

SOURCE THEURIOT à Pesmes



Code SOG
GR 221

Nom du captage
Source Theuriot

Code BSS ancien
05012X0017/S

Code BSS nouveau
JDCL

2021

Suivi des phytosanitaires et des nitrates
Compilation des données analytiques historiques

SOURCE THEURIOT à Pesmes

SUIVI DES PHYTOSANITAIRES ET DES NITRATES COMPILATION DES DONNEES ANALYTIQUES HISTORIQUES

I- CONTEXTE DE L'ÉTUDE

1- Objectif de l'étude

La qualité de l'eau : un objectif prioritaire de la DCE

L'eau, en tant que pilier essentiel de l'environnement et de la vie, fait l'objet de surveillances régulières, afin de préserver sa qualité et d'assurer les conditions sanitaires requises pour la consommation humaine. Dans ce cadre, la protection des ressources destinées à l'alimentation en eau potable est un des objectifs prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

Les données sur les volets eaux brutes et eaux distribuées, acquises parallèlement par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC), par les Agences Régionales de Santé (ARS) et les collectivités gestionnaires, gagnent à être capitalisées, interprétées et mises à profit, pour l'élaboration de bilans transversaux, tenant compte des spécificités liées au contexte local propre à chaque champ captant. De plus, les conditions hydrogéologiques, la pluviométrie, mises en lien avec le climat sont des paramètres à inclure dans l'interprétation.

L'intérêt de cette étude est de valoriser l'ensemble des données exploitables, dans l'optique :

- de cerner l'évolution de la qualité des eaux du captage,
- d'établir un bilan de la qualité actuelle du captage.

Cette étude fait suite à celle réalisée en 2021 (« Source Theuriot à Pesmes – Suivi des phytosanitaires et des nitrates 2020, compilation des données analytiques historiques », FREDON BFC, 2021).

SCAN 25® - ©IGN-Paris-2002
DRAAF, FREDON Franche-Comté, Janvier 2018
Reproduction interdite - Marché IGN N°0400081

Source Theuriot

Complément De L'Entité Nv2 :
Calcaires Du Jurassique Entre
Saône Et Ognon

Surface du BAC : 435 ha

3- Déroulé du rapport

Liste des abréviations et lexique

4- Rappel des normes de qualité

4.1 Paramètre des Phytosanitaires : arrêtés du 11/01/2007 et du 17/12/2008, Avis de l'ANSES

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/EC) prévoit la mise en place de Normes de Qualité Environnementale avec l'objectif de « protéger la santé humaine et l'environnement ». En France, ces valeurs seuils sont définies dans l'arrêté du 17/12/2008, « établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines ». Pour les eaux souterraines, ces normes de qualité sont les suivantes (concentration ponctuelle et concentration moyenne annuelle) :

- 0,1 µg/L pour chaque molécule,
- 0,5 µg/L pour la somme des concentrations en molécules.

Dans le cadre de l'évaluation de la qualité sanitaire de l'eau, l'arrêté du 11/01/2007 « relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique » définit quant à lui les limites de qualité des Eaux Destinées à la Consommation Humaine (EDCH), qui sont :

- 0,1 µg/L pour chaque molécule,
- 0,5 µg/L pour la somme des concentrations en molécules.

Pour ces EDCH, les limites de qualité s'appliquent aux substances actives pesticides, métabolites et produits de dégradation et de réaction **pertinents**. Depuis 2017, un certain nombre de nouveaux métabolites de pesticides sont recherchés par les laboratoires. Après saisine par la Direction Générale de la Santé, l'Anses a proposé des avis relatifs à l'évaluation de la pertinence de ces nouveaux métabolites de pesticides dans les EDCH.

D'après ces avis suite aux saisines 2015-SA-0252, 2018-SA-0134-b, 2019-SA-0129 et 2019-SA-0228, voici la liste des métabolites retenus et leur statut de pertinence au 26/01/2022.

Nom de la molécule	Statut pertinence	Année avis Anses	Référence
Acétochlore ESA	Non pertinent	2019	Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019
Acétochlore OXA	Non pertinent	2019	Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019
Alachlore ESA	Non pertinent	2019	Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019
Alachlore OXA	Pertinent	2019	Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019
Dimétachlore ESA	Non pertinent	2019	Avis 2018-SA-0134-b du 4 février 2020
Dimétachlore CGA 369873	Non pertinent	2020	Avis 2019-SA-0228 du 15 mars 2019
Diméthénamide ESA	Non pertinent	2022	Avis 2021-SA-0020-b du 26 janvier 2022
Diméthénamide OXA	Non pertinent	2022	Avis 2021-SA-0020-b du 26 janvier 2022
Flufénacet ESA	Pertinent	2020	Avis 2018-SA-0134-b du 4 février 2020
Métazachlore ESA	Non pertinent	2019	Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019
Métazachlore OXA	Non pertinent	2019	Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019
Métolachlore ESA	Pertinent	2021	Avis 2019-SA-0129 du 14 janvier 2021
Métolachlore OXA	Non pertinent	2021	Avis 2019-SA-0129 du 14 janvier 2021
Métolachlore NOA	Pertinent	2021	Avis 2019-SA-0129 du 14 janvier 2021

Pour les métabolites évalués comme « pertinents », ainsi que pour les métabolites non encore évalués par l'Anses, les limites de qualité en vigueur (0,1 µg/L et 0,5 µg/L) continueront de s'appliquer. **Pour les métabolites évalués « non pertinents pour les EDCH », l'expertise a proposé une valeur seuil adaptée de 0,9 µg/L par molécule, en s'appuyant sur le seuil de préoccupation toxicologique. Les quantifications de ces molécules ne seront pas intégrées aux sommes des concentrations pour l'ensemble des résultats.**

Les données de ce rapport 2021 ainsi que celles des campagnes antérieures seront interprétées vis-à-vis de ces normes et limites de qualité. De ce fait, compte-tenu de la prise en compte de ces évolutions de seuils, il est possible que certains calculs et évaluations vis-à-vis de ces limites de qualité soient différents de ceux présentés dans les rapports antérieurs (nombre ou fréquence des prélèvements en dépassements des seuils sanitaires sur eau distribuée par exemple).

4.2 Paramètre des Nitrates : arrêtés du 11/01/2007 et du 17/12/2008

Les normes de qualité définies au titre des arrêtés du 11/01/2007 et du 17/12/08, relatifs aux seuils en vigueur pour l'eau potable en distribution sont de :

- 50 mg/L, pris comme seuil de conformité relatif à la teneur en nitrates de l'eau potable,
- 25 mg/L, pris comme valeur guide à titre indicatif, visant à alerter le service de potabilisation des eaux, dans le cadre d'un traitement simple et de désinfection.

Les données de ce rapport seront interprétées par rapport à ces valeurs.

5- Points spécifiques de l'étude

L'ensemble des données utilisées pour cette étude sont issues de prélèvements réalisés par différents organismes : l'ARS, l'AERMC, la FREDON-BFC et, parfois d'autres préleveurs (maître d'ouvrage en autocontrôle par exemple). Dans notre cas, aucune analyse tierce n'a été réalisée, à notre connaissance, ou nous a été transmise. On ne peut exclure toutefois qu'il en existe.

Par ailleurs, l'approche globale de données issues de différentes origines génère des hétérogénéités d'analyses. En effet, la réalisation des prélèvements par différents intervenants implique que plusieurs laboratoires sont fournisseurs de résultats analytiques. Cependant, chaque laboratoire pratique les recherches de molécules phytosanitaires sur la base de listes qui lui sont propres, et qui sont associées à des seuils de quantification et de détection en lien avec leurs techniques analytiques et ce, pour une année donnée.

Ainsi, il est important de prendre en compte ce facteur de variabilité afin de mieux appréhender la diversité de l'ensemble des données regroupées pour cette étude exhaustive.

Voici quelques exemples en termes de nombre de molécules recherchées et de seuils de quantification pratiqués au cours des dernières années :

- 30 molécules recherchées en 1994, 168 en 2000, 214 en 2010 et 597 en 2020, avec notamment la recherche d'un grand nombre de métabolites issus de la dégradation de substances actives de la famille des chloroacétamides (S-métolachlore, métazachlore, diméthénamide, ...) ou oxyacétamides (flufénacet),
- pour l'AMPA et le glyphosate, diminution considérable du seuil de quantification de 0,1 µg/L en 2006 à 0,02 µg/L en 2020.

Concernant l'interprétation des données, il faut donc bien prendre en compte l'amélioration des techniques de recherches des phytosanitaires ainsi que la diminution progressive des seuils de quantification effective sur les 20 dernières années. Ceci peut conduire, par exemple, à l'augmentation du nombre de quantifications

alors même que la qualité de l'eau réelle présente une tendance de contamination stable, voire à l'amélioration.

Pour ce captage, différents laboratoires ont réalisé des analyses. Les laboratoires connus en tant que producteurs de données sont :

- Le Laboratoire Départemental d'Analyse de la Drome à Valence (26),
- L'Institut de Recherches Hydrologiques : laboratoires d'Epinal (88) et d'Alsace,
- Le groupe Carso Laboratoire Santé Environnement Hygiène de Lyon (69).
- Laboratoire Vétérinaire Départemental et d'Hydrologie (70)

Enfin, il est à noter la réalisation sur cette ressource de prélèvements en conditions à risque, réalisés par la FREDON BFC. Ceux-ci sont déclenchés après les principales applications phytosanitaires en zone agricole, mais également dans les jardins, espaces verts et infrastructures (JEVI), et après une pluviométrie significative, soit susceptible de provoquer des transferts de substances actives vers les eaux (protocole GREPPES – Groupe Régional pour l'Étude des Pollutions par les Phytosanitaires des Eaux et des Sols).

Pour les JEVI, les expériences ont montré que 2 mm de pluie suffisent sur surfaces imperméables à provoquer des transferts, alors qu'en zone agricole 10 mm minimum sont nécessaires.

Le seuil pluviométrique retenu dans le cadre de cette étude est de 10 mm, sachant que le contexte pluviométrique des semaines avant le prélèvement est également déterminant pour réaliser ce prélèvement dans les conditions les plus « à risque ».

Ces prélèvements se positionnent enfin en cohérence avec les applications sur le terrain :

- 1 prélèvement positionné au printemps, après les applications de sortie d'hiver (désherbage notamment) et après les semis de cultures de printemps. Il tient compte également des applications de désherbages dans les JEVI.
- 1 prélèvement positionné à l'automne, suite aux applications réalisées en période de semis de colza et de céréales d'hiver. Il tient compte des éventuels désherbages de rattrapage dans les JEVI.

Ces prélèvements sont réalisés selon les bonnes pratiques de l'échantillonnage (AQUAREF - Opérations d'échantillonnage en eau souterraine dans le cadre des programmes de surveillance DCE - Recommandations techniques – Edition 2017).

