

SOURCE DU PÂQUIS à Vadans



Code SOG
CE7014

Nom du captage
Source du Pâquis

Code BSS ancien
04717X0004/S

Code BSS nouveau
BSS001FYHR

2021

**Suivi des phytosanitaires et des nitrates
Compilation des données analytiques historiques**

SOURCE DU PÂQUIS à Vadans

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.

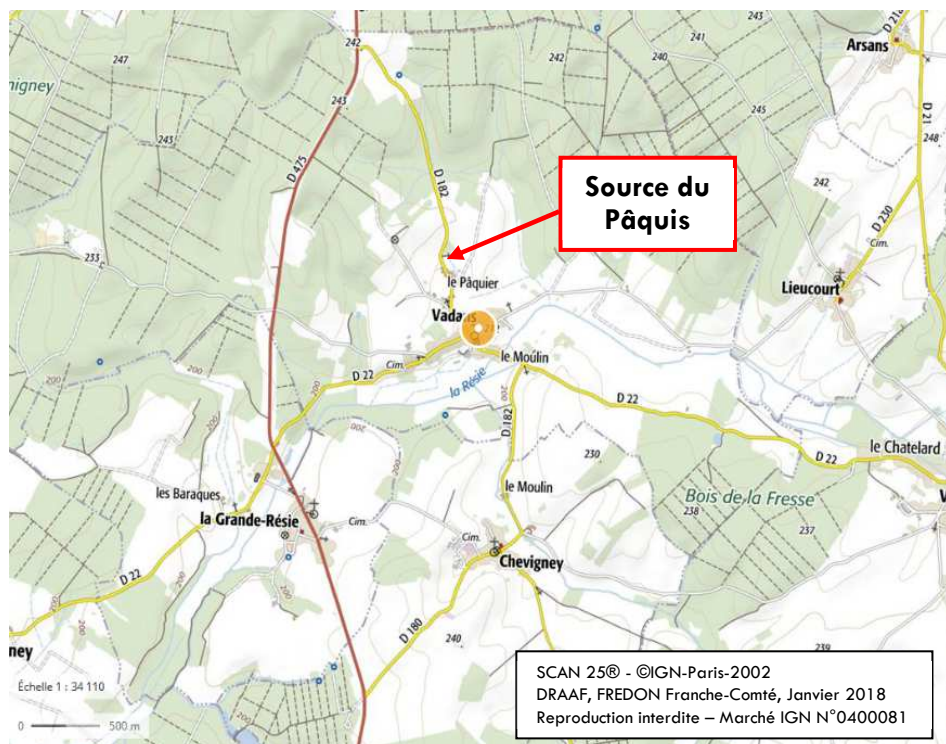
L'intérêt de cette étude est de valoriser l'ensemble des données exploitables, dans l'optique :

- 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 du Pâquis à Vadans – Suivi des phytosanitaires et des nitrates 2020, compilation des données analytiques historiques », FREDON BFC, 2021).

2- Localisation et caractéristiques du point de suivi

Localisation du point de suivi



Station : Source du Pâquis
Profondeur d'investigation : 0 m

Code BSS ancien : 04717X0004/S
Code BSS nouveau : BSS001FYHR

Code SOG : CE 7014
Altitude : 210 m

Commune : 70 510 VADANS

Masse d'eau :
Calcaires jurassiques des plateaux
de Haute-Saône - DG123 -
FRDG123

Entité hydrogéologique (BDLisa) :
Nv3 Absent, Nom De L'Entité Nv2 :
Calcaires Du Jurassique Moyen Et
Supérieur Plateau Haute-Saône

Informations générales

Usage : Alimentation en eau potable

Environnement : Milieu rural – Grande culture / élevage - Forêt

Sensibilité SDAGE : Nitrates + Pesticides

Date d'engagement dans le programme d'action : Aucune action engagée (projet de raccordement avancé)

Surface du BAC : 24,8 ha

3- Déroulé du rapport

L'analyse des données sera abordée selon la chronologie suivante :

- I - Contexte de l'étude
- II - Contexte hydrogéologique de la ressource
- III - Suivi 2021
- IV - Suivi des phytosanitaires
- V - Suivi des nitrates
- Fiche de synthèse
- 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 21/01/2021.

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 16/03/2022.

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 Avril 2020, Rapport n°92011/C.*

Contexte hydrogéologique local

La source du Pâquis est située au Nord de la commune de Vadans, en bordure Sud des formations calcaires du plateau de Haute-Saône. Dans le secteur, des formations quaternaires glaciaires et fluvio-glaciaires constituées de sables et argiles affleurent. Elles recouvrent totalement la série calcaire du Jurassique. Dans la vallée au sud, les calcaires du Portlandien affleurent (jurassique terminal calcaire du Kimméridgien au Portlandien ; puissance : 120 m). La série est monoclinale avec un léger pendage vers le Sud. La source se situe en pied de pente. Le bassin d'alimentation de la source n'a pas été défini. Le bassin présumé qui a été tracé correspond au bassin versant topographique qui est très petit.

Un sondage réalisé dans le secteur (données BSS) a montré que les limons en surface faisaient plus de 14 m de profondeur. Il s'agit de limons argileux (3 m) puis de limons sableux. Il est possible que les formations de surface contiennent une nappe.

En résumé, nous avons très peu d'informations sur la source et nous ne savons pas s'il s'agit d'un exutoire des calcaires du Jurassique ou des formations quaternaires de surface.

Estimation du temps nécessaire au renouvellement de la ressource

Date : 08/03/17	Degré de confiance : Moyen	Régime de nappe : Moyennes Eaux	Age moyen : 20 à 25 ans
Date : 06/07/17	Degré de confiance : Moyen	Régime de nappe : Basses Eaux	Age moyen : >30 à 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

Épaisseur de la zone non saturée : nulle à l'émergence, inconnue dans la partie amont du BAC.

Possibilité de stockage de nitrates dans la zone non saturée : possible effet de relargage depuis les limons au-dessus des calcaires

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

Investigations à prévoir : Oui.

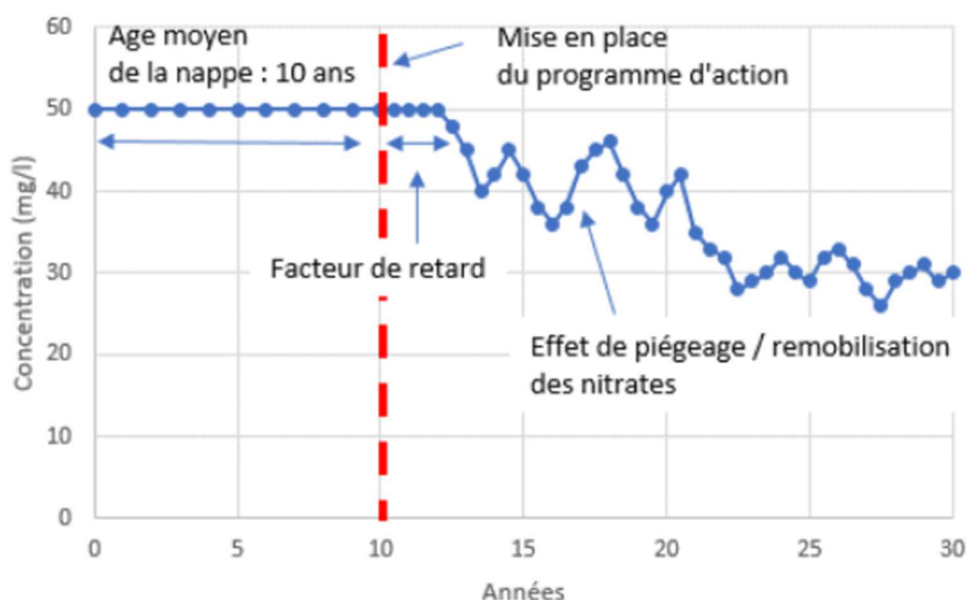
Réactivité attendue de la nappe au programme d'action :

Point d'eau représentatif d'un système avec facteur de retard (Type 2)

Modèle d'aquifère de type 2 :**Point d'eau représentatif d'un système avec facteur de retard**

Ce type correspond à un contexte de nappe peu profonde, caractérisé par la présence de terrain de couverture favorable au phénomène de piégeage et de remobilisation des intrants, induisant un facteur retard non pris en compte dans l'évaluation des âges apparents.

Schéma de type 2 : Point d'eau représentatif d'un système avec facteur de retard



Ce schéma illustre la réactivité de la nappe au plan d'actions pour les aquifères de Type 2. Dans ce cas de figure, il faut ajouter à l'âge moyen un facteur retard qui dépendra de l'épaisseur de la zone non saturée et de la nature de la couverture protectrice de l'aquifère : plus la zone non saturée sera épaisse et plus le facteur de retard sera long, de même plus la couverture sera argileuse et plus le facteur de retard augmentera. Il est en plus possible d'observer des phénomènes de piégeages des nitrates au sein de la couverture qui seront remobilisés en période de fortes pluies et de nappe haute.

