-	-	0,250	-	50	Valeur guide OMS				X
5	40	0	-	-	2,500	-	20	Valeur guide OMS		X		X
0,5	40	0	-	-	0,25	-	100	Ar. 01/2007	X	X		X
0,1	40	0	-	-	0,050	-	40	Valeur guide OMS				X
0,05	40	0	-	-	0,025	-	0,1	Directive 98/83/CE	X			X
0,05	40	0	-	-	0,025	-	0,1	Directive 98/83/CE	X			X
1	40	0	-	-	0,500	-	-	-				X
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,6	Valeur guide OMS				
0,5	40	1	0	0,8	0,264	0,800	100	Ar. 01/2007	X			X
0,5	40	0	-	-	0,25	-	10	Ar. 01/2007	X	X		X
0,5	40	0	-	-	0,25	-	10	Ar. 01/2007	X	X		X
0,5	40	0	-	-	0,250	-	4	Avis ANSES 2018		X		X
0,5	40	0	-	-	0,25	-	-	-		X		X
0,5	40	0	-	-	0,25	-	10	Ar. 01/2007	X	X		X
0,05	151	0	-	-	0,025	-	-	-				
0,05	151	0	-	-	0,025	-	-	-				
0,01	40	0	-	-	0,005	-	-	-				
0,01	40	0	-	-	0,005	-	-	-				
0,01	40	0	-	-	0,005	-	0,1	Directive 98/83/CE	X			
0,2	40	0	-	-	0,100	-	1	Ar. 01/2007	X	X		X
0,001	40	2	-	0,003	0,001	0,003	-	-				
0,001	40	1	0	0,004	0,001	0,004	0,01	Ar. 01/2007	X			
0,001	40	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,001	40	3	0	0,004	0,000	0,004	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,001	40	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	40	0	-	-	0,005	-	-	-				
0,1	151	0	-	-	0,050	-	-	-				
0,05	151	0	-	-	0,025	-	-	-				
0,05	151	0	-	-	0,025	-	-	-				
0,05	151	0	-	-	0,025	-	-	-				
0,06	151	0	-	-	0,030	-	-	-				
0,05	151	1	-	0,107	0,026	0,107	-	-				
0,05	151	0	-	-	0,025	-	-	-				
0,05	151	0	-	-	0,025	-	-	-				

*** Dans un contexte réglementaire encore évolutif, les valeurs seuils utilisées pour les statistiques des 24 métabolites émergents de pesticides reprennent les limites de qualité en vigueur pour les pesticides et leur métabolites (suivis dans le cadre du contrôle sanitaire et du suivi de la Directive cadre sur l'eau), à savoir 0,1µg/l pour une substance individuelle.