A noter que l'ensemble des données présentées dans ce rapport sont celles qui sont disponibles à la date du 09/03/2022.

II- CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE DE LA RESSOURCE

Les données ci-dessous sont issues du rapport d'Antéa Group, *Captages prioritaires du bassin RMC : Estimation du temps de renouvellement moyen de la ressource par datation à partir de l'analyse des CFC et SF6. Résultats des campagnes de prélèvements de l'année 2018-2019 Février 2020, Rapport n°92011/C.*

Contexte hydrogéologique local

L'alimentation en eau potable de la commune de Pesmes est assuré par deux ouvrages, le captage de la source de Theuriot et un puits localisé dans la nappe alluviale de l'Ognon. Située en rive droite de l'Ognon, la source de Theuriot sort au sein de la combe du même nom, probablement au niveau du contact entre le substratum liasique imperméable et les calcaires karstiques du Jurassique moyen (Kimméridgien moyen). Le système aquifère est drainé au sud par l'Ognon.

D'après les résultats des traçages réalisés en octobre 2010, les vitesses de transfert au sein de ce système aquifère karstique seraient comprises entre 20 et 25 m/h.

La nature karstique de l'aquifère lui confère naturellement un fort degré de vulnérabilité. Actuellement cela se traduit par des concentrations en nitrates et produits phytosanitaires qui fluctuent aux environs des seuils limites.

Estimation du temps nécessaire au renouvellement de la ressource

Date : 08/03/17	Degré de confiance : Moyen	Régime de nappe : ME	Age moyen : 20 à 25 ans
Date : 05/07/17	Degré de confiance : Faible	Régime de nappe : BE	Age moyen : 20 à 25 ans

Temps de résidence moyen des eaux : 20 à 25 ans
(ce temps de résidence doit être modulé par la réactivité de l'aquifère)

Estimation de la réactivité de l'aquifère

Epaisseur de la zone non saturée : Inconnue

Possibilité de stockage de nitrates dans la zone non saturée : Non

Connaissance de l'aquifère et des modalités de recharge : Bonne

Investigations à prévoir : Non

Réactivité attendue de la nappe au programme d'action : Point d'eau représentatif d'un système sans facteur de retard (Type 1)

Modèle d'aquifère de type 1 : Point d'eau représentatif d'un système sans facteur de retard

Ce type d'aquifère correspond à un contexte de nappe peu profonde, caractérisé par une couverture drainante, peu épaisse laissant présager des vitesses d'infiltration rapides de la recharge vers la nappe.

Schéma de type 1 : Point d'eau représentatif d'un système sans facteur de retard



Ce schéma illustre la réactivité de la nappe au plan d'action pour les aquifères de Type 1. Dans ce cas, aucun facteur de retard n'est à considérer par rapport à l'âge moyen estimé par la méthode des CFC et SF6 : on suppose que la nappe est peu profonde et l'amélioration de la qualité de l'eau devrait avoir rapidement des effets.

III- SUIVI 2021 DES PHYTOSANITAIRES

1- Programme de la campagne 2021 et organismes préleveurs

Pour la campagne 2021, les prélèvements réalisés sont les suivants

Tableau 1 : Organismes préleveurs, nombre de prélèvements et types d'eau analysés en 2021.

	Agence de l'Eau RM&C	Agence Régionale de Santé	FREDON BFC	TOTAL
Eau brute	4 prélèvements aléatoires	1 prélèvement aléatoire	2 prélèvements ciblés	7
Eau distribuée	-	4 prélèvements aléatoires	-	4

2- Pluviométrie de la campagne 2021

Le contexte climatique, et particulièrement la pluviométrie, influence les transferts de molécules phytosanitaires vers les eaux de surfaces et les nappes souterraines. On peut donc consulter dans le tableau suivant les pluviométries locales en rapport avec les dates de prélèvement. D'une manière générale on considère, et ceci issu du protocole GREPPES, qu'une pluviométrie génère un transfert lorsqu'elle est supérieure à 10 mm cumulés sur les 10 jours précédant la date d'intervention.

En 2021, le régime pluviométrique est fortement contrasté d'une période à l'autre, avec une distribution très irrégulière des pluies sur l'année.

En effet, si l'hiver présente un bilan plutôt déficitaire (sauf janvier en excédent), le printemps est quant à lui plutôt bien arrosé (déficit en avril, puis régime excédentaire en mai et juin avec excédent de 50% en moyenne). L'été résume quant à lui bien la pluviométrie de l'année, avec un mois de juillet très fortement excédentaire (entraînant des crues dans le Doubs, le Jura et la Saône-et-Loire), puis des mois d'août et de septembre en déficit moyen à fort. Enfin, l'automne présente des valeurs considérées comme normales à déficitaires (novembre surtout, en déficit de plus de 50%).

Tableau 2 : Pluviométrie sur la décade précédant les prélèvements – Station météorologique de Chargey-les-Gray (70) (Source : Chambre Régionale d'Agriculture)

Prélèvement aléatoire – Prélèvements à risque

Date de prélèvement	01/03/21	03/03/21	03/05/21	11/05/21	14/05/21	05/07/21	05/08/21	04/11/21	09/11/21	19/11/21	01/12/21
Pluviométrie sur la décade précédant le prélèvement (en mm)	6	6	19,6	80,4	95,8	27,6	30,4	57,4	50,4	6,8	25,4
Producteur de données	AERMC	ARS	AERMC	ARS	FREDON BFC	AERMC	ARS	FREDON BFC	ARS	AERMC	ARS
Type d'eau	EB	ED	EB	ED	EB	EB	ED	EB	ED	EB	EB

3- Résultats et bilan de la campagne 2021

Nous aborderons dans cette partie uniquement les données relatives aux prélèvements réalisés en 2021. Sur cette période, 7 prélèvements ont été réalisés sur l'eau brute de la Source Theuriot, et 4 prélèvements sur eau distribuée au niveau de l'installation de traitement et de production d'eau. Notons que 2 prélèvements à risque ont été réalisés au printemps et à l'automne par la FREDON BFC.

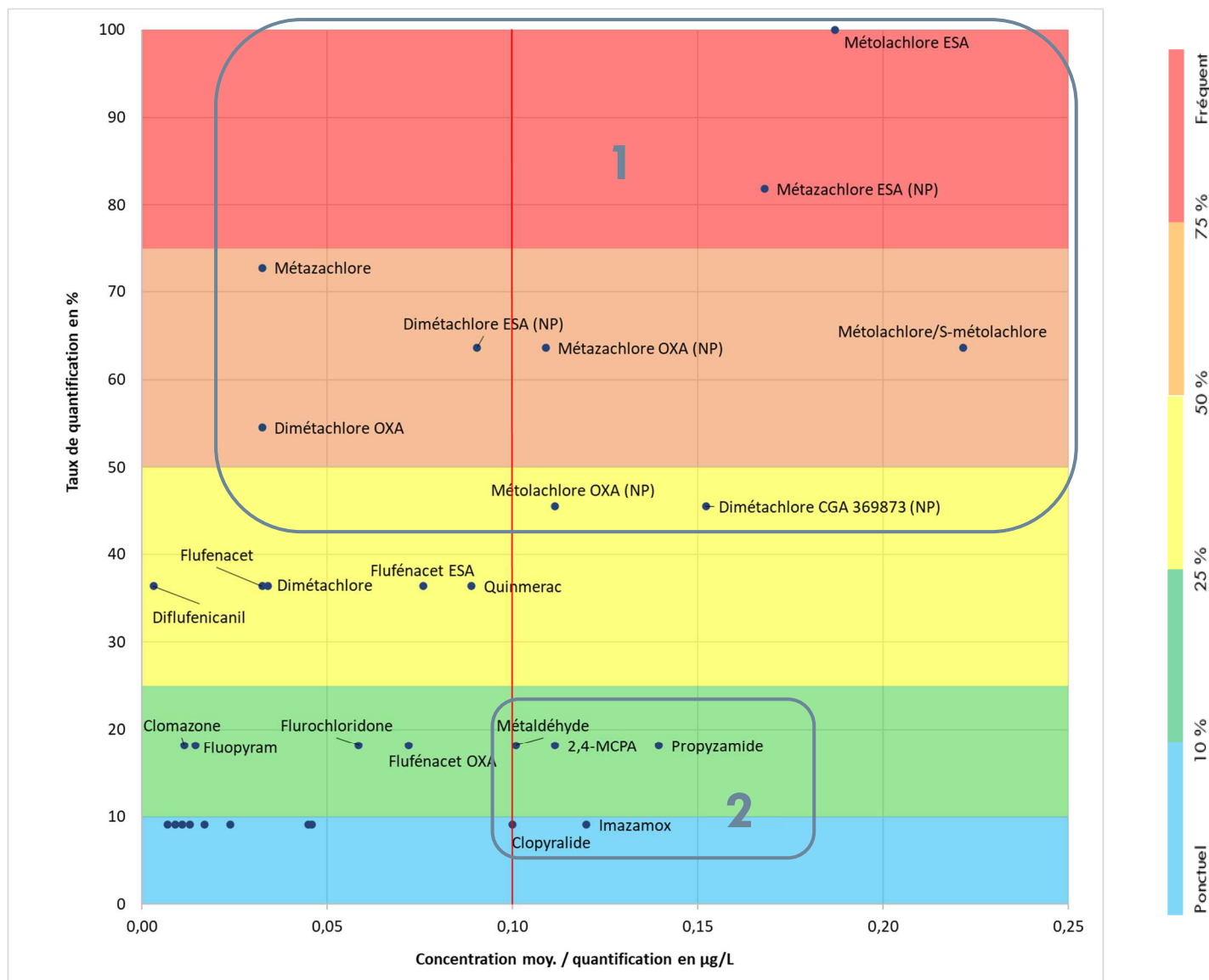
Tableau 3 : Résultats des analyses des phytosanitaires pour la Source Theuriot et l’installation de traitement et de production d’eau de Pesmes – Campagne 2021 (en µg/L) (Source : ARS, AERMC, FREDON BFC)