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	-	2 prélèvements ciblés	6
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	23/03/21	03/05/21	11/05/21	14/05/21	05/07/21	05/08/21	04/11/21	09/11/21	19/11/21
Pluviométrie sur la décade précédant le prélèvement (en mm)	6	32,8	19,6	80,4	95,8	27,6	30,4	57,4	50,4	6,8
Producteur de données	AERMC	ARS	AERMC	ARS	FREDON BFC	AERMC	ARS	FREDON BFC	ARS	AERMC
Type d'eau	EB	ED	EB	ED	EB	EB	ED	EB	ED	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, 6 prélèvements ont été réalisés sur l'eau brute de la Source du Pâquis et 2 prélèvements sur eau distribuée au niveau du réseau de Vadans. 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 du Pâquis et le réseau de Vadans – Campagne 2021 (en µg/L) (Source : ARS, AERMC, FREDON BFC)

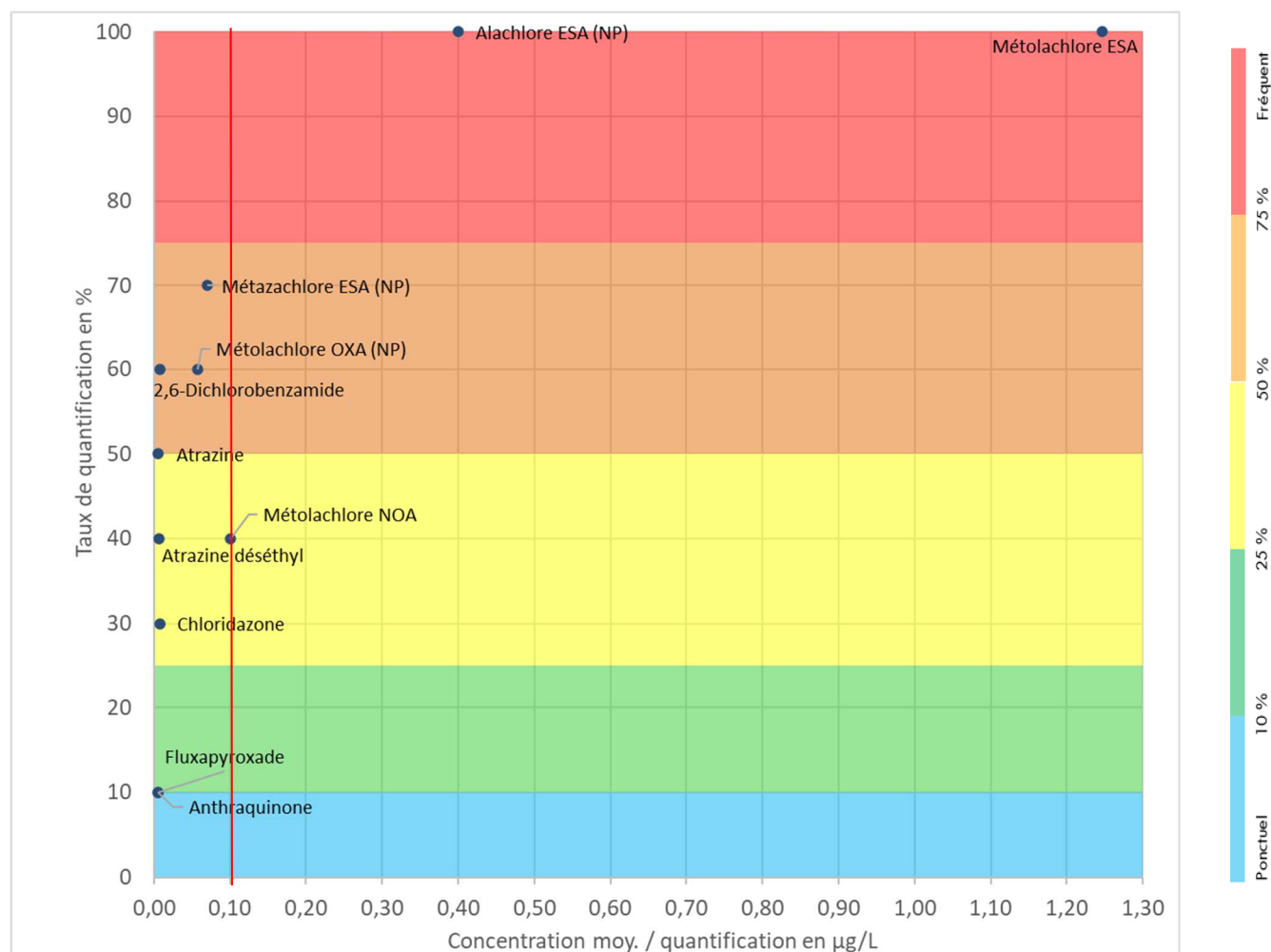
Prélèvement aléatoire – Prélèvement à risque

Dates de prélèvements	2,6-Dichlorobenzamide	Alachlore ESA (NP)	Anthraquinone	Atrazine	Atrazine déséthyl	Chloridazone	Fluxapyroxade	Métazachlore ESA (NP)	Métolachlore ESA	Métolachlore NOA	Métolachlore OXA (NP)	Somme des concentrations	Somme des concentrations + métabolites non pertinents	Nombre de molécules / prélèvement	EB	ED
01/03/2021	0,008	0,409				0,005			1,19			1,203	1,612	4	X	
23/03/2021	0,008	0,35		0,005	0,007			0,082	1,298	0,145	0,069	1,463	1,96	8		X
03/05/2021		0,625		0,007				0,12	1,36			1,367	2,112	4	X	
11/05/2021	0,011	0,39		0,006	0,007			0,065	1,347	0,064	0,023	1,435	1,913	8		X
14/05/2021		0,479	0,005					0,091	1,069		0,03	1,074	1,674	5	X	
05/07/2021	0,005	0,375		0,007					1,29			1,302	1,677	4	X	
05/08/2021	0,009	0,36			0,007			0,063	1,218	0,085	0,024	1,319	1,761	7		X
04/11/2021		0,208						0,024	1,357		0,135	1,357	1,724	4	X	
09/11/2021	0,007	0,34		0,005	0,006	0,007	0,005	0,047	1,388	0,094	0,063	1,512	1,957	10		X
19/11/2021		0,483				0,012			0,947			0,959	1,442	3	X	
P : Présence / * Seuil de détection en µg/L / NP : métabolite considéré comme Non Pertinent														Nombre de traces	0	0
Molécules en bleu : produit de dégradation Molécules en rouge : molécule interdite d'utilisation														Nombre de quantifications	57	24
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														Diversité moléculaire	11	10

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 du Pâquis (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.

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 $\mu\text{g/L}$.

L'ensemble des sommes de concentrations enregistrées sont très élevées, puisque toutes au-delà du seuil DCE ou sanitaire de 0,5 $\mu\text{g/L}$ (moyenne de 1,3 $\mu\text{g/L}$ sur l'ensemble des 10 prélèvements). Pour les molécules pertinentes, le métolachlore ESA, et dans une moindre mesure le métolachlore NOA (uniquement recherché sur eau distribuée), sont les molécules impactant le plus la qualité de l'eau en 2021 puisqu'elles contribuent à elles 2 à hauteur de 99 % de la somme des concentrations totales de la campagne. D'ailleurs, le métolachlore ESA est quantifié dans 100 % des prélèvements et à chaque fois en dépassement du seuil de 0,1 $\mu\text{g/L}$.

La contamination de la ressource est marquée par une très forte représentation de métabolites d'herbicides utilisés en grande culture (céréales, maïs, colza, soja, etc.).

Tableau 4 : Synthèse des analyses des phytosanitaires pour la Source du Pâquis à Vadans – Campagne 2021 / comparaison à la période 2017-2021

Données remarquables sur les phytosanitaires en eau brute et distribuée		
	2021	2017-2021
Nombre de prélèvements	10	38
EB	6	24
	4 AERMC, 2 FREDON BFC	19 AERMC, 1 ARS, 4 FREDON BFC
ED	4	14
	ARS	ARS
Nombre / fréquence de prélèvements contaminés	10 / 100 %	38 / 100 %
Dont somme des concentrations >0,5 µg/L	10 / 100 %	35 / 92 %
Nombre de molécules	11	26
Dont uniquement détectées	0	0
Nature des substances		
Herbicides / métabolites	9 / 7	20 / 11
Fongicides	1	2
Insecticides	0	2
Anti-limaces	0	1
Corvifuge	1	1
Autres	0	0
Moyenne de la somme des concentrations (µg/L)	1,3	1,12
Nombre de quantifications	57	241
Soit en moyenne par prélèvement	5,7	6,3
Dont concentrations > seuils (0,1 µg/L ou 0,9 µg/L)	12 / 21 %	44 / 18,3 %
Concentration moyenne / quantification (µg/L)	0,313	0,245
Nombre de détections	0	2

Les différents indicateurs présentés dans ce tableau mettent en évidence que la contamination enregistrée en 2021 est à l'image de ce qui est constaté sur les 5 dernières années : intégralité des prélèvements réalisés contaminés, fréquence de prélèvements avec une somme des concentrations au-delà du seuil de 0,5 µg/L très élevé, diversité moléculaire modérée (nombre important d'herbicides), nombre moyen de quantifications par prélèvement similaire. On note néanmoins une plus forte proportion des métabolites d'herbicides dans le total des herbicides identifiés.

