

# Contamination par micropolluants de la nappe alluviale de la Loue étudiée à partir des analyses Ades et ARS à Ounans et environs (39) (années 2018 à 2024)

Gilles Sené, écologue, agrégé de l'Université - 11 septembre 2024 et décembre 2024 (21 avril 2025)

**Résumé.** Les eaux de la nappe alluviale de la Loue sont étudiées en diverses communes, essentiellement à Ounans (39), lieu de prélèvement des eaux destinées à la consommation d'eau potable à Arbois. Ces eaux souterraines sont impactées par la micropollution, même si celle-ci y est relativement réduite, mais cette micropollution est bien présente, en nombre de micropolluants, en concentrations, comme en diversité.

Et elle reflète bien les usages agricoles comme les pollutions domestiques et urbaines.

Les eaux distribuées présentent donc des micropollutions par deux herbicides (ou leurs métabolites), en respectant toutefois les normes de potabilité ; ce qui ne supprime pas pour autant tout risque sanitaire. En France, le principe de précaution n'est en effet pas appliqué avec autant de rigueur qu'en Suisse par exemple : certains bulletins ARS déclarent en effet l'eau distribuée à Arbois « *non conforme, mais sans restriction d'usage* » ...

Ces études de la contamination par micropolluants, complétées par le suivi de quelques autres paramètres physico-chimiques, permettent aussi de différencier les eaux de la même nappe en différentes stations et donc, des circulations souterraines différentes.

Les eaux de la nappe de la Loue sont étudiées par les prélèvements Ades et, plus indirectement, par les prélèvements effectués par l'Agence Régionale de Santé (ARS) sur les communes concernées par la distribution des eaux d'Ounans. Les eaux souterraines de la nappe alluviale de la Loue (et autres) sont exploitées par Syndicat Intercommunal des Eaux de la Région Arbois Poligny (SIEAP) et distribuées sur une vingtaine de communes. Nous ne nous sommes intéressés qu'aux molécules en concentration quantifiée (concentration supérieure à la LOQ (Limite Of quantification), même si les autres molécules ne peuvent jamais être considérées comme absentes (à la concentration nulle) : le code 10 par exemple, associé à la grande majorité des molécules, indique seulement une concentration inférieure à la LOQ, sans plus de précisions ...

## 1 - Analyses Ades concernant la nappe alluviale de la Loue à Ounans et au-delà.

### 11 - La station d'Ounans P, correspondant au puits de captage du SIEAP (Syndicat Intercommunal des Eaux Région Arbois-Poligny).

Sur les années 2018 à 2024, à la station Ounans P, 20 prélèvements ont été réalisés avec des nombres de molécules recherchés variables : sauf deux exceptions à environ 430 molécules recherchées, on dispose d'analyses comprenant environ 650, 750, 850 et la plus récente avec 995 molécules recherchées.

Ces prélèvements sont réalisés au sein du périmètre de protection du captage du SIEAP (Syndicat Intercommunal des Eaux d'Arbois-Poligny).

#### Aspects quantitatifs.

Globalement, le nombre de micropolluants en concentration quantifiée va de 1 à 10 par prélèvement ; logiquement, ce sont dans les analyses les plus riches que les nombres de molécules en concentration quantifiée sont les plus élevés.

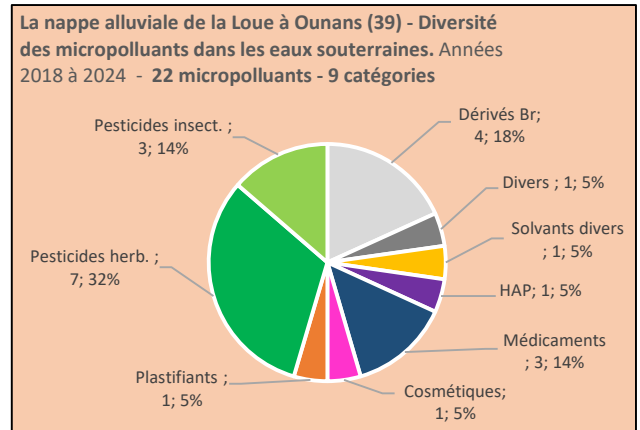
Les concentrations totales en micropolluants sont aussi fonction du nombre de micropolluants recherchés : elles ne peuvent donc être comparées d'un prélèvement à l'autre sans précaution.