Prélèvement aléatoire – Prélèvement à risque																																					
Date de prélèvement	2,4-MCPA	Aclonifen	Anthraquinone	Boscalid	Clomazone	Clopyralide	Diflufenicanil	Dimétachlore	Dimétachlore ESA (NP)	Dimétachlore CGA 369873 (NP)	Dimétachlore OXA	Diméthénamide ESA (NP)	Flufénacet / Thiaflumide	Flufénacet ESA	Flufénacet OXA	Fluopyram	Flurochloridone	Fluroxypyr	Glyphosate	Imazamox	Métaldéhyde	Métazachlore	Métazachlore ESA (NP)	Métazachlore OXA (NP)	Métolachlore /S-métolachlore	Métolachlore ESA	Métolachlore OXA (NP)	Napropamide	Nicosulfuron	Propyzamide	Quinmérac	Somme des concentrations	Somme des concentrations + "métabolites non pertinents"	Nombre de molécules	EB	ED	
01/03/2021							0,002															0,008	0,114			0,121		0,009				0,14	0,254	5	X		
03/03/2021									0,05	0,164												0,007	0,092	0,039		0,114						0,121	0,466	6		X	
03/05/2021							0,001	0,01						0,015								0,014			0,037	0,086						0,163	0,163	6	X		
11/05/2021	0,199			0,007		0,1		0,014	0,052	0,163	0,017		0,016	0,019		0,021	0,11	0,045				0,02	0,092	0,032	1,3	0,48	0,399					2,348	3,086	18		X	
14/05/2021	0,024		0,011		0,012			0,053	0,055		0,016						0,007		0,024			0,11	0,123	0,068	0,17	0,164	0,072				0,026	0,617	0,935	15	X		
05/07/2021					0,011		0,003	0,059			0,025									0,12		0,073			0,021	0,115	0,032		0,017				0,444	0,476	10	X	
05/08/2021									0,043	0,175													0,097	0,03	0,007	0,184	0,027						0,191	0,563	7		X
04/11/2021		0,013					0,007		0,273		0,079	0,046	0,09	0,11	0,057							0,022	0,486	0,332	0,009	0,277	0,027				0,266	0,93	2,094	15	X		
09/11/2021									0,117	0,132	0,043		0,007								0,18	0,006	0,216	0,161		0,224				0,022		0,482	1,108	10		X	
19/11/2021																					0,022		0,101			0,163				0,009		0,194	0,295	4	X		
01/12/2021									0,043	0,127	0,015		0,017	0,16	0,087	0,008							0,191	0,101	0,007	0,128				0,27	0,042	0,734	1,196	13	X		
P : Présence / * Seuil de détection en µg/L / NP : métabolite considéré comme Non Pertinent																												Nombre de traces			0	0	0				
Molécules en bleu : produit de dégradation																												Nombre de quantifications			109	68	41				
Molécules en rouge : molécule interdite d'utilisation																												Diversité moléculaire			31	28	20				
Résultats d'analyses en rouge gras : concentration > 0,1 µg/L ou 0,9 µg/L (si métabolites non pertinents) et/ou somme des concentrations > 0,5 µg/L																																					

Rappel : Les concentrations des métabolites non pertinents ne sont pas prises en compte dans le calcul de la colonne « somme des concentrations », ainsi que pour évaluer la conformité vis-à-vis du seuil sanitaire de 0,5 µg/L.

A titre d’information, une seconde colonne « somme des concentrations + métabolites non pertinents » a été ajoutée, afin de d’apprécier l’impact des concentrations des métabolites non pertinents sur ce paramètre. Aucune référence au seuil sanitaire n’est donc affichée dans cette colonne.

Graphique 1 : Répartition des différentes molécules en fonction du taux de quantification (en %) et de la concentration moyenne par quantification (en $\mu\text{g/L}$) – 2021 – Source Theuriot (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



Ce graphique propose une distribution des molécules retrouvées en fonction de la fréquence à laquelle elles sont quantifiées et en fonction des concentrations qu'elles présentent. Cette représentation permet de cibler les molécules les plus préoccupantes en 2021.

Pour une facilité de lecture, ne sont pas affichées les étiquettes des molécules dont le taux de quantification est inférieur à 10 % et qui ont en même temps une concentration moyenne par quantification inférieure à 0,05 $\mu\text{g/L}$.

La ligne rouge verticale sur le graphique représente la norme des 0,1 $\mu\text{g/L}$. Ainsi, les molécules qui se trouvent à droite de la ligne rouge ont des concentrations moyennes par quantification supérieures au seuil DCE. Pour rappel, pour les métabolites non pertinents, la concentration de référence retenue n'est pas de 0,1 $\mu\text{g/L}$ mais 0,9 $\mu\text{g/L}$.

Globalement, la contamination phytosanitaire enregistrée en 2021 est très importante. 4 des 11 prélèvements réalisés présentent une somme des concentrations en dépassement du seuil DCE ou sanitaire de 0,5 $\mu\text{g/L}$ (maximum de 2,348 $\mu\text{g/L}$ sur ED le 11/05/2021). La moyenne de cet indicateur sur la campagne s'élève à 0,578 $\mu\text{g/L}$. La diversité moléculaire est également très importante (31 molécules),

comme le nombre de quantifications par prélèvement, qui varie de 4 à 18 molécules. La période choisie pour les prélèvements, la pluviométrie importante en amont de ceux-ci, et la réactivité de la ressource explique ces résultats

2 types de molécules sont principalement problématiques sur cette campagne :

- Celles qui présentent une fréquence de quantification élevée à très élevée, avec des concentrations modérées à très élevée (groupe 1 sur le graphique) : S-métolachlore, métolachlore ESA et OXA, métazachlore, métazachlore ESA et OXA, dimétachlore ESA, OXA et CGA 369873,
- Celles qui présentent une fréquence de quantification faible, mais avec des concentrations également très élevées (groupe 2 sur le graphique) : métaldéhyde, clopyralide, 2,4-MCPA, imazamox et propyzamide.

Au-delà de ces molécules qui présentent l'impact le plus important sur la qualité de l'eau, il est toutefois à noter la très grande diversité de substances identifiées sur cette campagne, puisque ce sont 31 molécules différentes qui ont été quantifiées au global, les autres étant identifiées de façon plus ponctuelle ou avec des concentrations faibles à modérées.

Tableau 4 : Synthèse des analyses des phytosanitaires pour la Source Theuriot à Pesmes – Campagne 2021 / comparaison à la période 2017-2021

Données remarquables sur les phytosanitaires en eau brute et distribuée		
	2021	2017-2021
Nombre de prélèvements	11	48
EB	7	33
	4 AERMC, 1 ARS, 2 FREDON BFC	20 AERMC, 3 ARS, 10 FREDON BFC
ED	4	15
	ARS	ARS
Nombre / fréquence de prélèvements contaminés	11 / 100 %	48 / 100 %
Dont somme des concentrations >0,5 µg/L	4 / 36 %	10 / 20,8 %
Nombre de molécules	31	59
Dont uniquement détectées	0	1
Nature des substances		
Herbicides / métabolites	27 / 10	44 / 14
Fongicides	2	11
Insecticides	0	1
Anti-limaces	1	1
Corvifuge	1	1
Autres	0	1
Moyenne de la somme des concentrations (µg/L)	0,578	0,457
Nombre de quantifications	109	421
Soit en moyenne par prélèvement	9,9	8,8
Dont concentrations > seuils (0,1 µg/L ou 0,9 µg/L)	21 / 19,3 %	60 / 14,2 %
Concentration moyenne / quantification (µg/L)	0,097	0,099
Nombre de détections	0	10

Les différents indicateurs présentés dans ce tableau mettent en évidence une dégradation de la qualité sur 2021 par rapport à la période 2017/2021, avec l'augmentation d'un certain nombre des indicateurs : fréquence des prélèvements contaminés au-delà du seuil de 0,5 µg/L, moyenne de la somme des concentrations, nombre de quantification par prélèvement, et fréquence de dépassement des seuils DCE par quantification.

On note également une plus forte proportion des métabolites d'herbicides dans le total des herbicides identifiés en 2021, et une moindre représentation des fongicides.

IV- SUIVI DES PHYTOSANITAIRES

1- Eau brute

Tableau 5 : Synthèse des analyses des phytosanitaires pour la Source Theuriot à Pesmes – Données remarquables de la période 2017-2021 comparée à la chronique complète 1996-2021

Données remarquables sur les phytosanitaires en eau brute		
	2017-2021	Chronique complète 1996-2021
Nombre de prélèvements	33	80
Nombre / fréquence de prélèvements contaminés	33 / 100 %	73 / 91 %
Dont somme des concentrations >0,5 µg/L	7 / 21 %	11 / 15 %
Nombre de molécules	54	64
Dont uniquement détectées	1	3
Nature des substances		
Herbicides / métabolites	43 / 13	49 / 13
Fongicides	7	10
Insecticides	1	2
Anti-limaces	1	1
Corvifuge	1	1
Autres	1	1
Moyenne de la somme des concentrations (µg/L)	0,439	0,348
Nombre de quantifications	263	414
Soit en moyenne par prélèvement	8	5,2
Dont concentrations > seuils (0,1 µg/L ou 0,9 µg/L)	40 / 15,2 %	59 / 14,2 %
Concentration moyenne / quantification (µg/L)	0,086	0,087
Nombre de détections	10	53

La Source Theuriot montre une contamination très importante par les produits phytosanitaires, en lien principalement avec les produits phytosanitaires utilisés pour les grandes cultures (maïs, colza, céréales). Plus spécifiquement, la bentazone, le chlortoluron, le dimétachlore, le métazachlore, et le S-métolachlore ressortent comme les substances actives étant les plus problématiques sur la ressource (chronicité et concentrations). Un peu plus ponctuellement, un grand nombre d'autres molécules ont pu également impacter le captage avec des concentrations élevées à très élevées.

Les campagnes plus récentes apportent un éclairage supplémentaire sur l'impact des intrants phytosanitaires : celui des produits de dégradation de certaines substances actives – dimétachlore, diméthénamide, flufénacet, métazachlore et S-métolachlore, avec des quantifications de plus en plus « chroniques » et des concentrations souvent très élevées, qui contribuent à maintenir un niveau de contamination important.

Cette ressource semble par ailleurs facilement affectée par d'autres produits phytosanitaires. En effet, la diversité des molécules retrouvées est de 64 molécules différentes pour 80 prélèvements.

Sur la période récente (2017-2021), 40 dépassements des seuils réglementaires ont été observés :

- **4 en 2017**, liés au chlortoluron (2), au métolachlore ESA et à la propyzamide,
- **13 en 2018**, liés au chlorméquat chlorure, au chlortoluron, au clopyralide, dimétachlore OXA, au flufénacet ESA, au métaldéhyde, au métolachlore ESA (5), au metsulfuron méthyle et au thifensulfuron méthyle,
- **8 en 2019**, liés au 2,4-D, au chlortoluron, à l'imazamox, au métaldéhyde (2), au S-métolachlore et au métolachlore ESA (2),
- **2 en 2020**, liés à la bentazone et au dimétachlore OXA,
- **13 en 2021**, liés au flufénacet ESA (2), à l'imazamox, au métazachlore, au S-métolachlore, au métolachlore ESA (6), à la propyzamide et au quinmérac.