N° SANDRE	Paramètre	Unité de mesure	Nappe phréatique d'Alsace						
			LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)
1476	Chrysène	µg/L	0,002	131	13	-	0,024	0,002	0,022
1621	Dibenzo(a,h)anthracène	µg/L	0,005	131	0	-	0	0,002	-
1589	Dichloroaniline-2,4	µg/L	0,02	529	0	-	0	0,010	-
1165	Dichlorobenzène-1,2	µg/L	0,05	528	3	0	0,34	0,026	0,315
1497	Ethylbenzène	µg/L	0,2	528	2	0	0,49	0,101	0,476
1191	Fluoranthène	µg/L	0,005	131	16	0	0,079	0,006	0,079
1623	Fluorène	µg/L	0,01	131	0	-	0	0,005	-
1204	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	0,001	131	18	1	0,118	0,004	0,089
7007	Indice hydrocarbure	mg/L	0,1	132	1	-	0,1	0,051	0,100
1619	Méthyl-2-Fluoranthène	µg/L	0,005	131	0	-	0	0,002	-
1618	Méthyl-2-Naphtalène	µg/L	0,005	131	3	-	0,030	0,003	0,029
1517	Naphtalène	µg/L	0,05	131	0	-	0	0,025	-
1524	Phénanthrène	µg/L	0,002	131	20	-	0,072	0,003	0,032
1537	Pyrène	µg/L	0,002	131	25	-	0,050	0,003	0,045
2033	Somme des 4 HAP	µg/L	-	529	-	4	0,24	-	-
1278	Toluène	µg/L	0,5	528	1	0	1,03	0,251	1,030
1780	Xylène	µg/L	0,03	528	148	0	1,16	0,035	0,177
2925	Xylène méta + para	µg/L	0,03	528	148	0	0,77	0,031	0,126
1292	Xylène-ortho	µg/L	0,03	528	38	0	0,39	0,018	0,113
Autres substances émergentes									
7890	4-Méthylbenzotriazol	µg/L	0,005	100	18	1	3,58	0,042	0,609
7891	5-Méthylbenzotriazol	µg/L	0,005	100	8	0	0,056	0,004	0,054
1521	Acide nitrilotriacétique (NTA)	µg/L	1	100	0	-	0	0,495	-
7543	Benzotriazole	µg/L	0,005	100	35	0	0,78	0,018	0,125
1751	Bromates	µg(BrO3)/L	10	131	3	1	11	0,950	10,2
6988	Butylparaben	µg/L	0,01	201	0	-	0	0,005	-
1084	Cyanures libres	µg/L	0,2	132	19	0	0,6	0,133	0,510
1390	Cyanures totaux	µg/L	0,2	132	55	0	18,3	0,453	1,960
7074	Dibutyletain cation	µg/L	0,002	202	3	-	0,005	0,001	0,005
2773	Diméthylamine	µg/L	10	201	0	-	0	5,000	-
1493	EDTA	µg/L	1	100	30	-	21	1,425	9,1
6644	Ethylparaben	µg/L	0,01	201	1	-	0,01	0,005	0,010
6663	Isobutylparaben	µg/L	0,01	201	0	-	0	0,005	-
1512	Méthyl tert-butyl Ether	µg/L	0,5	528	3	-	3,9	0,260	3,664
6664	Méthyl triclosan	µg/L	0,05	100	0	-	0	0,025	-
6695	Méthylparaben	µg/L	0,01	201	21	-	0,03	0,006	0,030
2542	Monobutyletain cation	µg/L	0,002	202	17	-	0,043	0,002	0,029
1845	N-Nitrosodiéthylamine	µg/L	0,1	100	0	-	0	0,050	-
1846	N-Nitrosodiphénylamine	µg/L	0,1	100	0	-	0	0,050	-
6219	Perchlorate	µg/L	0,3	529	110	5	14	0,327	2,310
6693	Propylparaben	µg/L	0,01	201	0	-	0	0,005	-
6660	Tolyltriazole	µg/L	0,005	100	25	1	3,58	0,043	0,096
2879	Tributyletain cation	µg/L	0,000	202	5	-	0,006	0,000	0,005
6989	Triclocarban	µg/L	0,02	201	0	-	0	0,010	-
5430	Triclosan	µg/L	0,05	201	0	-	0	0,025	-
6372	Triphénylétain cation	µg/L	0,002	202	4	-	0,037	0,001	0,034

* Calculé avec LQ/2 (méthode DCE) pour les résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ)