Elles s'étendent sur des valeurs très différentes, une seule molécule pouvant largement influencer le résultat. Pour certains prélèvements, la concentration totale est inférieure à 0,05 µg/L, mais pour d'autres, elles peuvent être de plusieurs µg/L (6 fois sur la période étudiée), et même une fois, avec de la nicotine (47,000 µg/L), 47,009 µg/L ! Et la dernière analyse dont nous disposons (995 molécules recherchées) présente au total 6 micropolluants (dont seulement les 2 métabolites du chloridazone comme pesticides) et une concentration totale de 4,723 µg/L.

Pour conclure, et se référant à d'autres prélèvements sur la Loue ou le Doubs dans la région, il s'agit malgré tout d'eaux relativement peu contaminées, tant par le nombre de micropolluants que par les concentrations constatées dans les 2/3 des prélèvements.

### Diversité des micropolluants.

Sur l'ensemble des prélèvements de 2018 à 2024, on constate un ensemble relativement réduit (22 micropolluants), très divers (9 catégories), reflétant la sphère domestique (médicaments, cosmétiques...) mais aussi les activités agricoles avec les herbicides (46 % des micropolluants rencontrés sont des pesticides). Quatre de ces pesticides (sur 10 trouvés) sont interdits depuis des années (l'atrazine depuis 2003 !), ce qui confirme bien la grande rémanence de ces molécules toxiques. Notons toutefois que l'atrazine (un de ses métabolites pour être précis) n'y apparaît qu'une seule fois en 2019.



### 12 - Exploitation des données Ades sur 3 forages dans la nappe alluviale de la Loue à Ounans (39) (années 1990-2024).

Il s'agit de 3 forages dont l'un est précisé puits (Forage S1) (données Ades avec codes Elisa et BSS) :

- Codes BSS : BSS001KTYU (05287X0036/S1) : Forage P ou S1, 218 m d'altitude, déjà étudié, puisqu'il s'agit de la station d'Ounans P,
- Codes BSS : BSS001KUAW (05287X0086/F) : F, 218 m d'altitude,
- Codes BSS : BSS001KUAX (05287X0087/F3) : F3, 219 m d'altitude.

On ne dispose pas des profondeurs sauf pour le forage S1 (18,20 m).

Les médicaments sont absents des recherches sur F et F3. Et sur S1, ils ne sont recherchés que depuis 2018 (2 prélèvements) sauf la metformine, un antidiabétique utilisable comme marqueur, tant il est souvent présent dans les eaux des cours d'eau. Mais dans l'eau du forage S1, seules 3 molécules de la sphère « pharmacopée » apparaissent et pas la metformine.

Observations et différences entre les trois stations :

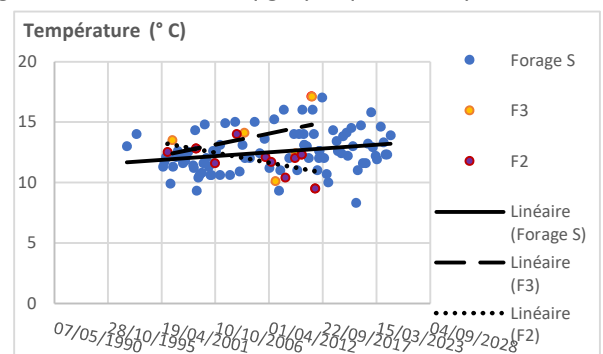
- le forage S1 est plus riche en nombre et diversité de micropolluants (avec des prélèvements étudiés de manière comparable) (cf. tableau 1, ci-dessous), avec une signature marquée de la sphère domestique (jusqu'à 10 micropolluants différents en mai 2022) ; F3 et F semblent plus marqués par les activités agricoles, mais à confirmer avec des niveaux de recherches comparables.
- le chloridazone ou ses métabolites n'apparaît pas en F. Et il apparaît en 2022 en F3 (pas de recherche en 2021, absent en 2020) et dès 2018 dans le forage P (S1).
- l'atrazine et ses métabolites disparaît en 2018 sur F3, en 2019 sur le forage P (S1) et en 2020 en F.