Enfin, au regard de la synthèse présentée ci-dessus, on peut identifier une dégradation théorique de la qualité sur 2017/2021 par rapport à l'historique, avec l'augmentation d'un certain nombre des indicateurs : fréquence des prélèvements contaminés dont ceux au-delà du seuil de 0,5 µg/L, moyenne de la somme des concentrations, nombre de quantification par prélèvement, et dépassement des seuils DCE par molécule.

Plusieurs facteurs peuvent permettre d'expliquer ces résultats. Le premier est le nombre de prélèvements. Une proportion importante des prélèvements réalisés sur cette ressource l'ont été depuis 2017 (41%). Le second, qu'il faut superposer au premier, est la quantification très régulière de métabolites d'herbicide avec des concentrations particulièrement importante. La plupart de ces molécules n'étaient pas recherchées avant 2017 (évolution de la liste des molécules recherchées par les laboratoires). On note d'ailleurs une plus forte proportion des métabolites d'herbicides dans le total des herbicides identifiés.

Ceci conduit à une augmentation des indicateurs affichés dans le tableau précédent. Ce constat doit être interprété au regard des progrès technologiques des laboratoires.

2- Eau distribuée

Selon les données fournies par l'ARS, l'eau distribuée est issue d'un mélange de 2 ressources ne faisant pas partie du même Bassin d'Alimentation.

Les eaux distribuées ne seront donc pas analysées dans cette étude car elles ne sont pas représentatives de la seule Source Theuriot et ne peuvent donc pas être interprétées dans le cadre de cette étude.

Traitement de potabilisation

La potabilisation des eaux comporte une simple désinfection par chloration. Il n'y a donc pas d'abattement spécifique sur les phytosanitaires sur cette station.

3- Synthèse eau brute

3.1 Caractérisation des molécules retrouvées

Les principaux usages de l'ensemble des molécules retrouvées sur l'eau brute de la Source Theuriot sont détaillés dans le tableau ci-après.

Tableau 6 : Usages potentiels des molécules retrouvées à la Source Theuriot

Molécules en bleu : produits de dégradation – Molécules en rouge : molécules interdites d'utilisation

Usage	Substance active ou métabolite	Usages potentiels de la substance active	Contamination actuelle (2017/2020)
Divers	Chlormequat chlorure	Régulateur de croissances sur céréales	X
Fongicide	Boscalid	Fongicide sur cultures des céréales, du colza, du lin et de la vigne	X
	Cyproconazole	Fongicide sur grandes cultures pour traiter la rouille et l'oïdium	X
	Epoxiconazole	Lutte contre l'oïdium et la rouille sur grandes cultures	
	Fluopyram	Fongicide sur cultures des céréales	X
	Fluxapyroxade	Fongicide utilisé pour le traitement de l'oïdium sur les céréales à paille et la vigne	X
	Métrafénone	Lutte contre l'oïdium et le piétin-verse sur grandes cultures et vigne	
	Prochloraze	Grande culture, colza, orge	
	Propiconazole	Usages divers : céréales, cultures florales et JEVI (gazon de graminées)	X
	Tébuconazole	Lutte contre les champignons pathogènes des céréales	X
	Oxadixyl	Traitement des semences ornementales, viticulture et maraichage (pommes de terre) (interdit depuis 2003)	X
Herbicide	2,4-D	Désherbage de post-levée des céréales et des gazons de graminées, débroussaillant	X
	2,4-MCPA	Herbicide sélectif des graminées (gazons et céréales) – prairies et potentiellement JEVI	X
	2,6-Dichlorobenzamide	Métabolite du dichlobenil, herbicide vigne et JEVI (interdit depuis 2010)	X
	Aclonifen	Désherbage cultures légumières, tournesol et PPAMC	X
	Atrazine	Herbicide auparavant principalement utilisé en désherbage du maïs (interdit depuis 2003) - JEVI (dont SNCF, routes) (jusqu'en 1997)	X
	Atrazine déséthyl	Métabolite de l'atrazine (auparavant principalement utilisé en désherbage du maïs) (interdit depuis 2003)	X
	Atrazine-2-hydroxy	Métabolite de l'atrazine (auparavant principalement utilisé en désherbage du maïs) (interdit depuis 2003)	X
	Bentazone	Désherbage des céréales, du maïs et du soja	X
	Bromacil	Débroussaillage divers (interdit depuis 2003 dans les JEVI et depuis 2007 pour tous usages)	X
	Chlorprophame	Désherbant pour cultures légumières et ornementales	
	Chlortoluron	Désherbage des céréales d'hiver et printemps (blé / orge / porte graine)	X
	Clomazone	Désherbage du colza, féveroles, pois et cultures légumières	X
	Clopyralid	Désherbage des céréales, colza, maïs, betterave, prairie, gazons de graminées, PPAM et forêt	X
	Dicamba	Désherbage sélectif (grandes cultures et JEVI)	X
	Dichlorprop / Dichlorprop-P	Désherbage sélectif des céréales (et JEVI) (Dichlorprop interdit depuis 2003)	X
	Diflufénicanil	Herbicide sélectif des graminées, utilisé en association sur céréales mais aussi dans les JEVI	X
	Dimétachlore	Désherbage colza (et chanvre)	X
	Dimétachlore CGA 369873	Métabolite du dimétachlore (désherbage colza et chanvre)	X
	Dimétachlore ESA	Métabolite du dimétachlore (désherbage colza et chanvre)	X
	Dimétachlore OXA	Métabolite du dimétachlore (désherbage colza et chanvre)	X
	Diméthénamide / Diméthénamide-P	Désherbage du maïs, tournesol, colza et betterave (Diméthénamide interdit depuis 2008)	X
	Diméthénamide ESA	Métabolite du diméthénamide/diméthénamide-P (désherbage du maïs, tournesol, colza et betterave (Diméthénamide interdit depuis 2008))	X
	Diuron	Désherbage vignes et JEVI (interdit depuis 2008)	
	Florasulame	Désherbage de céréales de printemps et d'hiver et de gazon porte graine	X
	Flufénacet ESA	Métabolite du flufénacet (désherbage des céréales et maïs)	X
	Flufénacet (ou Thiaflumide ou Fluthiamide)	Désherbage des céréales et maïs	X
	Flufénacet OXA	Métabolite du flufénacet (désherbage des céréales et maïs)	X
	Flurochloridone	Herbicide tournesol (pois, pommes de terre) – usage en désherbage des céréales interdit depuis 1998	X
	Fluroxypyr	Désherbage des grandes cultures, oignon, pommier	X
	Glyphosate	Herbicide employé dans le cadre des traitements généraux de désherbage	X
	Imazamox	Désherbage des grandes cultures notamment colza, tournesol, féveroles, pois	X
	Isoproturon	Désherbage des céréales d'hiver (interdit depuis octobre 2017)	
	Mécoprop / Mécoprop-P	Désherbage sélectif des céréales et gazons de graminées	X
	Mésosulfuron méthyl	Désherbage des céréales	X
	Métazachlore	Désherbage du colza et du tournesol	X
	Métazachlore ESA	Métabolite du métazachlore (désherbage du colza et du tournesol)	X
	Métazachlore OXA	Métabolite du métazachlore (désherbage du colza et du tournesol)	X
	Métolachlore ESA	Métabolite du Métolachlore et du S-Métolachlore (désherbage du maïs, tournesol et betterave)	X
	Métolachlore OXA	Métabolite du Métolachlore et du S-Métolachlore (désherbage du maïs, tournesol et betterave)	X
	Métolachlore/S-Métolachlore	Désherbage du maïs, tournesol et betterave (R-Métolachlore interdit depuis 2003) - le S-Métolachlore est d'usage autorisé	X
	Metsulfuron méthyle	Désherbage céréales hiver et printemps / Prairie / Régulateur de croissance / JEVI gazons	X
	Napropamide	Désherbage du colza et de la vigne	X
	Nicosulfuron	Désherbage du maïs	X
	Oxadiazon	Désherbage des arbres et arbustes d'ornement et JEVI	
	Pendiméthaline	Désherbage de nombreuses cultures : grandes cultures, fruitiers, légumes, ornement et vigne	
	Propyzamide	Désherbage de grandes cultures (notamment colza), arbres fruitiers, vigne, cultures légumières, ...	X
	Quinmérac	Désherbage du colza et du tournesol	X
	Thifensulfuron méthyl	Désherbage des grandes cultures (céréales, maïs) et prairies	X
	Triclopyr	Débroussaillage des prairies, sylviculture, JEVI	
Insecticide	Imidaclopride	Traitement des semences de céréales et lutte contre les pucerons dans les cultures fruitières et ornementales	X
	Malathion	Grande culture, vigne, légumes, plantes ornementales - traitement de locaux et grains - interdit 2008	
Molluscide	Métaldéhyde	Anti-limaces	X
Corvifuge	Anthraquinone	Corvifuge pour la protection des semences des céréales (interdit depuis 2010)	X