On remarque également que la moyenne des sommes des concentrations et la concentration moyenne par quantification est légèrement plus importante en 2021.

IV- SUIVI DES PHYTOSANITAIRES

1- Eau brute

Tableau 5 : Synthèse des analyses des phytosanitaires pour la Source du Pâquis à Vadans – Données remarquables de la période 2017-2021 comparée à la chronique complète 1997-2021

Données remarquables sur les phytosanitaires en eau brute		
	2017-2021	Chronique complète 1997-2021
Nombre de prélèvements	24	31
Nombre / fréquence de prélèvements contaminés	24 / 100 %	27 / 87 %
Dont somme des concentrations >0,5 µg/L	22 / 92 %	23 / 85 %
Nombre de molécules	21	21
Dont uniquement détectées	0	0
Nature des substances		
Herbicides / métabolites	17 / 9	17 / 9
Fongicides	1	1
Insecticides	1	1
Anti-limaces	1	1
Corvifuge	1	1
Autres	0	0
Moyenne de la somme des concentrations (µg/L)	0,967	0,789
Nombre de quantifications	115	118
Soit en moyenne par prélèvement	4,8	3,8
Dont concentrations > seuils (0,1 µg/L ou 0,9 µg/L)	23 / 20 %	24 / 20,3 %
Concentration moyenne / quantification (µg/L)	0,289	0,292
Nombre de détections	2	2

La Source du Pâquis montre une contamination très importante par les produits phytosanitaires, en lien principalement avec les produits phytosanitaires utilisés pour les grandes cultures (maïs, colza, céréales). Bien que la diversité moléculaire ne soit pas très importante (le bassin d'alimentation de la source est lui-même modeste), certaines molécules apparaissent de façon chronique sur la ressource, et avec de très fortes concentrations pour certaines. Plus spécifiquement, l'alachlore ESA, l'atrazine et son métabolite atrazine déséthyl, la chloridazone, le métazachlore ESA, le métolachlore ESA et OXA ressortent comme les substances étant les plus problématiques. Ponctuellement, d'autres molécules ont pu également impacter le captage avec des concentrations généralement faibles.

Les moyennes des sommes des concentrations témoignent de cette très forte contamination, avec des niveaux extrêmes approchant 1 µg/L en moyenne sur les 24 prélèvements réalisés depuis 2017 (pour un seuil DCE fixé à 0,5µg/L).

Sur la période récente, 23 dépassements des seuils réglementaires par molécule ont été observés :

- **3 en 2017**, liés au métolachlore ESA,

- **3 en 2018**, liés au métolachlore ESA,
- **4 en 2019**, liés au métolachlore ESA,
- **7 en 2020**, liés au métolachlore ESA (6) et à la bentazone,
- **6 en 2021**, liés au métolachlore ESA.

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 et nombre de quantification par prélèvement.

Plusieurs facteurs peuvent permettre d'expliquer ces résultats. Le premier est le nombre de prélèvements. Plus de 77% des prélèvements réalisés sur cette ressource l'ont été depuis 2017, ce qui représente très peu de prélèvements avant 2017 (7). 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).

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

2- Eau distribuée

Les prélèvements sur eau distribuée proviennent des points de suivis suivants :

- Du réservoir de Vadans,
- de l'unité de distribution de Vadans (réseau).

Selon les données fournies par l'ARS, l'eau distribuée (réservoir et réseau) est entièrement alimentée par la Source du Pâquis.

Traitement de potabilisation

La potabilisation des eaux comporte une désinfection dans le cas général, par chloration. Un traitement complémentaire éventuel n'est pas connu sur cette station. Il n'y a donc pas d'abattement spécifique sur les phytosanitaires recensé

Tableau 6 : Synthèse des analyses des phytosanitaires pour l'eau distribuée de la Source du Pâquis à Vadans – Données remarquables de la période 2017-2021 comparée à la chronique complète 2003-2021

Données remarquables sur les phytosanitaires en eau distribuée		
	2017-2021	Chronique complète 2003-2021
Nombre de prélèvements	14	29
Nombre / fréquence de prélèvements contaminés	14 / 100 %	26 / 90 %
Dont somme des concentrations >0,5 µg/L	13 / 93 %	14 / 53,8 %
Nombre de molécules	15	25
Dont uniquement détectées	0	0
Nature des substances		
Herbicides / métabolites	12 / 9	20 / 10
Fongicides	2	2
Insecticides	1	2
Anti-limaces	0	0
Corvifuge	0	1
Autres	0	0
Moyenne de la somme des concentrations (µg/L)	1,376	0,707
Nombre de quantifications	126	165
Soit en moyenne par prélèvement	9	5,7
Dont concentrations > seuils (0,1 µg/L ou 0,9 µg/L)	20 / 15,9 %	22 / 13,3 %
Concentration moyenne / quantification (µg/L)	0,21	0,164
Nombre de détections	0	0

La qualité de l'eau distribuée et à l'image de celle de l'eau brute (pas de dispositif de traitement spécifique des produits phytosanitaires). Comme sur l'eau brute, on note une tendance à la dégradation de la qualité de l'eau distribuée. En effet, l'ensemble des indicateurs sont moins bons sur la période récente par rapport à l'historique.

Ici aussi, la moyenne des sommes des concentrations témoigne de la très forte contamination de l'eau distribuée, avec une valeur de 1,377 µg/L en moyenne sur les 14 prélèvements réalisés depuis 2017 (pour un seuil sanitaire fixé à 0,5µg/L). De nombreux dépassements du seuil sanitaire de 0,1 µg/L par molécule sont également recensés, puisque sur les 14 prélèvements récents, le métolachlore ESA présente 13 dépassements (moyenne de 1,33 µg/L) et le métolachlore NOA 7 dépassements (moyenne de 0,146 µg/L).

3- Synthèse eau brute et eau distribuée

3.1 Caractérisation des molécules retrouvées

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

Tableau 7 : Usages potentiels des molécules retrouvées à la Source du Pâquis et sur la station et le réseau de Vadans

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 (2017/2021)
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	
	2,6-Dichlorobenzamide	Métabolite du dichlobénil, herbicide vigne et JEVI (interdit depuis 2010)	X
	Alachlore ESA	Métabolite de l'alachlore - Désherbage des cultures de maïs (interdit depuis 2008)	X
	Atrazine	Herbicide auparavant principalement utilisé en désherbage du maïs (interdit depuis 2003)	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)	
	Bentazone	Désherbage des céréales, du maïs et du soja	X
	Carbétamide	Désherbage des arbres et arbustes d'ornement, rosiers, culture fruitière et JEVI / colza et tournesol	
	Chloridazone	Désherbage des cultures de betterave	X
	Chlortoluron	Désherbage des céréales d'hiver et printemps (blé / orge / porte graine)	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 ESA	Métabolite du diméthénamide/diméthénamide-P (désherbage du maïs, tournesol, colza et betterave) (Diméthénamide interdit depuis 2008)	X
	Florasulame	Céréales de printemps et d'hiver	
	Fluroxypyr	Désherbage des grandes cultures, oignon, pommier	
	Isoxaflutole	Désherbage des cultures de maïs	
	Métazachlore ESA	Désherbage du colza et du tournesol	X
	Métolachlore / S-Métolachlore	Désherbage du maïs, tournesol et betterave (Métolachlore interdit depuis 2003) - le S-Métolachlore est d'usage autorisé	X
Fongicide	Métolachlore ESA	Métabolite du Métolachlore et du S-Métolachlore (désherbage du maïs, tournesol et betterave) - (Métolachlore interdit depuis 2003) - le S-Métolachlore est d'usage autorisé	X
	Métolachlore NOA	Métabolite du Métolachlore et du S-Métolachlore (désherbage du maïs, tournesol et betterave) - (Métolachlore interdit depuis 2003) - le S-Métolachlore est d'usage autorisé	X
Insecticide	Métolachlore OXA	Métabolite du Métolachlore et du S-Métolachlore (désherbage du maïs, tournesol et betterave) - (Métolachlore interdit depuis 2003) - le S-Métolachlore est d'usage autorisé	X
	Prophame	Antigerminatif pomme de terre (interdit depuis décembre 1996)	X
Corvifuge	Propyzamide	Désherbage de grandes cultures (notamment colza), arbres fruitiers, vigne, cultures légumières, ...	X
	Simazine	Désherbage du maïs principalement - Vigne (interdit depuis 2001)	X
Molluscide	Fluxapyroxade	Fongicide utilisé pour le traitement de l'oïdium sur les céréales à paille et la vigne	X
	Tébuconazole	Lutte contre les champignons pathogènes des céréales	X
Insecticide	Carbaryl	Insecticide cultures variées, arboriculture	X
	Piperonyl butoxyde	Désinsectisation des matériels et des locaux / adjuvant d'insecticides	X
Corvifuge	Imidaclopride	Traitement des semences de céréales et lutte contre les pucerons dans les cultures fruitières et ornementales	
	Anthraquinone	Corvifuge pour la protection des semences des céréales (interdit depuis 2010)	X
Molluscide	Métaldéhyde	Anti-limaces	X