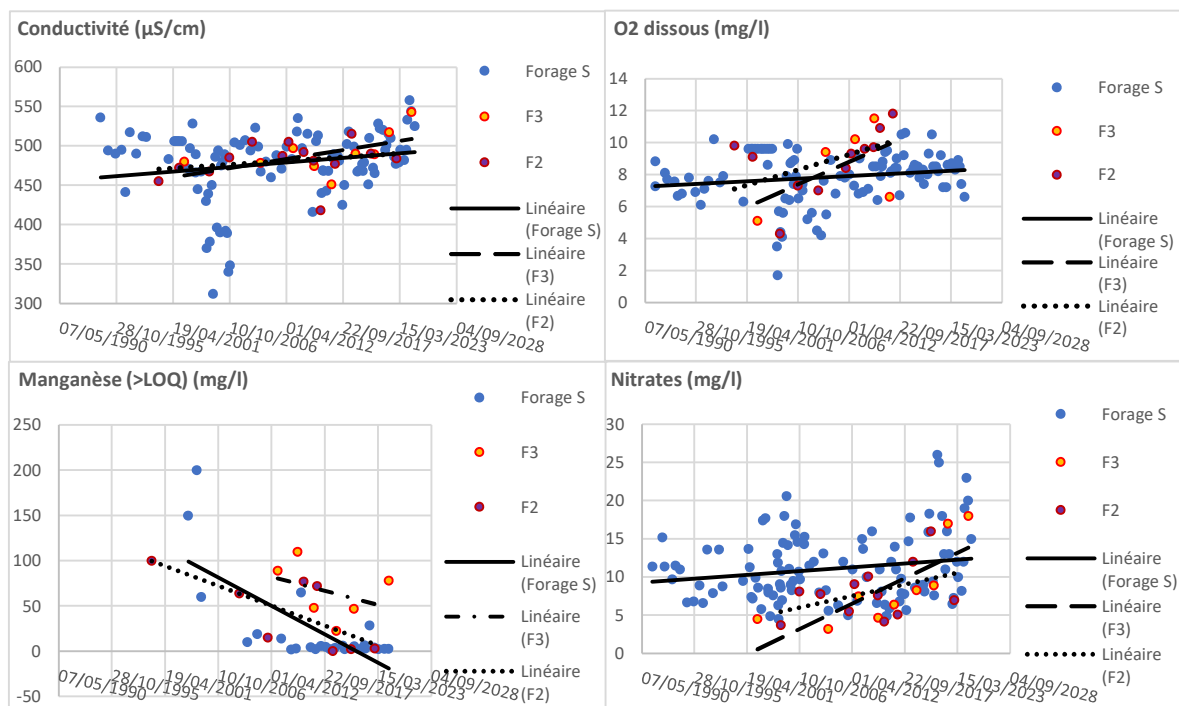
Les eaux des différents forages ne semblent pas subir les mêmes micropollutions ou ne pas avoir la même sensibilité, les mêmes vitesses de circulation, les mêmes rémanences. F semble se distinguer par une rémanence plus longue.