3.2 Qualité actuelle et tendances évolutives

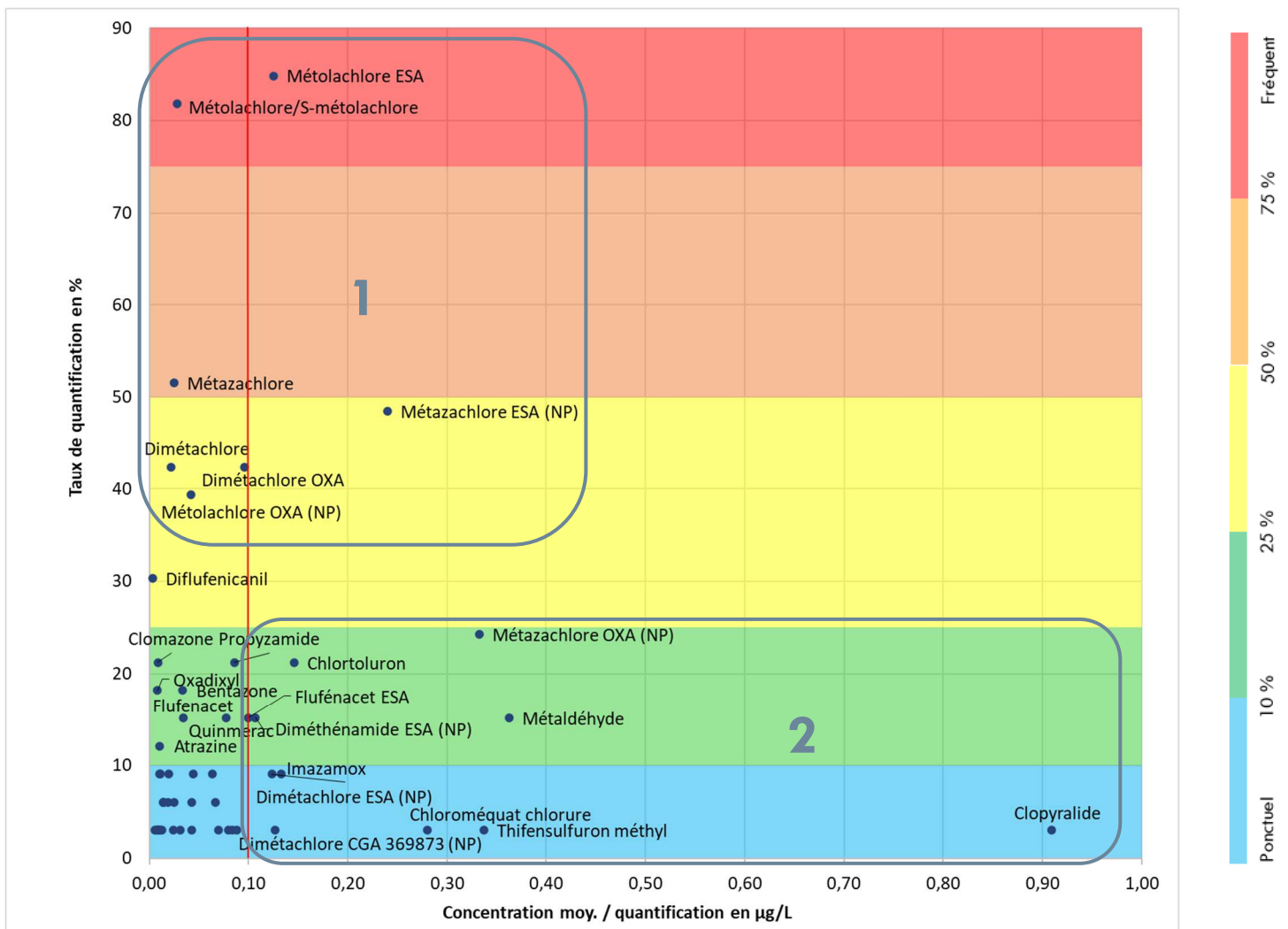
3.2.1 Molécules

Eau brute

Le graphique suivant propose une distribution des molécules retrouvées en fonction de la fréquence à laquelle elles sont quantifiées et en fonction des concentrations qu'elles présentent. Cette représentation permet de cibler les molécules les plus préoccupantes.

Le graphique ne reprend que les données les plus récentes (de 2017 à 2021) afin de pouvoir se concentrer uniquement sur les problématiques actuelles du captage. Pour une facilité de lecture, ne seront pas affichées les étiquettes des molécules dont le taux de quantification est inférieur à 10 % et qui ont en même temps une concentration moyenne par quantification inférieure à 0,1 µg/L.

Graphique 2 : Répartition des différentes molécules en fonction du taux de quantification (en %) et de la concentration moyenne par quantification (en µg/L) – 2017-2021 – Source Theuriot (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



La ligne rouge verticale sur le graphique représente la norme des 0,1 µg/L. Ainsi, les molécules qui se trouvent à droite de la ligne rouge ont des concentrations moyennes par quantification supérieures au seuil DCE. Pour rappel, pour les métabolites non pertinents, la concentration de référence retenue n'est pas de 0,1 µg/L mais 0,9 µg/L.

2 typologies de molécules impactent le plus fortement cette ressource.

- Celles qui présentent une fréquence de quantification élevée à très élevée, avec des concentrations faibles à très élevées (groupe 1 sur le graphique) : S-métolachlore, métolachlore ESA et OXA, métazachlore, métazachlore ESA, dimétachlore, dimétachlore OXA,
- Celles qui sont quantifiées moins régulièrement mais avec de très fortes concentrations en moyenne (groupe 2) : clopyralide, métazachlore OXA, métaldéhyde, chlortoluron, flufénacet ESA, diméthénamide ESA, imazamox, dimétachlore ESA et CGA 369873, chlormequat chlorure et thifensulfuron méthyle.

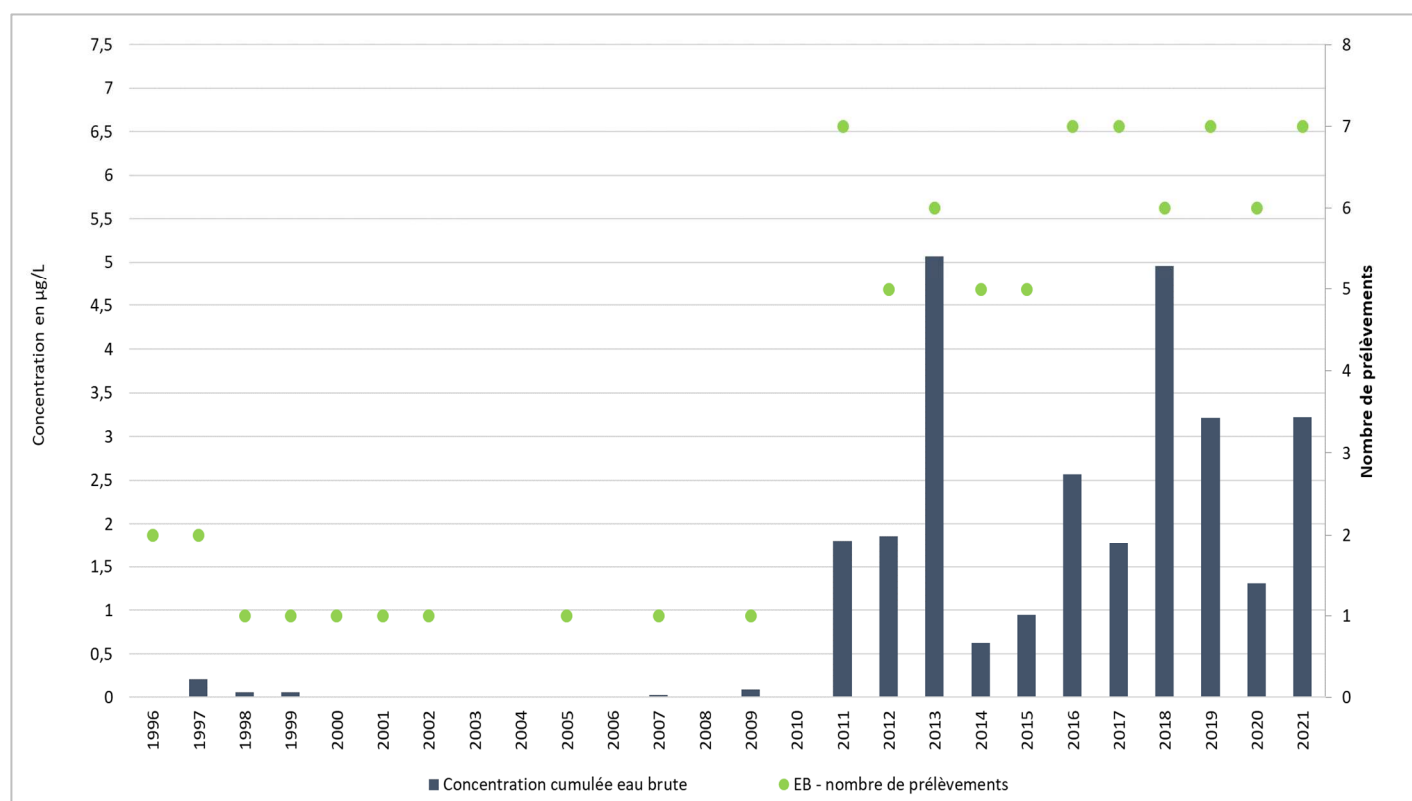
On note une très forte représentation d'herbicides et de métabolites d'herbicides utilisés en grande culture (céréales, maïs, colza, soja, etc.). Plusieurs fongicides font également partie de ces substances les plus problématique (boscalid, cyproconazole, fluopyram, fluxapyroxade, oxadixyl, propiconazole, tébuconazole). Les quantifications importantes de ces molécules, observées de manière saisonnière et en lien avec les traitements sur cultures d'automne et de printemps, mettent en évidence la grande réactivité de cette ressource. Par ailleurs, étant donné qu'il y a encore un impact de certaines molécules anciennes sur ce captage (contamination par des molécules qui ne sont plus autorisées comme l'atrazine), il est probable que des eaux plus anciennes contribuent également aux contaminations phytosanitaires de la ressource.

Au-delà de ces molécules qui présentent un impact très important sur la qualité de l'eau, il est toutefois à noter la très grande diversité de substances identifiées sur ces 5 années, puisque ce sont 53 molécules différentes qui ont été quantifiées au global, les autres étant identifiées de façon plus ponctuelle et avec des concentrations faibles à modérées.

3.2.2 Évolution de la contamination

Le graphique suivant présente les concentrations cumulées annuelles des produits phytosanitaires qui ont été quantifiés sur eau brute. Cette information est complétée par le nombre de prélèvement.

Graphique 3 : Evolution de la somme des concentrations cumulées des phytosanitaires par année – 1996-2021 – Source Theuriot – Eau brute (en µg/L) (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



Les variations de concentrations ne sont pas forcément toujours corrélées avec l'évolution du nombre de prélèvements, qui est variable en fonction des années (1 à 7 prélèvements par an).