** Calculé sur les résultats supérieurs aux LQ

Aquifères du Sundgau							Valeurs seuils (VS)	Textes ou sources de références	Substances carte qualité globale	Liste ERMES-Rhin	Liste piézomètres profonds
LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)					
0,002	40	1	-	0,004	0,001	0,004	-	-			
0,005	40	0	-	-	0,002	-	-	-			
0,02	151	0	-	-	0,010	-	-	-			
0,05	40	0	-	-	0,025	-	1000	Valeur guide OMS			X
0,2	40	0	-	-	0,100	-	300	Valeur guide OMS		X	X
0,005	40	1	0	0,010	0,003	0,010	0,1	Ar. 01/2007	X		
0,01	40	0	-	-	0,005	-	-	-			
0,001	40	3	0	0,007	0,001	0,006	0,1	Ar. 01/2007	X		
0,1	40	0	-	-	0,050	-	-	-			
0,005	40	0	-	-	0,002	-	-	-			
0,005	40	0	-	-	0,002	-	-	-			
0,05	40	0	-	-	0,025	-	0,7	Valeur guide OMS		X	
0,002	40	2	-	0,006	0,001	0,006	-	-			
0,002	40	2	-	0,005	0,001	0,005	-	-			
-	151	-	0	0,01	-	-	0,1	Ar. 01/2007			
0,5	40	0	-	-	0,25	-	700	Valeur guide OMS		X	X
0,03	40	2	0	0,05	0,016	0,050	500	Valeur guide OMS			X
0,03	40	2	0	0,05	0,016	0,050	500	Valeur guide OMS		X	X
0,03	40	0	-	-	0,015	-	500	Valeur guide OMS		X	X
-	-	-	-	-	-	-	3	GOW		X	
-	-	-	-	-	-	-	3	GOW		X	
5	51	2	-	11	2,794	10,9	-	-			
0,1	151	1	0	0,76	0,055	0,760	3	GOW		X	
3	40	0	-	-	0,625	-	10	Ar. 01/2007	X		
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	50	Ar. 01/2007	X		
-	-	-	-	-	-	-	50	D. 2001-1220 - 20/12/2001	X		
0,002	52	2	-	0,007	0,001	0,007	-	-			
10	51	0	-	-	5	-	-	-			
5	51	0	-	-	2,5	-	-	-		X	
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-			
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-			
0,5	40	0	-	-	0,25	-	-	-			X
-	-	-	-	-	-	-	-	-			
0,01	51	4	-	0,02	0,006	0,020	-	-			
0,002	52	4	-	0,021	0,002	0,020	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-			
0,3	151	27	0	1,8	0,217	1,089	1 - 5	Note DGS 2015 - Avis ANSES 2018	X	X	
0,01	51	0	-	-	0,005	-	-	-			
0,5	151	0	-	-	0,25	-	3	GOW			
0,000	52	0	-	-	0,000	-	-	-			
0,02	51	0	-	-	0,010	-	-	-			
0,05	51	0	-	-	0,025	-	-	-		X	
0,002	52	0	-	-	0,001	-	-	-			

*** Dans un contexte réglementaire encore évolutif, les valeurs seuils utilisées pour les statistiques des 24 métabolites émergents de pesticides reprennent les limites de qualité en vigueur pour les pesticides et leur métabolites (suivis dans le cadre du contrôle sanitaire et du suivi de la Directive cadre sur l'eau), à savoir 0,1µg/l pour une substance individuelle.