### Autres paramètres physico-chimiques, toutes années disponibles (graphiques ci-dessous).

Divers paramètres ont été étudiés pour les eaux souterraines : température, pH, conductivité, oxygène dissous, taux de saturation en oxygène, nitrates, phosphore total, manganèse et nickel. Cinq graphiques sont présentés simplement, sans tentative d'y chercher une logique de flux des eaux au sein de la nappe et en relation avec la surface. Les courbes ne sont qu'indicatives (pas de R<sup>2</sup> de validation), d'autres modèles de courbe de régression peuvent être trouvés. Les données du forage S1 (station Ounans P) sont beaucoup plus fournies que celles de F3 et F, et la durée couverte est aussi plus longue.

Néanmoins, il apparaît que les trois stations se différencient assez nettement, même si le forage S1 (P et noté S sur les graphiques) se rapproche pour certains paramètres de F (nommé F2 dans les graphiques).





## Conclusions.

Au vu de ces différents documents, il apparaît que les stations (différents forages) étudiées avec Ades ne présentent pas les mêmes qualités de l'eau au sein de la même nappe alluviale ; faut-il considérer différents flux ou nappes au sein de ce que l'on nomme « Alluvions de la basse vallée de la Loue entre Quingey et la confluence avec le Doubs » (DG378) au moins pour le secteur d'Ounans ? Et ce, en dépit de la proximité géographique des trois stations de prélèvement.

Qualités des eaux, rémanences par rapport à des pesticides interdits et dont les occurrences diminuent, occurrences de nouveaux pesticides... autant de différences entre les trois forages étudiés qu'illustrent ces différents documents.

### 13 - Origines possibles des micropolluants de la nappe alluviale de la Loue Ounans P (S1) et autres stations).

La comparaison avec les micropolluants des eaux libres de la Loue montre une diversité différente et un niveau de micropollution moindre : pas ou moins de micropolluants d'origine domestique/urbaine et un panel de pesticides plus réduit, avec des insecticides absents dans les autres stations que Ounans P (Cf. tableau 1, ci-dessous).

A toutes fins de comparaisons, en plus des trois stations à Ounans (Ounans P, F et Ounans F3), nous avons étudié la nappe alluviale de la Loue, à Mont-sous-Vaudrey (codes BSS : BSS001KTZA / 05287X0042/P), et à Souvans (codes BSS : BSS001KTVX / 05286X0033/S). Les prélèvements, moins nombreux, présentent un effort de recherche de 430 à 680 molécules. A toutes fins de comparaison, nous avons donc réduit de notre étude précédente de la station Ounans P les prélèvements à la recherche plus intense, pour ne conserver que ceux comportant 430 et 680 molécules recherchées). L'ensemble des données est présentée dans la tableau 1 ci-dessous.

La comparaison est alors permise, même si le nombre de prélèvements sur 4 ans est plus important à Ounans P que sur les autres stations : on constate alors une faible diversité des micropolluants qui y sont trouvés en concentration quantifiée. Outre un ou deux dérivés de l'étain, ce ne sont quasiment que des herbicides qui sont retrouvés, atrazine (et métabolites), chloridazone (et métabolites), deux herbicides interdits depuis 2003 et 2021.

Il y a donc des différences entre Ounans P et les autres stations (et autres communes) : l'atrazine a dû être utilisée plus massivement et plus longtemps pour qu'on en trouve encore souvent des métabolites jusqu'en 2023 sur les autres stations qu'Ounans P ; à Ounans, sur le périmètre de protection, les efforts demandés ont dû se traduire par une moindre utilisation de l'atrazine et par une plus grande diversité des herbicides utilisés, avec le chloridazone en particulier.

Les différences avec les prélèvements plus richement étudiés (entre 700 et 1 000 molécules recherchées), correspondent à des micropolluants issus de la sphère domestique ; pour peu qu'on les recherche, ces derniers

micropolluants doivent se trouver présents de manière générale dans toutes les stations de la nappe alluviale de la Loue. Et au-delà.