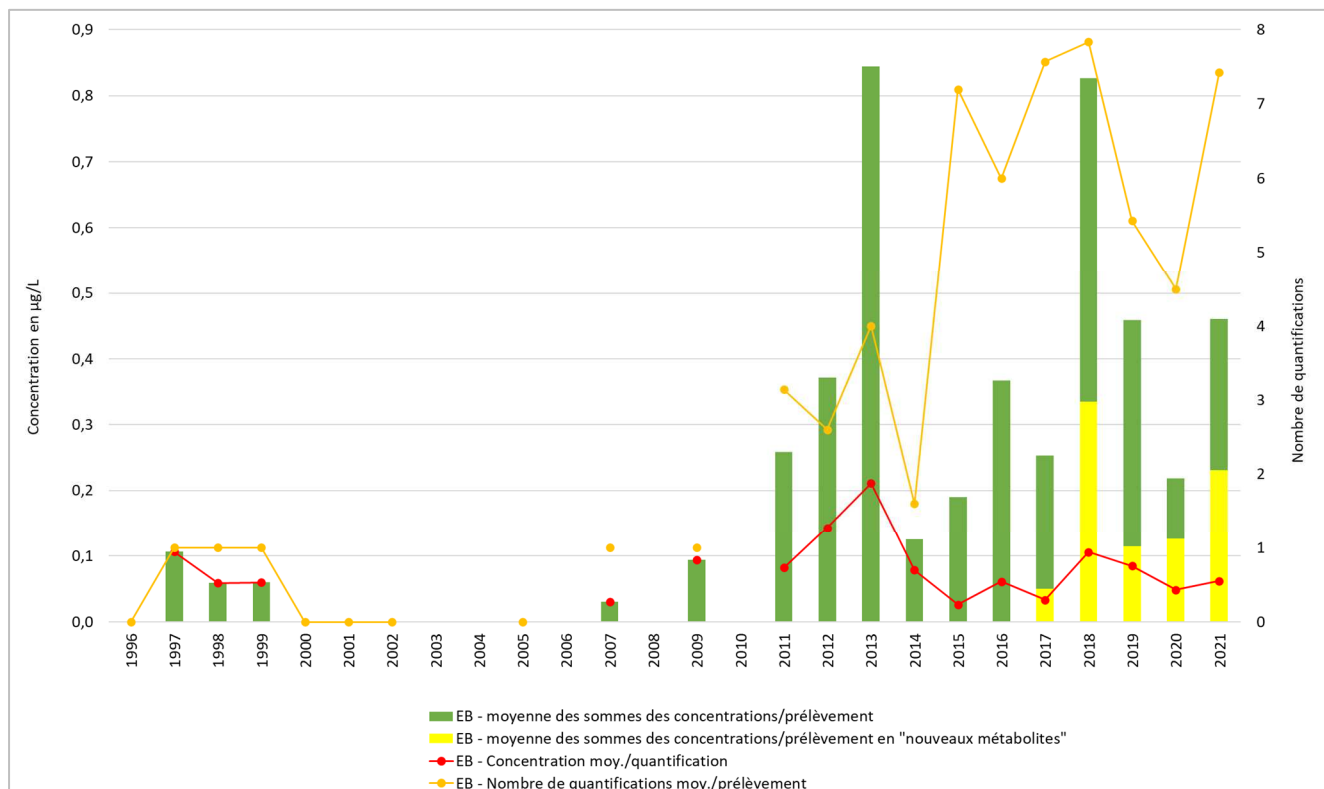
Les graphiques ci-après permettent de s'affranchir de la variable *nombre de prélèvements* et présentent, pour les eaux brutes, les évolutions de la qualité de l'eau à travers 4 paramètres (mode de calcul détaillé dans le lexique) :

- **La moyenne des sommes des concentrations** – évite l'influence du nombre de prélèvements dans l'année sur l'évolution des concentrations mesurées.
- **La moyenne des sommes des concentrations en « nouveaux métabolites »** – permet de montrer l'influence des molécules recherchées récemment sur l'évolution de la qualité de l'eau.
- **La concentration moyenne par quantification** – permet d'apprécier l'évolution de la concentration d'une molécule lorsqu'elle est quantifiée.
- **Le nombre de quantifications moyen** – permet d'apprécier l'évolution de la diversité des molécules retrouvées dans les prélèvements.

Rappel : pour les métabolites évalués « non pertinents pour les EDCH » selon l'ANSES, l'expertise propose de ne pas intégrer les concentrations de ces molécules dans le calcul des sommes des concentrations par prélèvement. Le graphique précédent et les suivants ont été réalisés selon cette méthodologie.

De plus, pour les graphiques 4 et 5, nous avons retiré les quantifications des métabolites non pertinents pour la réalisation des courbes « nombre moyen de quantifications » et « concentration moyenne par quantification », afin de pouvoir les corrélérer avec la courbe des « moyennes des sommes des concentrations » qui, elle, ne tient pas compte de ces molécules.

Graphique 4 : Evolution de la concentration moyenne par prélèvement avec la concentration moyenne par quantification et le nombre de quantification moyen par prélèvement – 1996-2021 – Source Theuriot – Eau brute (en µg/L) (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



Eaux brutes

Nous pouvons observer une forte variabilité de la moyenne des sommes des concentrations par prélèvement (histogramme vert). Cet indicateur présente une première tendance à l'augmentation du début d'acquisition des données jusqu'en 2013. Par la suite, une chute brutale est enregistrée (2014), et depuis, cette moyenne des sommes des concentrations s'oriente de nouveau à la hausse avec un maximum atteint en 2018 (0,826µg/L).

Ces évolutions récentes de la moyenne des sommes des concentrations peuvent être corrélées avec 2 facteurs :

- Une évolution des concentrations des molécules. En effet, si l'on regarde la concentration moyenne par quantification (courbe rouge), celle-ci montre des variations similaires à celles de la moyenne des sommes des concentrations.
- Une évolution du nombre de quantifications par prélèvement (courbe orange), avec des variations inter-annuelles. Le maximum est atteint en 2018 avec en moyenne 7,8 molécules quantifiées par prélèvement.

La tendance à l'augmentation de cet indicateur à mettre en relation avec l'amélioration des capacités de recherche des produits phytosanitaires par les laboratoires, avec des baisses de seuils de détection et l'augmentation du nombre de molécules recherchées (nouveaux métabolites).

Sur les dernières campagnes de suivi (2017-2021), il paraît intéressant de différencier l'impact des métabolites nouvellement recherchés par le laboratoire et issus de la dégradation dans le milieu des chloroacétamides / oxyacétamides, que l'on appellera les « nouveaux métabolites ». Cet impact est matérialisé par les histogrammes jaunes sur le graphique.

Ceci nous permet de nous rendre compte que les contaminations enregistrées de 2017 à 2021 sont pour une partie non négligeable liée à la quantification de ces « nouveaux métabolites » (de 20 % en 2017 à 57 % en 2020 des moyennes des sommes des concentrations par prélèvement), avec notamment des concentrations importantes enregistrées. Cela permet de relativiser l'évolution de la contamination. Néanmoins, l'impact des molécules recherchées de manière plus « classique » reste important sur certaines campagnes.

3.3 Synthèse

Niveau d'impact actuel des phytosanitaires : très élevé

La Source Theuriot, en tant que source karstique, est alimentée en partie par des venues d'eau très récentes. Ces transits rapides font du captage une ressource très vulnérable par rapport aux produits phytosanitaires : très grande diversité de molécules retrouvées, nombre important de quantifications avec de fortes concentrations.

La période 2017-2021 illustre cette vulnérabilité, avec de très nombreuses quantifications, et une diversité moléculaire importante (53 molécules quantifiées sur 33 prélèvements). Les concentrations retrouvées sont régulièrement très élevées (40 dépassements des seuils pris en référence des 0,1 µg/L ou 0,9 µg/L pour les métabolites non pertinents).

Les pratiques de désherbage constituent la majorité de la contamination de cette ressource, mais un nombre non négligeable de fongicides est également identifié sur le captage (7).

Évolution de la qualité vis-à-vis des phytosanitaires

Lors des suivis les plus récents, et globalement depuis 2014, il a été observé une augmentation de la diversité moléculaire retrouvée au niveau de la Source Theuriot, avec des concentrations faibles à très élevées. Cette hausse du nombre de molécules, accompagnée de concentrations moyennes par quantification elles-aussi en augmentation (depuis 2015), génère une dégradation de la qualité de l'eau assez nette depuis 2014.

Ce constat n'est probablement pas exclusivement le reflet d'une dégradation de la qualité de l'eau, les évolutions des laboratoires d'analyses permettant d'expliquer en partie cette tendance (amélioration des technologies avec plus de molécules recherchées et des seuils plus faibles). On citera notamment le nombre croissant de métabolites recherchés et identifiés à la ressource, avec un caractère chronique pour certains ce qui change la lecture en termes d'évolution.

V- SUIVI DES NITRATES

1- Historique des données nitrates

L'ensemble des données disponibles depuis 1981 figure dans le tableau et le graphique suivants. Elles regroupent 79 analyses de nitrates. Pour rappel, les eaux distribuées ne sont pas analysées dans cette étude car elles ne sont pas représentatives de la seule Source Theuriot.

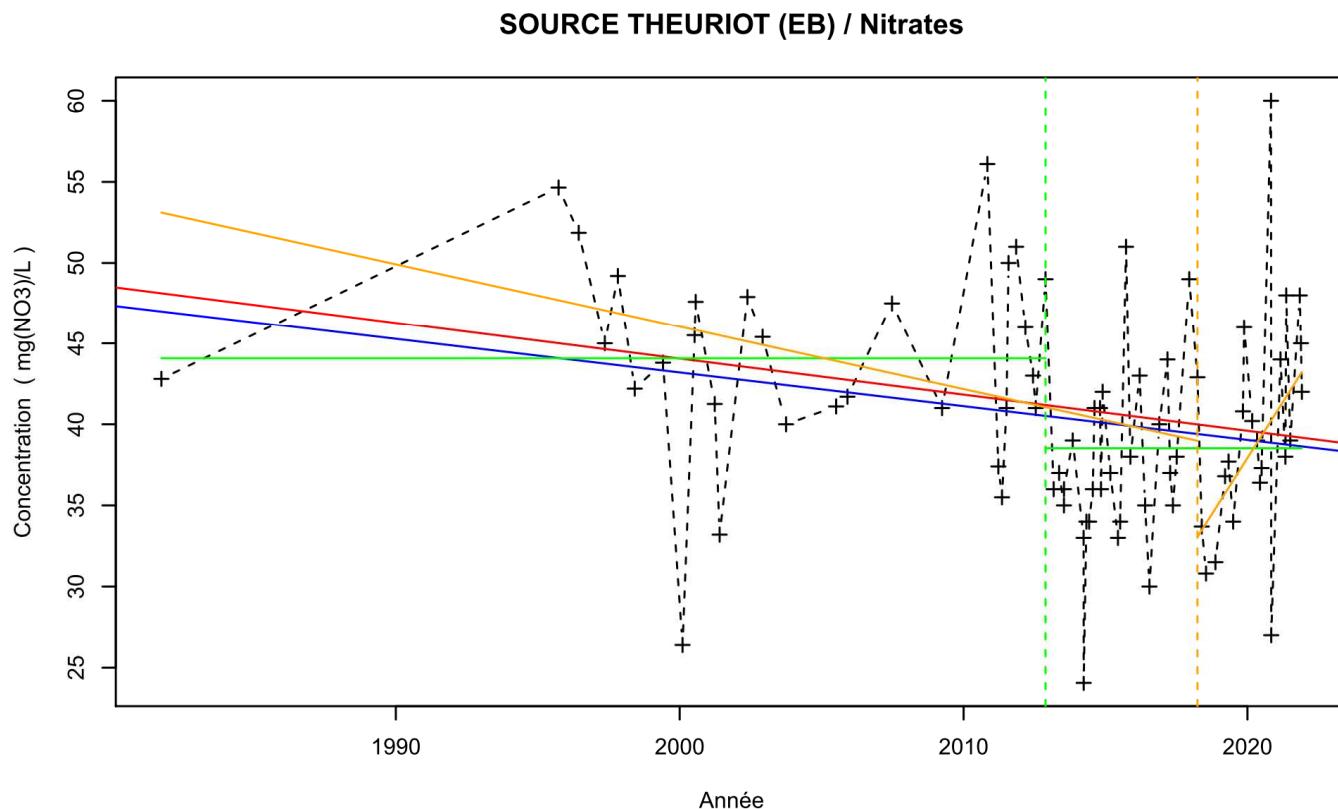
Tableau 7 : Synthèse des analyses des nitrates disponibles pour la Source Theuriot (EB) – 1981 à 2021 et comparaison à la période récente (2017-2021) (Source : AERMC, ARS et FREDON BFC)

Données remarquables sur les nitrates				
	2017-2021		Chronique complète 1981-2021	
Nombre total d'analyses	27		79	
Moyenne de la période		40 mg/L		40,6 mg/L
Valeur minimale	02/11/2020	27 mg/L	26/03/2014	24 mg/L
Valeur maximale	30/10/2020	60 mg/L	30/10/2020	60 mg/L
Nombre de dépassements	Seuil des 50 mg/L	1	Seuil des 50 mg/L	6
	Valeur guide des 25 mg/L	27	Valeur guide des 25 mg/L	78



Des tests statistiques de détection de tendance et de rupture sur les chroniques ont été réalisés sur la Source Theuriot. Le graphique et les résultats des tests sont présentés ci-après.