3.2 Qualité actuelle et tendances évolutives

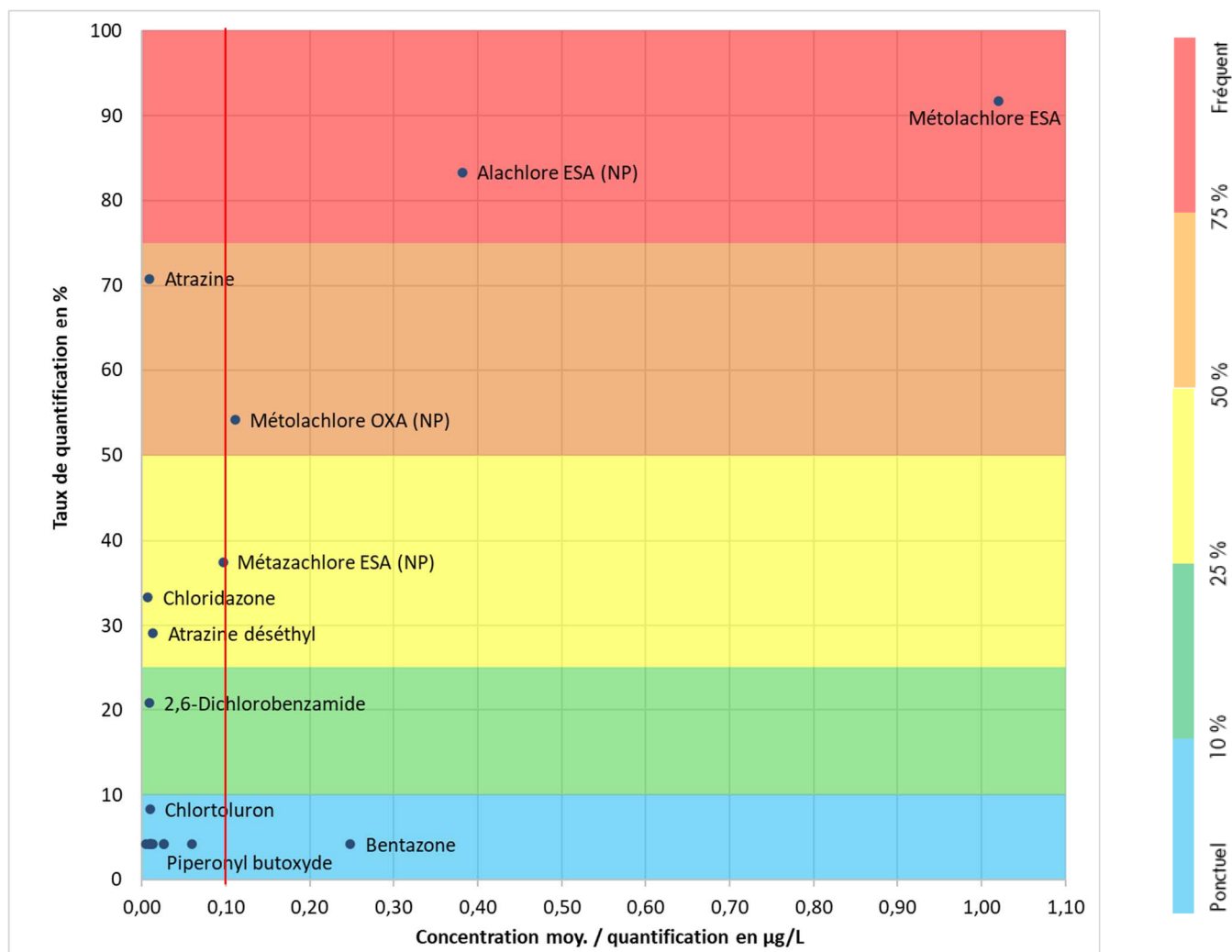
3.2.1 Molécules

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 5 % et qui ont en même temps une concentration moyenne par quantification inférieure à 0,05 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 du Pâquis (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.

Pour les molécules pertinentes et d'usage actuel, celles qui présentent le plus fort impact sur la ressource sont le métolachlore ESA (chronicité et très fortes concentrations) et la bentazone (une très forte concentration). D'autres molécules sont également très souvent identifiées dans l'eau brute, comme l'atrazine, l'alachlore ESA, le métolachlore OXA, le métazachlore ESA ou la chloridazone.

On note donc une très forte représentation d'herbicides et de métabolites d'herbicides utilisés en grande culture (céréales, maïs, colza, soja, etc.).

Au-delà de ces molécules qui présentent un impact très important sur la qualité de l'eau, il est toutefois à noter la diversité non négligeable de substances identifiées sur ces 5 années, puisque ce sont 21 molécules différentes qui ont été quantifiées au global sur les 24 prélèvements sur eau brute, les autres étant identifiées de façon plus ponctuelle et avec des concentrations faibles à modérées.

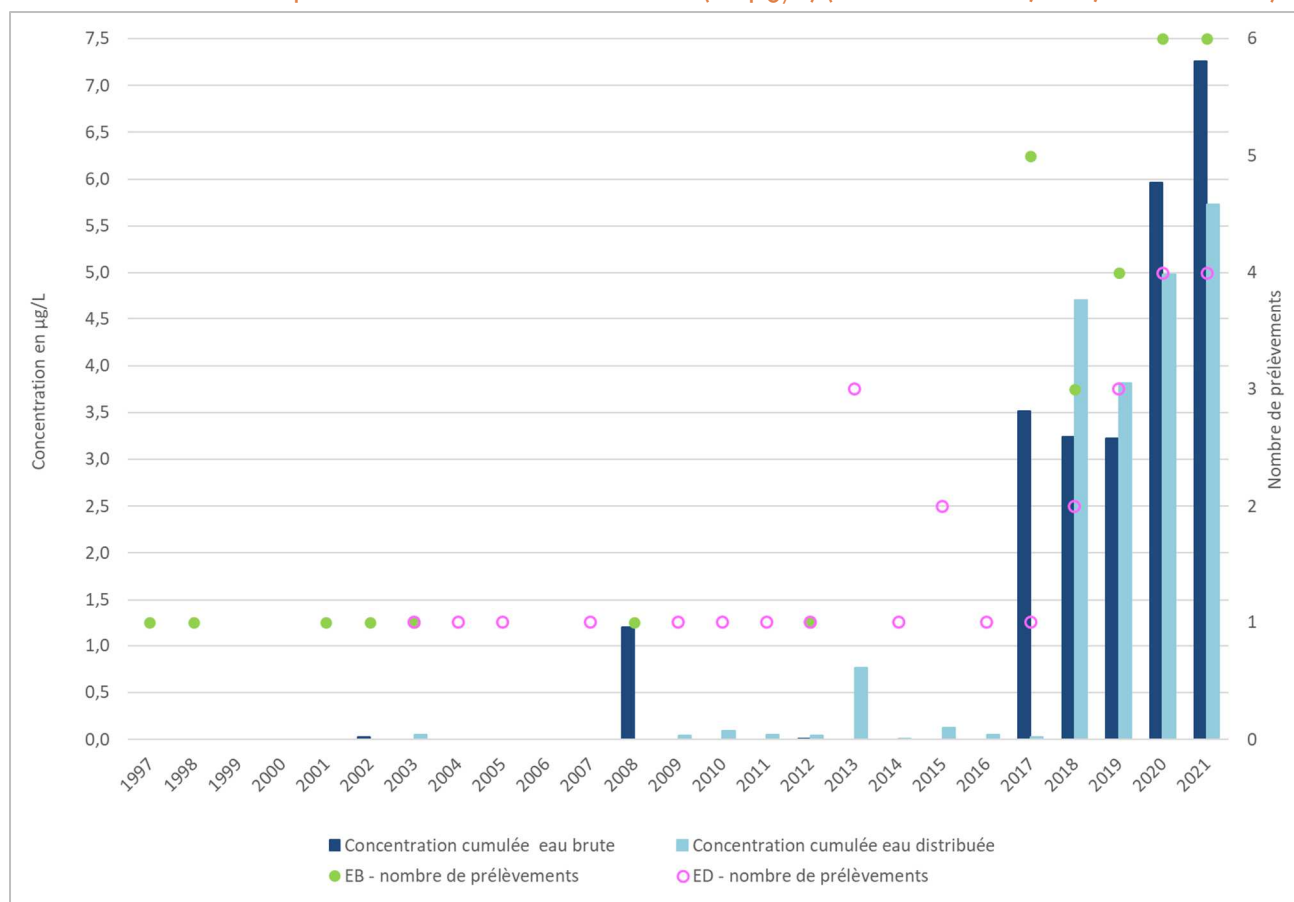
Eau distribuée

En l'absence de dispositif de traitement, le profil de contamination de l'eau distribuée est très similaire à celui de l'eau brute. A noter toutefois une contamination chronique de l'eau distribuée par le métolachlore NOA (autre métabolite du S-métolachlore), non recherché sur eau brute. Depuis 2018 et le début de la recherche de cette substance, 100% des prélèvements la mettent en évidence, avec souvent de très fortes concentrations (moyenne de 0,116 µg/L par quantification sur les 13 prélèvements).

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 et sur eau distribuée. Cette information est complétée par le nombre de prélèvement en eau brute et en eau distribuée.