**Pour conclure**, on peut donc imaginer plutôt des apports directement depuis les sols, après épandages agricoles et percolation vers la nappe pour expliquer les pesticides ; et le reste de la micropollution (insecticides compris) associée à la sphère domestique témoigne sans doute d'apports par des échanges entre la nappe et les cours d'eau en relation avec elle : Cuisance, Loue, autres petits cours d'eau ou encore des apports diffus associés aux traitements individuels des eaux domestiques (SPANC).

Par contre, il est intéressant de constater l'absence de l'atrazine (interdite en 2003) ou ses métabolites à partir de juillet 2020, et encore du métolachlore (définitivement interdit en 2024) ou ses métabolites : il faut y voir sans doute l'investissement réalisé avec la profession agricole sur le périmètre protégé autour du puits de captage d'Ounans. Malheureusement, c'est en partie l'usage de remplacement avec le chloridazone et autres herbicides qui a permis le traitement chimique des parcelles sur le périmètre de protection ou autour.

**Tableau 1 : comparaison de la diversité des micropolluants dans la nappe alluviale de la Loue dans les différentes stations vers Ounans.**

Station de prélèvement et codes BSS (nouveau et ancien)	Ounans P (BSS001KTYU / 05287X0036/S1)		Ounans F (BSS001KUAW / 05287X0086/F)	Ounans F3 (BSS001KUAX / 05287X0087/F3)	Mont/Vaudrey (BSS001KTZA / 05287X0042/P)	Souvans (BSS001KTVX / 05286X0033/S)
	2018-20-22-24	2018-20-22-24	2018-20-22	2018-20-22-24	2018-20-22	2019-21-23
Années de recherches	2018-20-22-24	2018-20-22-24	2018-20-22	2018-20-22-24	2018-20-22	2019-21-23
Nombre et effort de recherche	20 prélèvements (400 à 995 molécules recherchées)	10 prélèvements (400-680 molécules recherchées)	3 prélèvements (430-640 molécules recherchées)	3 prélèvements (430-640 molécules recherchées)	3 prélèvements (430-640 molécules recherchées)	3 prélèvements (430-640 molécules recherchées)
Nombres de catégories et de micropolluants	9 catégories et 22 micropolluants dont 10 pesticides (8 molécules épandues)	2 catégories et 7 pesticides (7 molécules épandues)	2 catégories et 2 micropolluants dont 1 pesticide	2 catégories et 5 micropolluants dont 4 pesticides (2 molécules épandues)	2 catégories (dont 1 pesticides) et 6 micropolluants dont 4 pesticides (3 molécules épandues)	1 catégorie (pesticides herbicides) et 4 herbicides (3 molécules épandues)
Nombre de micropolluants par prélèvement	1 à 10	1 à 3	1	0 à 2	3 à 4	1 à 4
Nombre total de micropolluants sur les différentes années exploitées (diversité)	22	9	2	5	6	4
Anti-corrosion	-	-	-	-	-	-
Conservateurs	-	-	-	-	-	-
Dérivés Br	4	-	-	-	-	-
Dérivé F (PFAS)	-	-	-	-	-	-
Dérivés Sn	-	-	1	1	2	-
Divers	1	-	-	-	-	-
Solvants divers	1	-	-	-	-	-
HAP	1	-	-	-	-	-
Médicaments	3	-	-	-	-	-
Cosmétiques	1	-	-	-	-	-
Plastifiants	1	-	-	-	-	-
Pesticides divers	-	-	-	-	-	-
Pesticides fong.	-	-	-	-	-	-
Pesticides herb.	7 (5)	7 (5)	1	4 (2)	4 (3)	4 (3)
Pesticides insect.	3 (3)	2 (2)	-	-	-	-
Pesticides ratic.	-	-	-	-	-	-

## 2 - Analyses ARS de l'eau distribuée à Arbois pour la période octobre 2022 à juillet 2024.

La ville d'Arbois est associée à d'autres communes au sein du Syndicat intercommunal des Eaux Région Arbois Poligny qui regroupe 22 communes ; ce syndicat exploite les eaux de la nappe alluviale de la Loue à Ounans.