N° SANDRE	Paramètre	Unité de mesure	Nappe phréatique d'Alsace						
			LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)
Pesticides et métabolites de pesticides									
1141	2,4-D	µg/L	0,002	529	8	1	0,62	0,002	0,409
1212	2,4-MCPA	µg/L	0,002	529	3	0	0,043	0,001	0,041
2011	2,6-Dichlorobenzamide	µg/L	0,002	529	42	5	0,75	0,007	0,222
1832	2-hydroxy atrazine	µg/L	0,005	529	170	5	0,561	0,010	0,061
3159	2-hydroxy-déséthyl-Atrazine	µg/L	0,02	529	21	0	0,06	0,011	0,050
1903	Acétochlore	µg/L	0,002	529	8	2	0,169	0,002	0,149
1688	Acclonifène	µg/L	0,015	529	1	0	0,021	0,008	0,021
1101	Alachlore	µg/L	0,002	529	8	1	22	0,043	14,334
1105	Aminotriazole	µg/L	0,02	529	32	10	0,87	0,017	0,496
1907	AMPA	µg/L	0,02	529	23	7	5	0,025	1,197
2013	Antraquinone	µg/L	0,01	529	37	1	0,217	0,007	0,085
1965	Asulame	µg/L	0,01	529	4	1	0,101	0,005	0,094
1107	Atrazine	µg/L	0,002	529	385	11	0,208	0,017	0,080
1109	Atrazine désisopropyl	µg/L	0,01	529	7	1	0,131	0,006	0,122
1108	Atrazine déséthyl	µg/L	0,002	529	398	13	0,337	0,022	0,085
1951	AZOXYSTROBINE	µg/L	0,002	529	5	1	0,543	0,002	0,439
7522	Beflubutamide	µg/L	0,03	529	0	-	0	0,015	-
2074	Benoxacor	µg/L	0,002	529	1	0	0,057	0,001	0,057
1113	Bentazone	µg/L	0,002	529	95	9	3,27	0,023	0,199
5526	Boscalid	µg/L	0,002	529	22	2	0,302	0,002	0,206
1686	Bromacil	µg/L	0,002	529	74	12	6,43	0,029	0,543
1130	Carbofuran	µg/L	0,002	529	0	-	0	0,001	-
1133	Chloridazone	µg/L	0,002	529	32	0	0,029	0,002	0,021
5554	Chlormequat	µg/L	0,02	529	0	-	0	0,010	-
1083	Chlorpyrifos-éthyl	µg/L	0,005	529	1	0	0,006	0,003	0,006
1540	Chlorpyrifos-méthyl	µg/L	0,02	529	0	-	0	0,010	-
1136	Chlortoluron	µg/L	0,002	529	19	2	0,957	0,003	0,257
2978	Clethodim	µg/L	0,02	529	0	-	0	0,010	-
1137	Cyanazine	µg/L	0,002	529	0	-	0	0,001	-
1139	Cymoxanil	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
1140	Cyperméthrine	µg/L	0,02	529	0	-	0	0,010	-
5597	Daminozide	µg/L	1	529	0	-	0	0,500	-
1830	Désisopropyl-déséthyl-atrazine	µg/L	0,03	529	273	81	0,56	0,059	0,268
1149	Deltaméthrine	µg/L	0,02	529	0	-	0	0,010	-
1480	Dicamba	µg/L	0,1	529	0	-	0	0,050	-
1679	Dichlobenil	µg/L	0,02	529	0	-	0	0,010	-
2929	Dichlormide	µg/L	0,03	529	0	-	0	0,015	-
1169	Dichlorprop	µg/L	0,002	529	6	0	0,027	0,001	0,026
2982	Difenacoum	µg/L	0,02	529	0	-	0	0,010	-
1905	Difénoconazole	µg/L	0,005	529	2	1	0,243	0,003	0,231
1814	Diflufenicanil	µg/L	0,002	529	8	0	0,074	0,001	0,054
2546	Diméthachlore	µg/L	0,002	529	3	0	0,027	0,001	0,025
1678	Dimethenamide	µg/L	0,002	529	36	5	0,948	0,005	0,220
1175	Diméthoate	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
1403	Diméthomorphe	µg/L	0,002	529	9	0	0,056	0,001	0,048
1177	Diuron	µg/L	0,002	529	62	1	0,136	0,003	0,042
1178	Endosulfan alpha	µg/L	0,001	529	2	0	0,002	0,001	0,002

* Calculé avec LQ/2 (méthode DCE) pour les résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ)

** Calculé sur les résultats supérieurs aux LQ

Aquifères du Sundgau								Valeurs seuils (VS)	Textes ou sources de références	Substances carte qualité globale	Liste ERMES-Rhin	Liste piézomètres profonds
LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)						
0,002	151	1	0	0,017	0,001	0,017	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	10	1	0,268	0,004	0,187	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	20	0	0,05	0,004	0,040	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,02	151	0	-	-	0,007	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,02	151	1	0	0,03	0,010	0,030	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,02	151	5	3	0,24	0,015	0,234	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	151	7	0	0,091	0,006	0,079	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	151	0	-	-	0,005	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	84	11	2,43	0,045	0,172	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	0	-	-	0,005	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	94	34	0,58	0,062	0,321	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	1	0	0,004	0,001	0,004	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,03	151	0	-	-	0,015	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X		
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	23	3	0,793	0,011	0,323	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	6	0	0,013	0,001	0,011	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	5	2	0,431	0,006	0,418	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	2	0	0,052	0,001	0,050	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	1	0	0,004	0,001	0,004	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
1	151	0	-	-	0,5	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,03	151	65	46	0,91	0,109	0,598	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,1	151	0	-	-	0,050	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,03	151	0	-	-	0,015	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	5	0	0,015	0,001	0,014	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	1	0	0,003	0,001	0,003	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	7	0	0,063	0,002	0,049	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	4	0	0,048	0,001	0,042	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,001	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X			