Graphique 3 : Evolution de la somme des concentrations cumulées des phytosanitaires par année – 1997-2021 – Source du Pâquis – Eau brute et eau distribuée (en µg/L) (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



Les variations de concentrations sont à corrélérer avec l'évolution du nombre de prélèvements qui est variable en fonction des années (1 à 6 prélèvements par an). Depuis le renforcement du suivi en 2017, les concentrations cumulées ont largement augmentées (faire plus de prélèvements met en évidence plus de contamination).

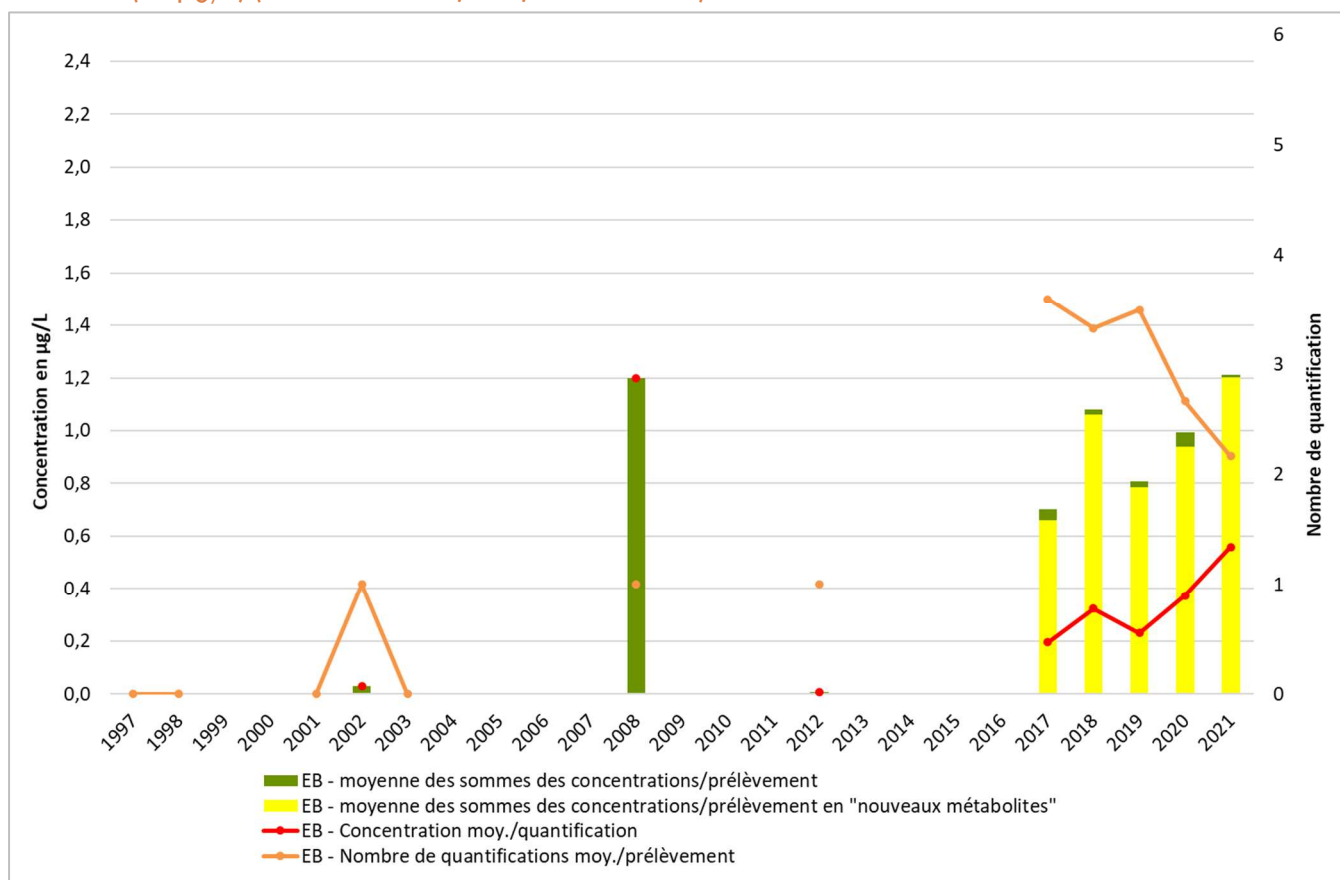
Les graphiques ci-après permettent de s'affranchir de la variable *nombre de prélèvements* et présentent, pour les eaux brutes et les eaux distribuées, les évolutions de la qualité de l'eau à travers 4 paramètres (mode de calcul détaillé dans le lexique) :

- **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 – 1997-2021 – Source du Pâquis – Eau brute (en µg/L) (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



Eaux brutes

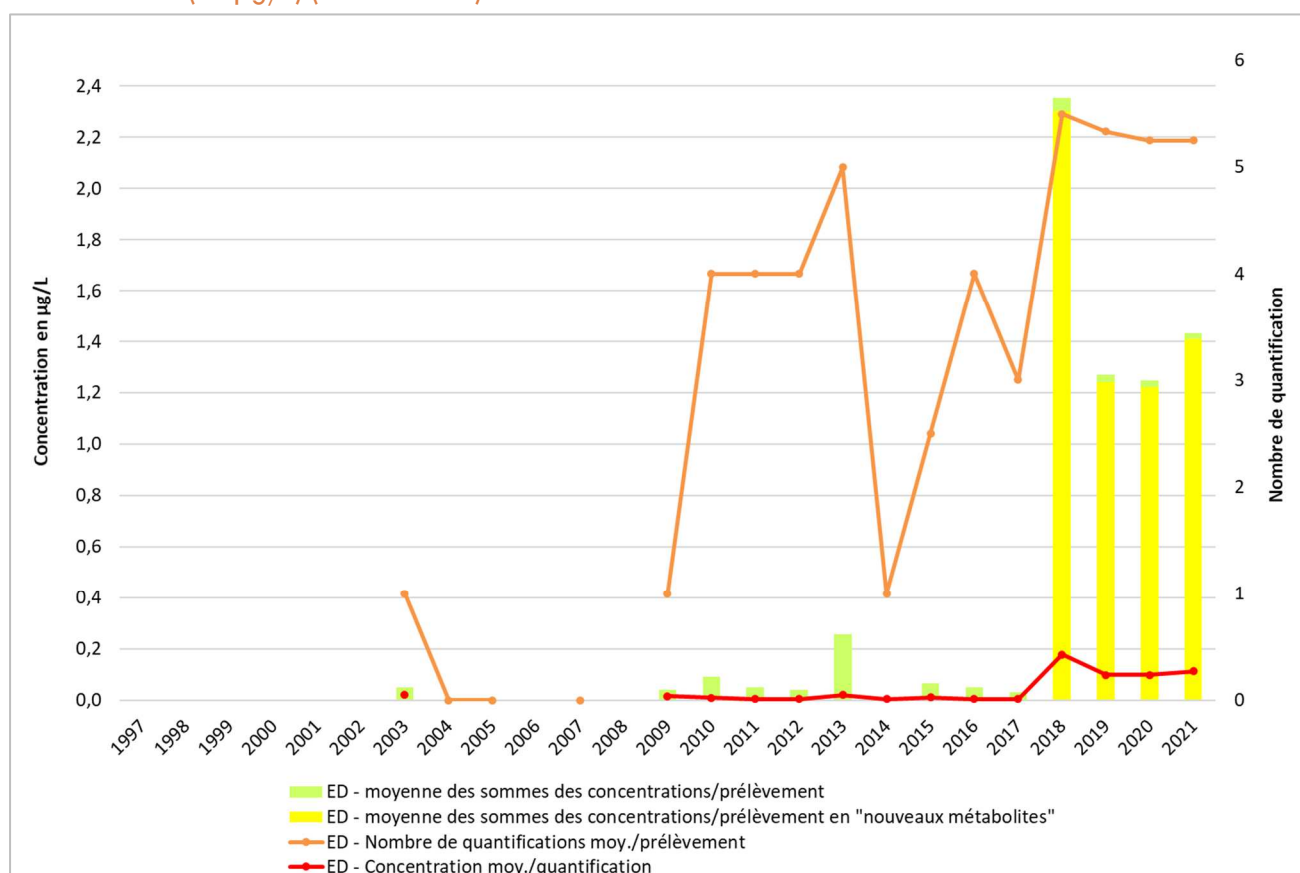
Les données sont renseignées de manière discontinue sur la chronique, et ne permettent pas de caractériser la contamination sur l'entièreté de celle-ci. Le pic visible en 2008 est à mettre en lien avec une très forte concentration de métolachlore dans le seul prélèvement de l'année. Depuis 2017 et la mise en place du suivi renforcé, on constate que la moyenne des sommes des concentrations est très élevée et ce de manière chronique (systématiquement au-delà de 0,6 µg/L). De plus, une tendance à l'augmentation se dégage.

Cette évolution récente de la moyenne des sommes des concentrations est corrélée avec l'évolution des concentrations des molécules. En effet, si l'on regarde la concentration moyenne par quantification (courbe rouge), celle-ci montre des variations parfaitement semblables à celles des moyennes des sommes des concentrations. Dans le même temps, le nombre de quantifications par prélèvement (courbe orange) montre lui des variations opposées. Sur cette ressource, l'évolution à la hausse de la contamination est liée à un faible nombre de molécules, quantifiées avec des concentrations de plus en plus importantes.