Pour Arbois, nous disposons de 7 prélèvements ayant donné lieu à des recherches de micropolluants sur les 52 réalisés sur cette période, dont 2 réalisés à 15 minutes d'écart, en juin dernier. Les analyses de l'ARS recherchent

environ 400 molécules et ne recherchent pas, en particulier, de médicaments. Cf ci-dessous, tableau 3, un bulletin partiel de l'ARS.

Les 4 derniers sont déclarés « non conformes » par l'ARS mais, toutefois, « les concentrations mesurées ne conduisent pas à des mesures de restriction des usages de l'eau pour la préparation d'aliments et la consommation humaine », pour la dernière conclusion, du fait de la présence en trop grande concentration d'un métabolite d'un pesticide...

La molécule obligeant cette déclaration est un métabolite du chloridazone, un herbicide interdit depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2021, le desphényl-chloridazone. Sa concentration dépasse les 0,1 µg/L sur les quatre derniers prélèvements (limite de potabilité pour les pesticides).

Deux autres molécules sont au-dessus des seuils de quantification, sans atteindre cette limite : un autre métabolite du chloridazone, le méthyl-desphényl-chloridazone et un métabolite du chlorothalonil, interdit lui aussi depuis 2019-2020, le chlorothalonil-R471811.

La somme des concentrations de ces 2 ou 3 molécules est au maximum de 0,264 µg/L, soit inférieure à la norme de potabilité (0,5 µg/L).

### Suivi particulier du chloridazone et de ses métabolites.

Le tableau 2 (ci-contre) montre les concentrations des deux métabolites du chloridazone suivis depuis 2022 par Ades et depuis 2023 par l'ARS.

Les courbes ont été construites en retenant pour les concentrations en dessous du seuil de quantification la valeur de la limite de quantification divisée par 2.

Le chloridazone (interdit en 2021) n'est présent en concentrations quantifiées dans les eaux de la nappe que jusqu'en août 2021. Par contre, ses métabolites sont toujours présents ; on constate qu'en 2023, les concentrations de deux de ses métabolites ont été moindres qu'en 2022 et 2024. On constate aussi une bonne corrélation entre les analyses ARS et Ades, le décalage provenant sans doute des différences entre les appareils de mesure.

Mais l'eau distribuée à Arbois reflète bien la qualité des eaux de la nappe alluviale de la Loue vis-à-vis de ces pesticides ou métabolites. Et, par exemple, les habitants d'Arbois ont dû boire autour du 31 juillet 2019 un métabolite de l'atrazine, un herbicide pourtant interdit depuis 2003, de la 2-hydroxy-atrazine...

### 3 - Conclusions.

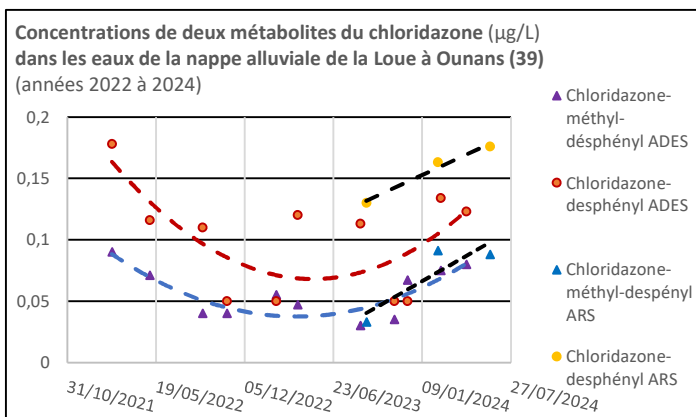
Les eaux de la nappe alluviale de la Loue sont donc impactées par la micropollution, même si celle-ci y est relativement plus restreinte, comparée à celle d'autres nappes déjà étudiées (nappe de la Seille, entre autres), mais cette micropollution est bien présente, en nombre de micropolluants, en concentrations totale de micropolluants, comme en diversité.