*** Dans un contexte réglementaire encore évolutif, les valeurs seuils utilisées pour les statistiques des 24 métabolites émergents de pesticides reprennent les limites de qualité en vigueur pour les pesticides et leur métabolites (suivis dans le cadre du contrôle sanitaire et du suivi de la Directive cadre sur l'eau), à savoir 0,1µg/l pour une substance individuelle.

N° SANDRE	Paramètre	Unité de mesure	Nappe phréatique d'Alsace						
			LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)
1763	Ethidimuron	µg/L	0,002	529	29	3	0,898	0,004	0,151
1184	Ethofumésate	µg/L	0,005	529	5	1	0,13	0,003	0,117
6393	Flonicamid	µg/L	0,02	529	2	1	0,112	0,010	0,109
2810	Florasulam	µg/L	0,002	529	21	0	0,027	0,001	0,016
2056	Fluquinconazole	µg/L	0,1	529	0	-	0	0,050	-
1765	Fluroxypyr	µg/L	0,1	529	0	-	0	0,050	-
2008	Flurtamone	µg/L	0,002	529	0	-	0	0,001	-
1194	Flusilazole	µg/L	0,002	529	23	1	0,109	0,002	0,046
1192	Folpel	µg/L	0,05	529	0	-	0	0,025	-
2806	Foramsulfuron	µg/L	0,002	529	0	-	0	0,001	-
1816	Fosetyl	µg/L	0,1	529	0	-	0	0,050	-
2744	Fosthiazate	µg/L	0,1	529	0	-	0	0,050	-
1526	Glufosinate	µg/L	0,02	529	1	0	0,05	0,010	0,050
1506	Glyphosate	µg/L	0,02	529	33	5	1,3	0,015	0,190
1197	Heptachlore	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
1199	Hexachlorobenzène	µg/L	0,001	529	3	0	0,003	0,001	0,003
1200	Hexachlorocyclohexane alpha	µg/L	0,005	529	2	0	0,018	0,003	0,018
1201	Hexachlorocyclohexane bêta	µg/L	0,001	529	18	1	3,35	0,007	0,533
1202	Hexachlorocyclohexane delta	µg/L	0,001	529	3	1	0,103	0,001	0,093
1203	Hexachlorocyclohexane gamma	µg/L	0,001	529	12	0	0,014	0,001	0,010
5645	Hydrazide maleique	µg/L	0,05	100	0	-	0	0,025	-
1704	Imazalil	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
2986	Imazamox	µg/L	0,002	529	2	0	0,061	0,001	0,059
1877	Imidaclopride	µg/L	0,005	529	4	1	3,94	0,010	3,362
6483	Iodosulfuron méthyl sodium	µg/L	0,002	529	0	-	0	0,001	-
7734	Iso-Chloridazone	µg/L	0,02	529	1	0	0,04	0,010	0,040
1208	Isoproturon	µg/L	0,002	529	28	4	1,13	0,006	0,711
1406	Lénacile	µg/L	0,005	529	45	11	11,5	0,033	0,563
1209	Linuron	µg/L	0,005	529	1	0	0,016	0,003	0,016
1214	Mécoprop	µg/L	0,002	529	13	4	2,55	0,010	2,112
1510	Mercaptodiméthur	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
1804	Mercaptodiméthur sulfoxyde	µg/L	0,5	529	0	-	0	0,250	-
2578	Mesosulfuron methyle	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
2076	Mésotrione	µg/L	0,01	529	3	1	1,54	0,008	1,390
1706	Métalaxyl	µg/L	0,002	529	37	1	0,244	0,002	0,029
1215	Métamitrone	µg/L	0,002	529	4	0	0,02	0,001	0,019
1670	Métazachlore	µg/L	0,002	529	8	0	0,031	0,001	0,026
1216	Méthabenzthiazuron	µg/L	0,005	529	3	0	0,038	0,003	0,037
1218	Méthomyl	µg/L	0,002	529	0	-	0	0,001	-
1221	Métolachlore	µg/L	0,005	529	133	25	24	0,098	0,664
1225	Métribuzine	µg/L	0,002	529	3	0	0,065	0,001	0,059
1797	Metsulfuron méthyle	µg/L	0,002	529	3	0	0,004	0,001	0,004
6824	N,N-Dimethyl-N'-p-tolylsulphamide (DMST)	µg/L	0,01	529	1	1	0,14	0,005	0,140
1882	Nicosulfuron	µg/L	0,005	529	167	16	8,2	0,034	0,255
1668	Oryzalin	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-
1667	Oxadiazon	µg/L	0,005	529	7	0	0,069	0,003	0,064
1666	Oxadixyl	µg/L	0,002	529	47	1	0,109	0,002	0,048
1708	Piclorame	µg/L	0,1	529	3	3	0,433	0,051	0,407