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 quasi exclusivement liées à la quantification de ces « nouveaux métabolites » (de 94 % en 2017 à 99 % en 2021 des moyennes des sommes des concentrations par prélèvement), avec des concentrations très importantes enregistrées. Cela permet quelque part de relativiser l'évolution de la contamination.

Graphique 5 : Evolution de la concentration moyenne par prélèvement avec la concentration moyenne par quantification et le nombre de quantification moyen par prélèvement – 1997-2021 – Source du Pâquis – Eau distribuée (en µg/L) (Source : ARS)



Eaux distribuées

Comme sur l'eau brute, le suivi de l'eau distribuée n'a pas toujours été régulier. On dispose d'un suivi plus régulier depuis 2009, cependant le nombre de prélèvements par an reste généralement faible jusqu'en 2018.

Les données sur eau distribuée montrent également une augmentation au niveau de la moyenne des sommes des concentrations par prélèvement à partir du moment où les « nouveaux métabolites » commencent à être recherchés (2018 sur eau distribuée), pour atteindre des niveaux particulièrement élevés (systématiquement au-delà de 1,2 µg/L, pour un seuil limite fixé à 0,5 µg/L).

La concentration moyenne par quantification et le nombre de quantifications par prélèvement confirment cette observation, avec une tendance à l'augmentation sur 2018-2021.

Comme sur eau brute, l'augmentation du nombre de molécules recherchées aide à l'interprétation de l'évolution de cet indicateur

Ici aussi nous avons cherché à évaluer la part de responsabilité des nouveaux métabolites dans l'évolution de la qualité de l'eau distribuée (histogrammes jaunes). Comme pour l'eau brute cette représentation nous permet de nous rendre compte que la contamination enregistrée sur les dernières campagnes est quasi exclusivement liée à la quantification de ces « nouveaux métabolites » (de 97,7% en 2019 à 98,4% en 2021).

3.3 Synthèse

Niveau d'impact actuel des phytosanitaires : très élevé

Sur l'eau brute, tous les prélèvements sont contaminés depuis 2008, dans des niveaux particulièrement importants puisque 23 des 26 prélèvements réalisés depuis cette campagne sont en dépassement du seuil DCE de 0,5 µg/L (moyenne de 0,94 µg/L sur l'ensemble des 26 prélèvements, et maximum de 1,423 µg/L en mars 2020).

La période 2017-2021 présente un nombre régulier de prélèvements (3 à 6 par an), ce qui apporte une bonne connaissance de la qualité de l'eau sur cette période. Même si la diversité moléculaire est non négligeable, avec 21 molécules quantifiées, il ressort que la métolachlore ESA, métabolite du S-métolachlore, recherchés depuis 2017, contribue très fortement à la contamination (près de 98% de la contamination 2017-2021 est imputable à ce métabolite). Pour les autres molécules, les concentrations retrouvées sont globalement faibles (1 quantification de bentazone en dépassement en 2020), et les fréquences de quantification sont régulières à chroniques pour certaines molécules. On observe l'impact très important des désherbages en grandes cultures (céréales, colza, maïs).

Le constat est très similaire sur eau distribuée, la station ne disposant pas de dispositif spécifique de traitement des produits phytosanitaires. A noter en plus la présence chronique est souvent à de très fortes concentrations d'un autre métabolite du S-métolachlore (métolachlore NOA), non recherché sur eau brute

Évolution de la qualité vis-à-vis des phytosanitaires

Bien que les campagnes 2017-2021 montrent une évolution défavorable de la qualité de l'eau, il est pour autant compliqué de parler de dégradation pour 2 raisons :

- Une absence de suivi de la qualité de l'eau brute de 2009 à 2016 (sauf 1 prélèvement en 2012), qui devient régulier et renforcé en 2017,
- Un impact extrêmement prépondérant de produits de dégradation d'herbicides (métolachlore ESA et NOA), qui comment seulement à être recherchés depuis 2017.

Les évolutions des laboratoires d'analyses permettent donc d'expliquer largement cette tendance, qu'il conviendra de préciser avec les prochaines campagnes d'analyses.

Parallèlement, on observe une amélioration lente des pollutions anciennes liées à l'atrazine, et à un de ses produits de dégradation, l'atrazine déséthyl.

V- SUIVI DES NITRATES

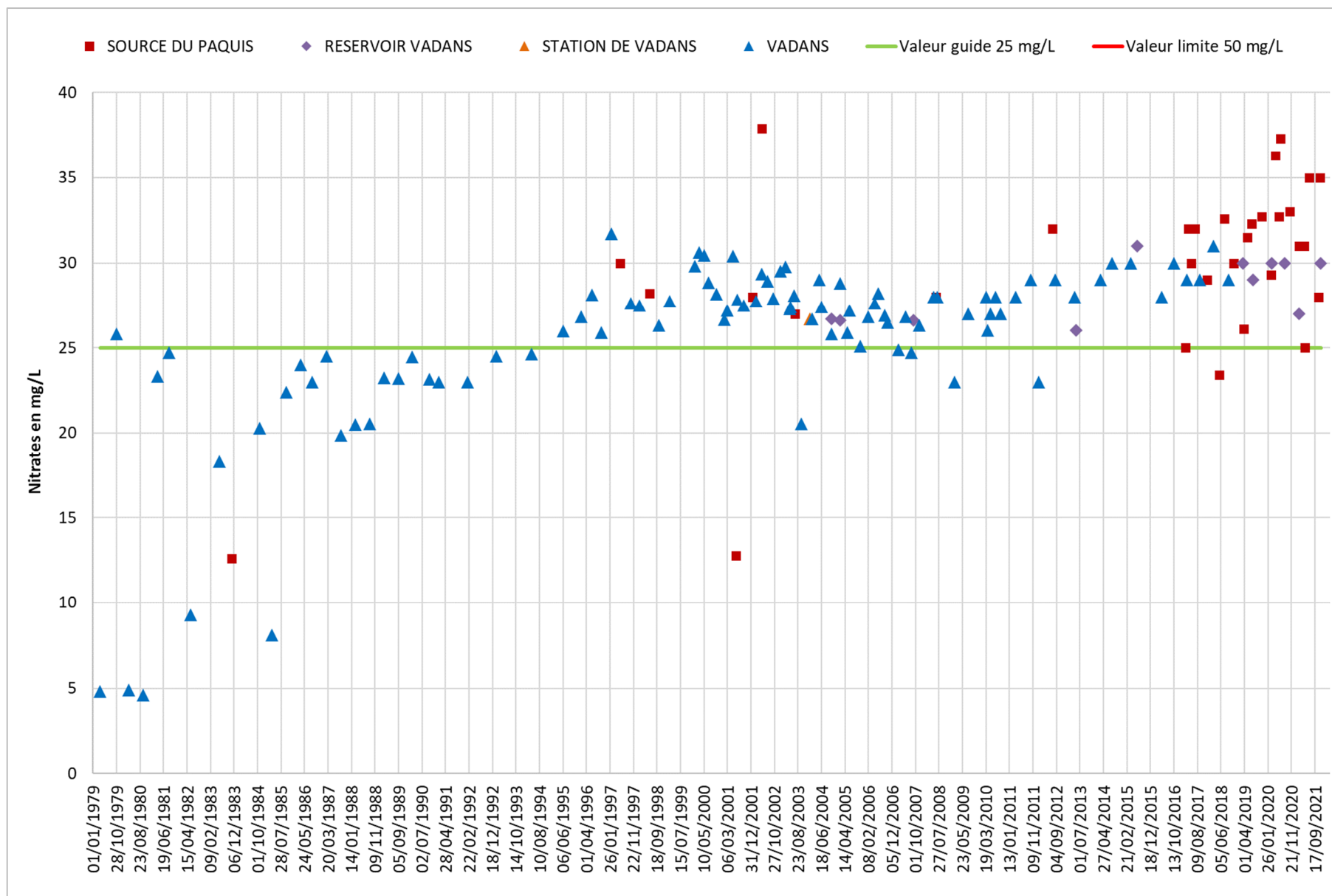
1- Historique des données nitrates

L'ensemble des données disponibles depuis 1979 figure dans le tableau et le graphique suivants. Elles regroupent 139 analyses de nitrates.