Illustration 1 : Résultats d'analyses des tendances et ruptures pour l'évolution des nitrates sur la Source Theuriot (en mg/L). Fourni par le module « Tendances et Ruptures » de l'outil HYPE



Légende

- - - Série temporelle
- + Valeur > LQ
- o Valeur < LQ, < LD, traces...
- Tendance (Mann-Kendall)
- Tendance (régression linéaire)
- - - Date de changement de moyenne
- Moyenne avant/après rupture
- - - Date d'inversion de tendance
- Tendance avant/après rupture

Nombre de données : 79
Longueur de la chronique : 14673 jours (40.2 années)
Taux de quantification : 100 %

Données non autocorrélées

Données normalement distribuées
(pval-Shapiro= 8.1e-01)

Tendances identifiées sur la longueur totale de la chronique

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall	-2.23e-01 mg(NO ₃)/L /an	3.8e-02
Mann-Kendall modifié	Non effectué (données non autocorrélées)	
Régression linéaire	-2.08e-01 mg(NO ₃)/L /an	2.9e-02

Ruptures identifiées

Test	Date	P-value
Changement de moyenne (Buishand)	20/11/2012	<0.05
Inversion de tendance	29/03/2018	1.4e-04

Moyenne des données avant/après rupture

Moyenne	
Avant rupture	44.07 mg(NO ₃)/L
Après rupture	38.52 mg(NO ₃)/L

Tendance avant/après inversion

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall avant inversion	-3.87e-01 mg(NO ₃)/L /an	3.4e-03
Mann-Kendall après inversion	2.76e+00 mg(NO ₃)/L /an	2.2e-02

2- Synthèse des données nitrates

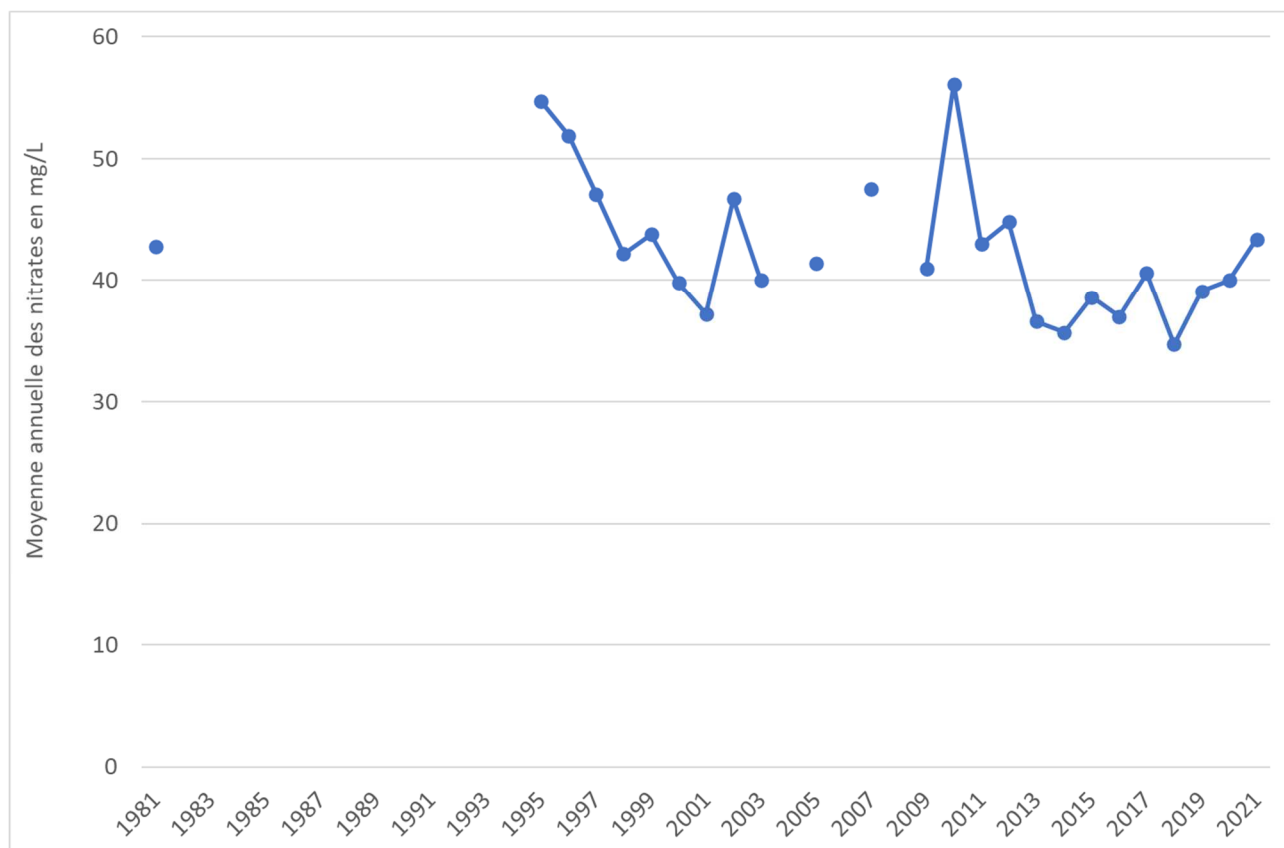
2.1 Moyennes annuelles et percentiles 90

Tableau 8 : Moyenne annuelle et percentile 90 des nitrates sur eau brute pour la Source Theuriot pour la chronique de 1981 à 2021 (en mg/L) (Source : AERMC, ARS et FREDON BFC)

Remarque : pour le calcul des percentiles 90, il est nécessaire d'avoir au moins 10 valeurs sur la campagne, dans le cas contraire, sera affichée la concentration maximale de la campagne.

Année	Nombre de prélèvements	Moyenne	Percentile 90 ou concentration maximale
1981	1	42,8	42,8
1995	1	54,7	54,65
1996	1	51,9	51,86
1997	2	47,1	49,2
1998	1	42,2	42,2
1999	1	43,8	43,8
2000	3	39,8	47,6
2001	2	37,2	41,25
2002	2	46,7	47,9
2003	1	40	40
2005	2	41,4	41,7
2007	1	47,5	47,5
2009	1	41	41
2010	1	56,1	56,1
2011	5	43	51
2012	4	44,8	49
2013	5	36,6	39
2014	9	35,7	42
2015	5	38,6	51
2016	4	37	43
2017	5	40,6	49
2018	4	34,7	42,9
2019	5	39,1	46
2020	6	40	60
2021	7	43,4	48

Graphique 6 : Moyenne annuelle des nitrates en eau brute pour la Source Theuriot sur l'ensemble de la chronique de 1981 à 2021 (en mg/L) (Source : AERMC, ARS et FREDON BFC)



2.2 Synthèse

A partir de l'observation de la distribution générale des nitrates, nous pouvons voir que la majorité des mesures est située entre 30 et 50 mg/L. Sur l'ensemble de la chronique, il est difficile de pouvoir affirmer clairement une tendance à partir de cette représentation, bien que la courbe des moyennes annuelles laisse penser que les teneurs tendent à diminuer depuis le début d'acquisition des données.

Aussi, nous avons cherché à caractériser d'éventuelles tendances et ruptures significatives à travers l'outil statistique HYPE développé spécifiquement pour les eaux souterraines (Illustration 1).

Sur l'ensemble de la chronique, une tendance à la diminution des teneurs en nitrates est confirmée (test de Mann-Kendall et régression linéaire significatifs). Par ailleurs, 2 ruptures ont été identifiées :

- Un changement de moyenne, en date du 20/11/2012. Ainsi après cette date, la moyenne des nitrates est moins élevée qu'avant (44,07 mg/L avant contre 38,52 après),
- Une inversion de tendance, à la date du 29/03/2018. Alors qu'avant cette date se dégage effectivement une tendance à la baisse, les teneurs en nitrates semblent désormais orientées à la hausse.

Niveau d'impact actuel des nitrates : élevé

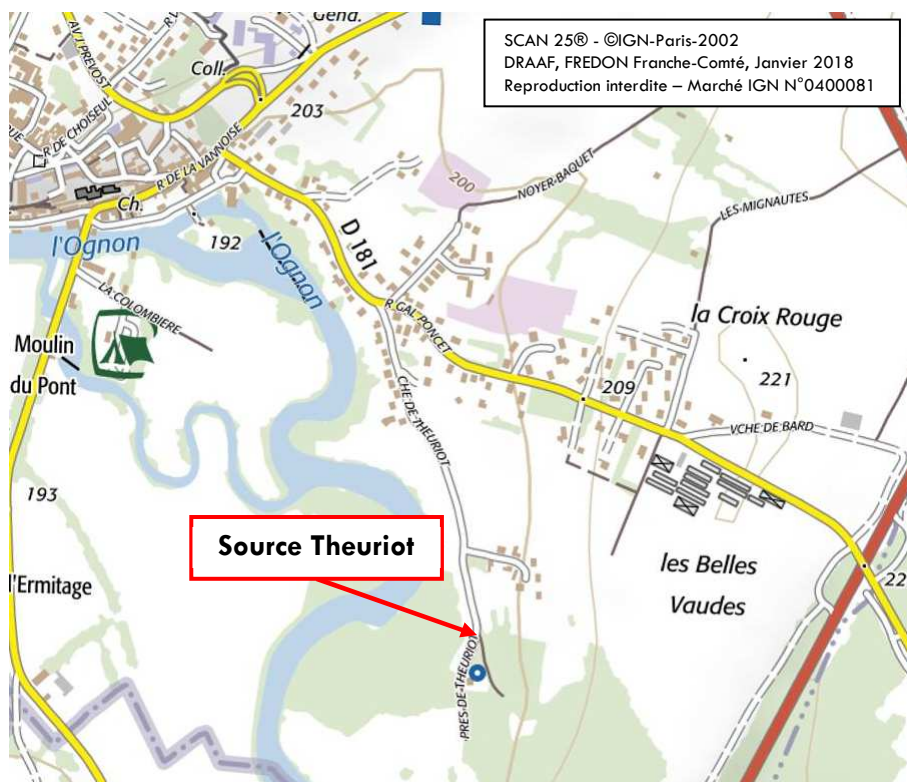
Avec une moyenne de 40 mg/L sur la période 2017-2021, le niveau d'impact actuel des nitrates demeure élevé sur la source Theuriot. Les valeurs sont comprises entre un minimum de 27 mg/L et un maximum de 60 mg/L. Ces 2 extrêmes sont d'ailleurs rencontrés à quelques jours d'intervalle (02/11/2020 et 30/10/2020), témoignant d'une très importante réactivité de cette ressource aux phénomènes de transferts des contaminations.