* Calculé avec LQ/2 (méthode DCE) pour les résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ)

** Calculé sur les résultats supérieurs aux LQ

Aquifères du Sundgau								Valeurs seuils (VS)	Textes ou sources de références	Substances carte qualité globale	Liste ERMES-Rhin	Liste piézomètres profonds
LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95*** (µg/L)						
0,002	151	1	0	0,016	0,001	0,016	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,1	151	0	-	-	0,050	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,1	151	0	-	-	0,050	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,05	151	0	-	-	0,025	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,1	151	0	-	-	0,050	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,1	151	0	-	-	0,050	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,02	151	1	0	0,05	0,010	0,050	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,02	151	6	2	0,38	0,014	0,327	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,001	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,001	151	8	0	0,007	0,001	0,007	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,001	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,001	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X		
5	151	0	-	-	2,5	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,01	151	1	0	0,012	0,003	0,012	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,02	151	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,5	151	0	-	-	0,25	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,01	151	0	-	-	0,005	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,01	151	14	2	0,268	0,007	0,204	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X	X	
0,002	151	2	0	0,004	0,001	0,004	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,01	151	0	-	-	0,005	-	0,1	Ar. 01/2007	X	X		
0,01	151	20	2	0,481	0,009	0,120	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,01	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,01	151	2	0	0,04	0,003	0,039	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,002	151	7	0	0,03	0,002	0,029	0,1	Ar. 01/2007	X		X	
0,1	151	0	-	-	0,050	-	0,1	Ar. 01/2007	X		X	

*** Dans un contexte réglementaire encore évolutif, les valeurs seuils utilisées pour les statistiques des 24 métabolites émergents de pesticides reprennent les limites de qualité en vigueur pour les pesticides et leur métabolites (suivis dans le cadre du contrôle sanitaire et du suivi de la Directive cadre sur l'eau), à savoir 0,1µg/l pour une substance individuelle.