Tableau 8 : Synthèse des analyses des nitrates disponibles pour la Source du Pâquis (EB) et l'eau distribuée (ED)– 1979 à 2021 et comparaison à la période récente (2017-2021) (Source : AERMC, ARS et FREDON BFC)

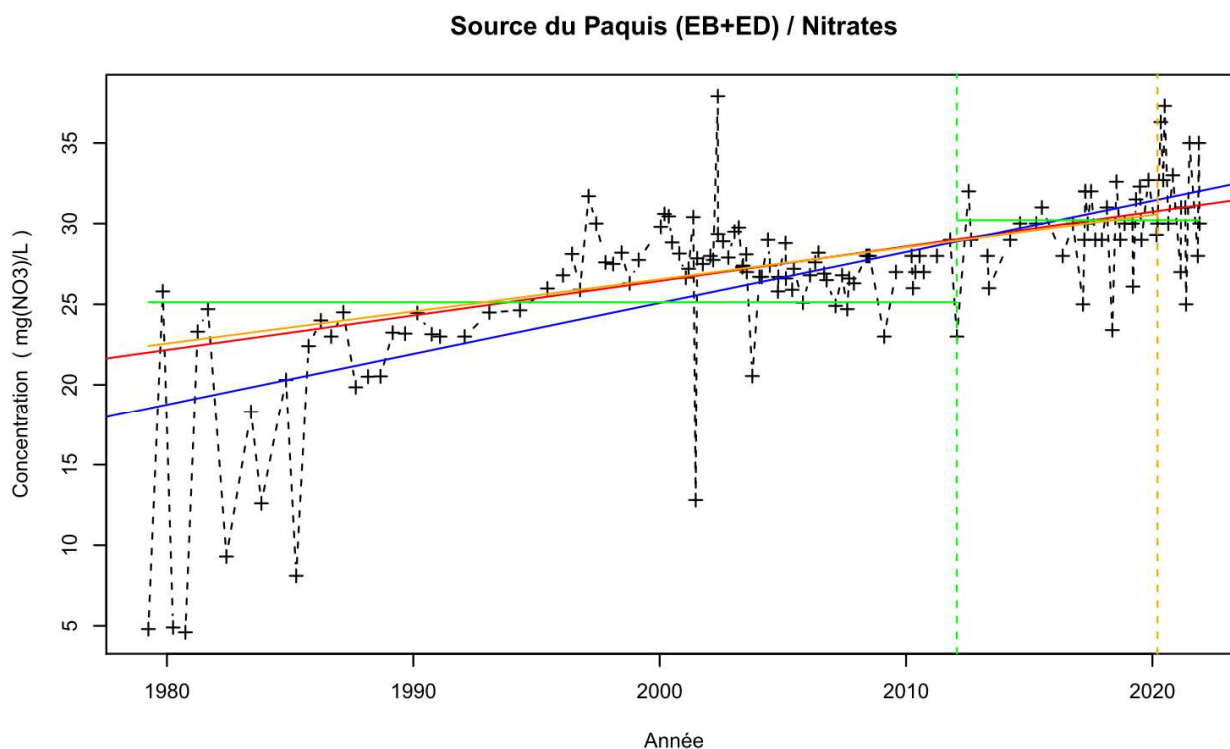
Données remarquables sur les nitrates				
	2017-2021		Chronique complète 1979-2021	
Nombre total d'analyses	34		139	
Dont EB	24		33	
Dont ED	10 (6 sur réservoir, 4 sur réseau)		106 (1 sur station, 11 sur réservoir, 94 sur réseau)	
Moyenne de la période		30,5 mg/L		26,7 mg/L
Valeur minimale	17/05/2018	23,4 mg/L	01/10/1980	4,6 mg/L
Valeur maximale	01/07/2020	37,3 mg/L	13/05/2002	37,9 mg/L
Nombre de dépassements	Seuil des 50 mg/L	0	Seuil des 50 mg/L	0
	Valeur guide des 25 mg/L	31	Valeur guide des 25 mg/L	105

Graphique 6 : Historique des nitrates sur eau brute et eau distribuée de 1979 à 2021 (en mg/L) (Source : AERMC, ARS et FREDON BFC)



Des tests statistiques de détection de tendance et de rupture sur les chroniques ont été réalisés sur la Source du Pâquis ainsi que sur les eaux distribuées de Vadans. 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 du Pâquis et les eaux distribuées (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 : 139
Longueur de la chronique : 15585 jours (42.7 années)
Taux de quantification : 100 %

Données autocorrélées
(pval<0.05)

Données non normalement distribuées
(pval-Shapiro= 5e-12)

Tendances identifiées sur la longueur totale de la chronique

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall	2.14e-01 mg(NO3)/L /an	2.3e-16
Mann-Kendall modifié		4e-03
Régression linéaire	3.16e-01 mg(NO3)/L /an	3.6e-20

Ruptures identifiées

Test	Date	P-value
Changement de moyenne (Pettitt)	25/01/2012	1.9e-09
Inversion de tendance	17/03/2020	1.9e-03

Moyenne des données avant/après rupture

Moyenne	
Avant rupture	25.13 mg(NO3)/L
Après rupture	30.21 mg(NO3)/L

Tendance avant/après inversion

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall avant inversion	1.99e-01 mg(NO3)/L /an	3.9e-13
Mann-Kendall après inversion	Pas de tendance significative détectée	NA

2- Synthèse des données nitrates

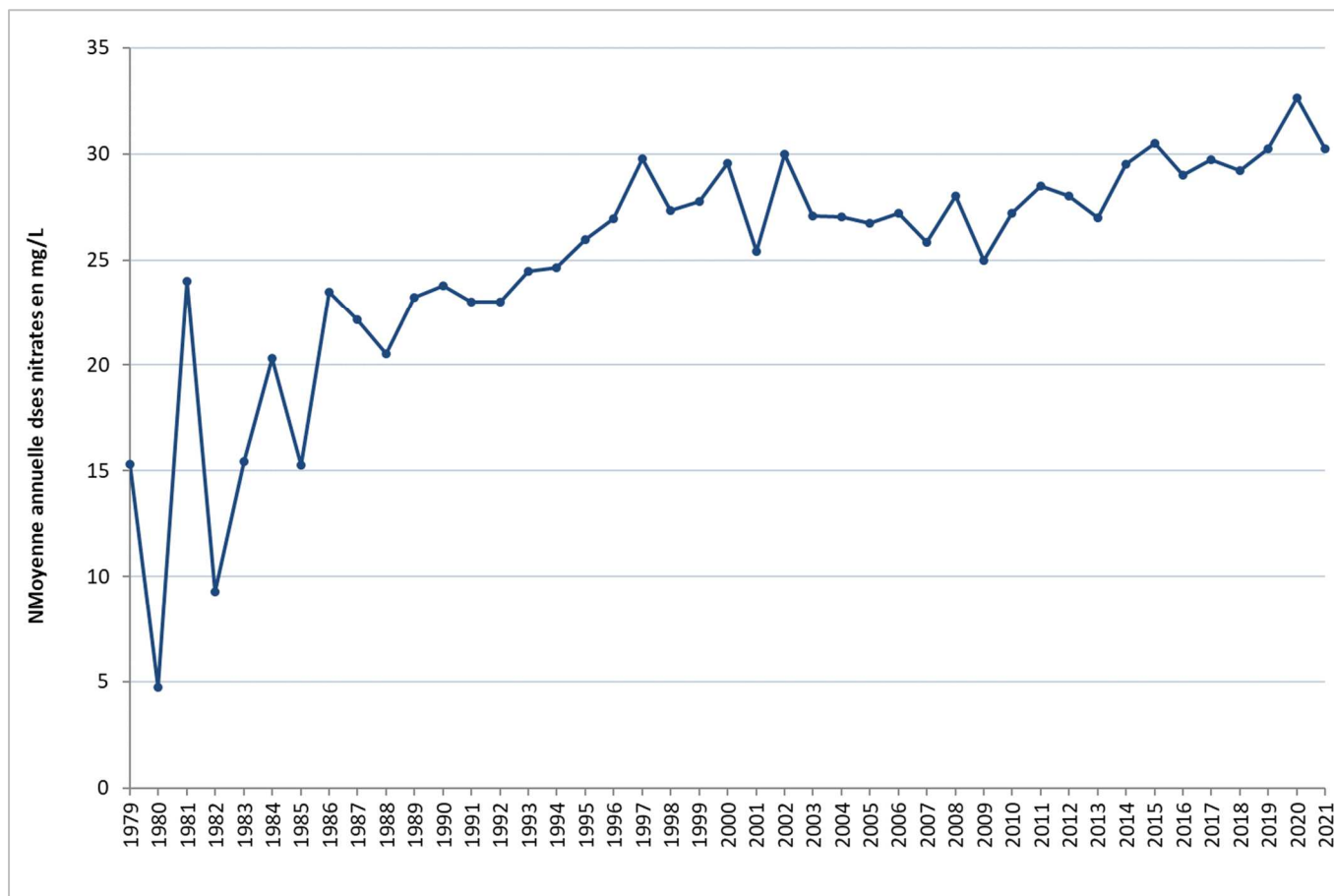
2.1 Moyennes annuelles et percentiles 90

Tableau 9 : Moyenne annuelle et percentile 90 des nitrates sur eau brute pour la Source du Pâquis et sur eau distribuée pour la station et le réseau de Vadans pour la chronique de 1979 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
1979	2	15,30	25,80
1980	2	4,75	4,90
1981	2	24,00	24,70
1982	1	9,30	9,30
1983	2	15,45	18,30
1984	1	20,30	20,30
1985	2	15,25	22,40
1986	2	23,50	24,00
1987	2	22,18	24,50
1988	2	20,52	20,53
1989	2	23,21	23,24
1990	2	23,80	24,46
1991	1	23,00	23,00
1992	1	23,00	23,00
1993	1	24,49	24,49
1994	1	24,63	24,63
1995	1	25,98	25,98
1996	3	26,94	28,12
1997	3	29,77	31,70
1998	3	27,33	28,20
1999	1	27,75	27,75
2000	5	29,57	30,60
2001	6	25,40	30,40
2002	6	29,97	37,90
2003	7	27,09	29,75
2004	6	27,05	29,00
2005	5	26,72	28,80
2006	5	27,20	28,20
2007	5	25,86	26,80
2008	3	28,00	28,00
2009	2	25,00	27,00
2010	5	27,20	28,00
2011	2	28,50	29,00
2012	3	28,00	32,00
2013	2	27,00	28,00
2014	2	29,50	30,00
2015	2	30,50	31,00
2016	2	29,00	30,00
2017	8	29,75	32,00
2018	5	29,20	32,60
2019	6	30,27	32,70
2020	7	32,66	37,30
2021	8	30,25	35,00