Évolution de la qualité vis-à-vis des nitrates

Si une tendance à la diminution des teneurs est effectivement identifiée sur l'entièreté de la chronique, est également mis en évidence une rupture avec inversion de tendance début 2018. Depuis cette date, il semblerait que les concentrations en nitrates soient orientées à la hausse. La poursuite des prélèvements sur plusieurs campagnes annuelles permettra de préciser ces observations.

FICHE DE SYNTHÈSE

Localisation du point de suivi



Station : Source Theuriot

Code BSS ancien : 05012X0017/S

CODE BSS NOUVEAU : BSS001JDCL

Code SOG : GR 221

Altitude : 194 m

Commune : 70 408 PESMES

Masse d'eau :

Calcaires jurassiques des plateaux de Haute-Saône - DG123 - FRDG123

Entité hydrogéologique (BDLisa) :

Complément De L'Entité Nv2 : Calcaires Du Jurassique Entre Saône Et Ognon

Informations générales

Usage : Alimentation en eau potable

Environnement : Milieu rural et forestier – Grande culture / élevage

Sensibilité SDAGE : Pesticides + Nitrates

Date d'engagement dans le programme d'action : 2012

Surface du BAC : 435 ha

Synthèse du suivi des phytosanitaires sur l'ensemble de la chronique

La Source Theuriot montre une contamination très importante par les produits phytosanitaires, en lien principalement avec les produits phytosanitaires utilisés pour les grandes cultures (maïs, colza, céréales). Plus spécifiquement, la bentazone, le chlortoluron, le diméthachlore, le métazachlore, et le S-métolachlore ressortent comme les substances actives étant les plus problématiques sur la ressource (chronicité et concentrations). Un peu plus ponctuellement, un grand nombre d'autres molécules ont pu également impacter le captage avec des concentrations élevées à très élevées.

Les campagnes plus récentes apportent un éclairage supplémentaire sur l'impact des intrants phytosanitaires : celui des produits de dégradation de certaines substances actives – diméthachlore, diméthénamide, flufénacet, métazachlore et S-métolachlore, avec des quantifications de plus en plus

« chroniques » et des concentrations souvent très élevées, qui contribuent à maintenir un niveau de contamination important.

Cette ressource semble par ailleurs facilement affectée par d'autres produits phytosanitaires. En effet, la diversité des molécules retrouvées est de 64 molécules différentes pour 80 prélèvements.

Suivi 2017-2021	Eau brute (EB)
Nombre de prélèvements	33
Fréquence de prélèvements contaminés	100 %
Nombre de quantifications	263
Moyenne des quantifications (µg/L)	0,086
Nombre de dépassements des seuils de référence par molécule (DCE sur EB ou sanitaires sur ED)	40
Concentration maximale (µg/L)	1,39
Concentration minimale (µg/L)	0,001
Nombre de dépassements du seuil de 0,5 µg/L	7
Somme des concentrations maximale (µg/L)	2,25
Nombre de molécules quantifiées	53
Diversité moléculaire	54
Nombre de prélèvements présentant des dépassements des seuils de référence	20

Rappel : pour les métabolites évalués « non pertinents pour les EDCH » selon l'ANSES, l'expertise propose une valeur seuil adaptée de 0,9 µg/L par molécule, en s'appuyant sur le seuil de préoccupation toxicologique. Elle propose également de ne pas intégrer les concentrations de ces molécules dans le calcul des sommes des concentrations par prélèvement. Le tableau ci-dessus a été réalisé selon cette méthodologie.

Niveau d'impact actuel des phytosanitaires : très élevé

La Source Theuriot, en tant que source karstique, est alimentée en partie par des venues d'eau très récentes. Ces transits rapides font du captage une ressource très vulnérable par rapport aux produits phytosanitaires : très grande diversité de molécules retrouvées, nombre important de quantifications avec de fortes concentrations.

La période 2017-2021 illustre cette vulnérabilité, avec de très nombreuses quantifications, et une diversité moléculaire importante (53 molécules quantifiées sur 33 prélèvements). Les concentrations retrouvées sont régulièrement très élevées (40 dépassements des seuils pris en référence des 0,1 µg/L ou 0,9 µg/L pour les métabolites non pertinents).

Les pratiques de désherbage constituent la majorité de la contamination de cette ressource, mais un nombre non négligeable de fongicides est également identifié sur le captage (7).

Évolution de la qualité vis-à-vis des phytosanitaires

Lors des suivis les plus récents, et globalement depuis 2014, il a été observé une augmentation de la diversité moléculaire retrouvée au niveau de la Source Theuriot, avec des concentrations faibles à très élevées. Cette hausse du nombre de molécules, accompagnée de concentrations moyennes par quantification elles-aussi en augmentation (depuis 2015), génère une dégradation de la qualité de l'eau assez nette depuis 2014.

Ce constat n'est probablement pas exclusivement le reflet d'une dégradation de la qualité de l'eau, les évolutions des laboratoires d'analyses permettant d'expliquer en partie cette tendance (amélioration des technologies avec plus de molécules recherchées et des seuils plus faibles). On citera notamment le nombre croissant de métabolites recherchés et identifiés à la ressource, avec un caractère chronique pour certains ce qui change la lecture en termes d'évolution.

Synthèse du suivi des nitrates (EB)

Données remarquables sur les nitrates		
	2017-2021	
Nombre total d'analyses	27	
Moyenne de la période		40 mg/L
Valeur minimale	02/11/2020	27 mg/L
Valeur maximale	30/10/2020	60 mg/L
Nombre de dépassements	Seuil des 50 mg/L	1
	Valeur guide des 25 mg/L	27

Niveau d'impact actuel des nitrates : élevé

Avec une moyenne de 40 mg/L sur la période 2017-2021, le niveau d'impact actuel des nitrates demeure élevé sur la source Theuriot. Les valeurs sont comprises entre un minimum de 27 mg/L et un maximum de 60 mg/L. Ces 2 extrêmes sont d'ailleurs rencontrés à quelques jours d'intervalle (02/11/2020 et 30/10/2020), témoignant d'une très importante réactivité de cette ressource aux phénomènes de transferts des contaminations.

Évolution de la qualité vis-à-vis des nitrates

Si une tendance à la diminution des teneurs est effectivement identifiée sur l'entièreté de la chronique, est également mis en évidence une rupture avec inversion de tendance début 2018. Depuis cette date, il semblerait que les concentrations en nitrates soient orientées à la hausse. La poursuite des prélèvements sur plusieurs campagnes annuelles permettra de préciser ces observations.



LISTE DES ABRÉVIATIONS

- **AERMC** : Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
- **ARS** : Agence Régional de Santé
- **BAC** : Bassin d’Alimentation de Captage
- **DCE** : Directive Cadre sur l'Eau
- **DREAL** : Direction Régionale de l’Environnement, de l’Aménagement et du Logement
- **EB** : Eau brute
- **ED** : Eau distribuée
- **FREDON FC** : Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles de Franche-Comté
- **GREPPES** : Groupe Régional pour l’Etude des Pollutions par les Phytosanitaires des Eaux et des Sols
- **JEVI** : Jardins, Espaces Verts et Infrastructures
- **MO** : Maître d’Ouvrage local
- **SDAGE** : Schéma Directeur d’Aménagement et de Gestion des Eaux

LEXIQUE

- **< LQ** : la somme des concentrations est inférieure à la limite de quantification
- **Code BSS** : code national de tout ouvrage souterrain qui a été déclaré et a été intégré à la Banque du Sous-Sol (BSS). Il permet de désigner tout point d’eau d’origine souterraine qu’il s’agisse d’un puits, d’une source ou d’un forage.
- **Code SOG** : code national de la base de suivi des ouvrages prioritaires au Grenelle et au SDAGE
- **Concentration cumulée** : pour une période donnée, somme des concentrations en µg/L
- **Concentration maximale** : pour une période donnée ou pour un prélèvement, quantification la plus élevée
- **Concentration moyenne par quantification** : pour une période ou pour une molécule donnée, somme totale des quantifications rapportée au nombre total des quantifications en µg/L
- **Diversité moléculaire** : pour une période donnée, nombre de molécules différentes (y compris les métabolites) qui ont pu être quantifiées ou détectées
- **Fréquence de prélèvements contaminés** : pour une période donnée, nombre de prélèvement où l’on a pu détecter ou quantifier une molécule, rapporté au nombre total de prélèvement en %
- **Limite de détection** : concentration à partir de laquelle le laboratoire d’analyse peut indiquer la présence d’une substance active sans pouvoir préciser sa concentration. Elle est variable selon les substances et les laboratoires
- **Limite de quantification** : concentration à partir de laquelle le laboratoire d’analyse peut indiquer avec une précision satisfaisante la concentration d’une substance active. Elle est variable selon les substances et les laboratoires
- **Moyenne des sommes des concentrations par prélèvement** : pour une période donnée, somme totale des quantifications rapportée au nombre total des prélèvements en µg/L
- **Niveau d’impact** : pour une ressource en eau donnée, niveau de pression polluante observé sur la base des niveaux de concentration et de leur comportement pour les nitrates ou les pesticides
- **Nombre moyen de quantification par prélèvement** : pour une période donnée, nombre total des quantifications rapporté au nombre total des prélèvements réalisés
- **Quantification** : résultat d’analyse supérieur au seuil de quantification pour une substance active
- **Somme des concentrations** : somme totale des quantités de pesticide retrouvé lors d’un même prélèvement en µg/L
- **Somme maximale des concentrations par prélèvement** : pour une période donnée, somme des concentrations la plus élevée
- **Taux de quantification** : pour une molécule donnée, nombre total de quantification rapporté au nombre total de prélèvement en %
- **Trace ou détection** : résultat d’analyse supérieur à la limite de détection mais inférieur à la limite de quantification