N° SANDRE	Paramètre	Unité de mesure	Nappe phréatique d'Alsace							
			LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)	
1711	Prométoxe	µg/L	0,002	529	6	0	0,005	0,001	0,005	
1256	Propazine	µg/L	0,005	529	6	0	0,01	0,003	0,010	
2534	Prosulfuron	µg/L	0,002	529	8	0	0,089	0,001	0,066	
1263	Simazine	µg/L	0,002	529	245	0	0,091	0,006	0,036	
1662	Sulcotrione	µg/L	0,002	529	1	0	0,003	0,001	0,003	
2085	Sulfosulfuron	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-	
1694	Tébuconazole	µg/L	0,005	529	11	0	0,055	0,003	0,051	
1661	Tébutame	µg/L	0,005	529	6	0	0,013	0,003	0,012	
7086	Tembotrione	µg/L	0,005	529	2	0	0,009	0,003	0,009	
1268	Terbutylazine	µg/L	0,002	529	41	0	0,066	0,002	0,019	
2045	Terbutylazine déséthyl	µg/L	0,002	529	42	0	0,078	0,002	0,025	
6390	Thiamethoxam	µg/L	0,01	529	1	1	0,243	0,005	0,243	
1913	Thifensulfuron méthyl	µg/L	0,002	529	0	-	0	0,001	-	
1718	Thirame	µg/L	2	528	0	-	0	1,000	-	
1719	Tolylfluamide	µg/L	0,05	529	0	-	0	0,025	-	
1288	Triclopyr	µg/L	0,005	529	2	0	0,022	0,003	0,022	
1289	Trifluraline	µg/L	0,005	529	0	-	0	0,002	-	
2992	Triticonazole	µg/L	0,002	529	1	0	0,005	0,001	0,005	
Métabolites de pesticides émergents										
6856	Acetochlore ESA***	µg/L	0,02	201	32	0	0,785	0,028	0,691	
6862	Acetochlore OXA***	µg/L	0,02	201	7	0	0,609	0,017	0,533	
6800	Alachlore ESA***	µg/L	0,02	201	79	2	1,09	0,079	0,752	
6855	Alachlore OXA***	µg/L	0,01	201	14	4	0,316	0,011	0,273	
6378	Chloridazone desphényl (Metabolit B)***	µg/L	0,05	529	202	194	9,5	0,212	1,485	
6379	Chloridazone Methyl Desphenyl (Metabolit B1)***	µg/L	0,02	529	107	33	1,4	0,028	0,257	
7717	Chlorthalonil ESA***	µg/L	0,01	100	35	0	0,09	0,014	0,083	
7727	Diméthachlore CGA 369873***	µg/L	0,01	201	23	1	2,15	0,018	0,057	
6381	Diméthachlore ESA (CGA 354742)***	µg/L	0,005	201	17	1	1,105	0,010	0,278	
6380	Diméthachlore OXA (CGA 50266)***	µg/L	0,005	201	5	0	0,033	0,003	0,031	
6865	Diméthénamide ESA (M27)***	µg/L	0,005	201	36	0	0,219	0,007	0,084	
7735	Diméthénamide OXA (M23)***	µg/L	0,005	201	12	1	0,163	0,004	0,122	
6863	Flufenacet oxalate***	µg/L	0,005	201	0	-	-	0,002	-	
6864	Flufenacet sulfonic acid (M2)***	µg/L	0,005	201	3	0	0,009	0,003	0,009	
1803	Mercaptodiméthur sulfone (méthiocarbe sulfone)***	µg/L	0,01	100	0	-	0	0,005	-	
7896	Metaxyl Metabolite (CGA108906)***	µg/L	0,01	100	2	0	0,02	0,005	0,019	
7895	Metaxyl Metabolite CGA 62826 ***	µg/L	0,01	100	8	0	0,09	0,008	0,090	
6894	Metazachlore oxalic acid (BH 479-4)***	µg/L	0,01	201	6	0	0,079	0,006	0,079	
6895	Metazachlore sulfonic acid (BH 479-8)***	µg/L	0,01	201	9	1	0,186	0,007	0,148	
7731	Metolachlore CGA 357704***	µg/L	0,02	529	35	23	0,97	0,023	0,638	
6854	Metolachlore ESA (CGA 380168 / CGA354743)***	µg/L	0,01	201	180	95	7,84	0,401	2,311	
7729	Metolachlore NOA 413173***	µg/L	0,02	201	95	5	3,16	0,132	0,866	
6853	Metolachlore OXA (CGA 51202 / CGA351916)***	µg/L	0,005	201	119	25	5,32	0,118	0,812	
6384	N,N-Diméthylsulfamide (DMS)***	µg/L	0,01	100	73	4	0,83	0,036	0,132	