Et elle reflète bien les usages agricoles (avec les herbicides) comme les pollutions domestiques et urbaines.

Notons que les analyses de l'ARS sont moins conséquentes que celles d'Ades et de nombreuses molécules apparaissent en concentrations quantifiées, sans pour autant atteindre la limite de potabilité de 0,1 µg/L. Mais d'après les analyses Ades, outre le chloridazone et ses deux métabolites, un métabolite du métolachlore, l'ESA-métolachlore aurait dû amener la non-conformité en 2021 ; la plupart des pesticides recherchés par Ades et trouvés en concentration quantifiée ne dépassent pas la limite de potabilité. Ce qui ne supprime pas pour autant tout risque sanitaire.

Dans la mesure où les eaux de la nappe alluviale de la Loue sont exploitées pour la consommation humaine, elles représentent donc potentiellement, et réellement, un risque pour les populations qui les utilisent pour la boisson. Et ce, même si les conclusions de l'ARS ne concluent pas à l'interdiction de consommation.

Date prélèvement Ades (vert) ou ARS (orange)	Chloridazone-méthyl-desphényl Code Sandre 6379		Chloridazone desphényl Code Sandre 6378	
	Code LOQ (1)	Concentration (µg/L)	Code LOQ (1)	Concentration (µg/L)
08/02/2022	1	0,09	1	0,178
04/05/2022	1	0,071	1	0,116
31/08/2022	1	0,04	1	0,11
25/10/2022	1	0,04	10	0,1
13/02/2023	1	0,055	10	0,1
03/04/2023	1	0,047	1	0,12
22/08/2023	1	0,03	1	0,113
05/09/2023	1	0,033	1	0,13
07/11/2023	1	0,035	2	0,1
06/12/2023	1	0,067	10	0,1
13/02/2024	1	0,091	1	0,163
19/02/2024	1	0,075	1	0,134
17/04/2024	1	0,08	1	0,123
10/06/2024	1	0,088	1	0,176



**Tableau 3 : exemple de bulletin ARS (incomplet et réorganisé) concernant la qualité de l'eau distribuée à Arbois le 10 juin 2024.**

10/06/2024 12h01	Eau d'alimentation NON CONFORME aux normes de qualité réglementaires. Les substances suivantes sont présentes à des concentrations qui dépassent la limite de qualité de 0,1 µg/l: - CHLORIDAZONE DESPHÉNYL. Les concentrations mesurées ne conduisent pas à des mesures de restriction des usages de l'eau pour la préparation d'aliments et la consommation humaine. Les substances suivantes sont également présentes mais leurs concentrations ne dépassent pas le seuil réglementaire : - CHLORIDAZONE METHYL DESPHÉNYL. - CHLOROTHALONYL R471811.	
Paramètre	Valeur	<a href="#">Limite de qualité</a>
Total des pesticides analysés	<b>0,264 µg/L</b>	≤ 0,5 µg/L
Chloridazone desphényl	0,176 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Chloridazone méthyl desphényl	0,088 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Chlorothalonil R471811	0,021 µg/L	
Dichloropropylène-1,3 total	<2,00 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Dichloropropylène-1,3 cis	<2,00 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Dichloropropylène-1,3 trans	<2,00 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Ethyleneuree	<0,50 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Ethylenethiuree	<0,50 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Hexachloropentadiène	<0,5 µg/L	
Dithianon	<0,100 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Emamectine	<0,100 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Piclorame	<0,100 µg/L	≤ 0,1 µg/L
ESA acetochlore	<0,100 µg/L	
ESA alachlore	<0,100 µg/L	
Clopyralid	<0,10 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Pyréthrine	<0,10 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Sulcotrione	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Mésotrione	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Quizalofop	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L
2,4-DB	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Ethephon	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Cyflufenamide	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Dicamba	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Aminotriazole	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L
Prothioconazole	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L
OXA alachlore	<0,050 µg/L	≤ 0,1 µg/L