* Calculé avec LQ/2 (méthode DCE) pour les résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ)

** Calculé sur les résultats supérieurs aux LQ

*** Dans un contexte réglementaire encore évolutif, les valeurs seuils utilisées pour les statistiques des 24 métabolites émergents de pesticides reprennent les limites de qualité en vigueur pour les pesticides et leur métabolites (suivis dans le cadre du contrôle sanitaire et du suivi de la Directive cadre sur l'eau), à savoir 0,1µg/l pour une substance individuelle. Pour plus d'informations sur la prise en compte réglementaire de ces métabolites, se référer au chapitre « Synthèse des molécules recherchés et éléments méthodologiques »

Aquifères du Sundgau								Valeurs seuils (VS)	Textes ou sources de références	Substances carte qualité globale	Liste ERMES-Rhin	Liste piézomètres profonds
LQ	Nb de points de mesures	Nb de points > LQ	Nb de points > VS	Concentration maximale (µg/L)	Concentration moyenne* (µg/L)	Percentile 95** (µg/L)						
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X			X
0,01	151	1	0	0,008	0,003	0,008	0,1	Ar. 01/2007	X	X		X
0,002	151	1	0	0,014	0,001	0,014	0,1	Ar. 01/2007	X			X
0,002	151	21	0	0,049	0,003	0,046	0,1	Ar. 01/2007	X	X		X
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X			X
0,005	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X			X
0,005	151	1	0	0,015	0,003	0,015	0,1	Ar. 01/2007	X			X
0,005	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,005	151	1	0	0,031	0,003	0,031	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	1	0	0,029	0,001	0,029	0,1	Ar. 01/2007	X	X		X
0,002	151	3	0	0,02	0,001	0,019	0,1	Ar. 01/2007	X	X		X
0,01	151	0	-	-	0,005	-	0,1	Ar. 01/2007	X			X
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X			X
2	151	0	-	-	1	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,05	151	0	-	-	0,025	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,005	151	1	0	0,035	0,003	0,035	0,1	Ar. 01/2007	X			X
0,005	151	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007	X			
0,002	151	0	-	-	0,001	-	0,1	Ar. 01/2007	X			X
0,02	51	6	0	0,133	0,016	0,120	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,02	51	0	-	-	0,010	-	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,02	51	23	1	3,41	0,132	0,492	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,01	51	2	1	0,345	0,012	0,330	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,05	151	28	20	6,3	0,124	1,495	0,1	Ar. 01/2007***		X		
0,02	151	15	4	0,45	0,019	0,282	0,1	Ar. 01/2007***		X		
1	151	1	0	1,22	0,505	1,220	0,1	Ar. 01/2007***		X		
0,01	51	17	2	0,595	0,028	0,339	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,005	51	8	0	0,047	0,005	0,041	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,005	51	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,005	51	4	0	0,07	0,004	0,062	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,005	51	3	0	0,032	0,004	0,031	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,005	51	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,005	51	0	-	-	0,002	-	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Ar. 01/2007***				
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Ar. 01/2007***		X		
-	-	-	-	-	-	-	0,1	Ar. 01/2007***		X		
0,01	51	0	-	-	0,005	-	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,01	51	3	0	0,048	0,007	0,048	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,02	151	3	1	0,57	0,014	0,519	0,1	Ar. 01/2007***		X		
0,01	51	38	18	0,633	0,123	0,498	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,02	51	24	1	1,12	0,112	0,434	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,005	51	17	1	0,713	0,022	0,215	0,1	Ar. 01/2007***		X		X
0,1	151	2	2	1,7	0,071	1,695	0,1	Ar. 01/2007***		X		



APRONA
Site du Biopôle
28, rue de Herrlisheim
68021 COLMAR
+33 (0)3 67 82 00 50
contact@aprona.net
www.aprona.net



Partenaires techniques et financiers :



FOND EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL (FEDER)
EUROPÄISCHER FONDS FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG (EFRE)