Graphique 7 : Moyenne annuelle des nitrates en eau brute pour la Source du Pâquis et en eau distribuée pour le réseau de Vadans sur l'ensemble de la chronique de 1979 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 et à la lecture des courbes des moyennes annuelles, plusieurs phases d'évolution des teneurs en nitrates se succèdent sur l'entièreté de la chronique. Du début d'acquisition des données à la fin des années 90, les teneurs en nitrates ne cessent d'augmenter pour atteindre des valeurs situées entre 25 et 30 mg/L. Vient ensuite une phase de légère diminution jusqu'à la fin des années 2000, avec des teneurs pouvant repasser sous la valeur guide de 25 mg/L. Enfin, depuis, les teneurs en nitrates sont de nouveau orientées à la hausse et tendent à s'écarter (minimum de 23,4 mg/L et maximum de 37,3 mg/L sur la période 2017-2021).

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 l'augmentation 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 25/01/2012. Ainsi après cette date, la moyenne des nitrates est plus élevée qu'avant (25,13 mg/L avant contre 30,21 mg/L après),
- Une inversion de tendance, en date du 17/03/2020. Si avant cette date l'évolution des teneurs est bien à l'augmentation, le module n'identifie plus de tendance significative depuis.

Niveau d'impact actuel des nitrates : modéré

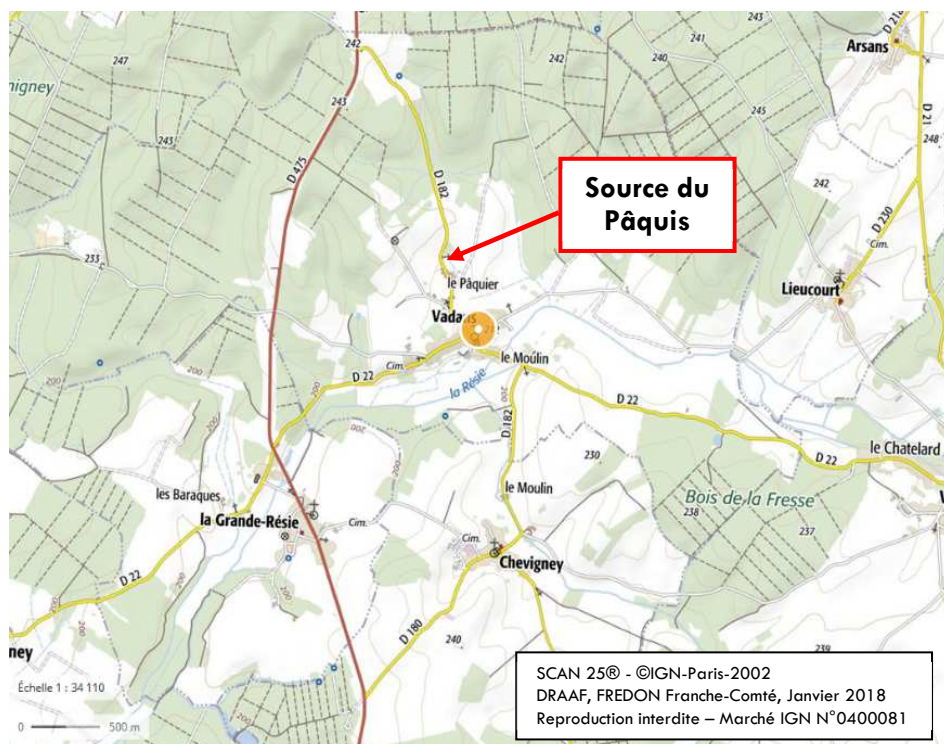
La ressource est impactée de manière non négligeable par rapport au paramètre nitrate, la moyenne observée sur les dernières campagnes autour 30 mg/L laisse apparaître un impact modéré des nitrates sur la qualité des eaux de la Source du Pâquis.

Évolution de la qualité vis-à-vis des nitrates : dégradation

Sur l'ensemble de la chronique, la tendance est à l'augmentation des teneurs en nitrates. Toutefois, et mis en évidence par les tests statistiques du module Hype, une rupture par inversion de tendance sans tendance significative est identifiée début 2020. La poursuite des prélèvements sur plusieurs campagnes annuelles permettra de préciser ces observations.

FICHE DE SYNTHÈSE

Localisation du point de suivi



Station : Source du Pâquis
Profondeur d'investigation : 0 m

Code BSS ancien : 04717X0004/S
Code BSS nouveau : BSS001FYHR

Code SOG : CE 7014
Altitude : 210 m

Commune : 70 510 VADANS

Masse d'eau :
Calcaires jurassiques des plateaux
de Haute-Saône - DG123 -
FRDG123

Entité hydrogéologique (BDLisa) :
Nv3 Absent, Nom De L'Entité Nv2 :
Calcaires Du Jurassique Moyen Et
Supérieur Plateau Haute-Saône

Informations générales

Usage : Alimentation en eau potable

Environnement : Milieu rural – Grande culture / élevage - Forêt

Sensibilité SDAGE : Nitrates + Pesticides

Date d'engagement dans le programme d'action : Aucune action engagée (projet de raccordement avancé)

Surface du BAC : 24,8 ha

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

La Source du Pâquis montre une contamination très importante par les produits phytosanitaires, en lien principalement avec les produits phytosanitaires utilisés pour les grandes cultures (maïs, colza, céréales). Bien que la diversité moléculaire ne soit pas très importante (le bassin d'alimentation de la source est lui-même modeste), certaines molécules apparaissent de façon chronique sur la ressource, et avec de très fortes concentrations pour certaines. Plus spécifiquement, l'alachlore ESA, l'atrazine et son métabolite atrazine déséthyl, la chloridazone, le métazachlore ESA, le métolachlore ESA et OXA ressortent comme les substances étant les plus problématiques. Ponctuellement, d'autres molécules ont pu également impacter le captage avec des concentrations généralement faibles.

Les moyennes des sommes des concentrations témoignent de cette très forte contamination, avec des niveaux extrêmes approchant 1 µg/L en moyenne sur les 24 prélèvements réalisés depuis 2017 (pour un seuil DCE fixé à 0,5µg/L).

Suivi 2017-2021	Eau brute (EB)	Eau distribuée (ED)
Nombre de prélèvements	24	14
Fréquence de prélèvements contaminés	100 %	100 %
Nombre de quantifications	115	126
Moyenne des quantifications (µg/L)	0,289	0,21
Nombre de dépassements des seuils de référence par molécule (DCE sur EB ou sanitaires sur ED)	23	20
Concentration maximale (µg/L)	1,39	2,4
Concentration minimale (µg/L)	0,005	0,005
Nombre de dépassements du seuil de 0,5 µg/L	22	13
Somme des concentrations maximale (µg/L)	1,423	2,651
Nombre de molécules quantifiées	21	15
Diversité moléculaire	21	15
Diversité moléculaire totale (EB + ED)	26	
Nombre de prélèvements présentant des dépassements des seuils de référence	22	13

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

Sur l'eau brute, tous les prélèvements sont contaminés depuis 2008, dans des niveaux particulièrement importants puisque 23 des 26 prélèvements réalisés depuis cette campagne sont en dépassement du seuil DCE de 0,5 µg/L (moyenne de 0,94 µg/L sur l'ensemble des 26 prélèvements, et maximum de 1,423 µg/L en mars 2020).

La période 2017-2021 présente un nombre régulier de prélèvements (3 à 6 par an), ce qui apporte une bonne connaissance de la qualité de l'eau sur cette période. Même si la diversité moléculaire est non négligeable, avec 21 molécules quantifiées, il ressort que la métolachlore ESA, métabolite du S-métolachlore, recherchés depuis 2017, contribue très fortement à la contamination (près de 98% de la contamination 2017-2021 est imputable à ce métabolite). Pour les autres molécules, les concentrations retrouvées sont globalement faibles (1 quantification de bentazone en dépassement en 2020), et les fréquences de quantification sont régulières à chroniques pour certaines molécules. On observe l'impact très important des désherbages en grandes cultures (céréales, colza, maïs).

Le constat est très similaire sur eau distribuée, la station ne disposant pas de dispositif spécifique de traitement des produits phytosanitaires. A noter en plus la présence chronique est souvent à de très fortes concentrations d'un autre métabolite du S-métolachlore (métolachlore NOA), non recherché sur eau brute

Évolution de la qualité vis-à-vis des phytosanitaires

Bien que les campagnes 2017-2021 montrent une évolution défavorable de la qualité de l'eau, il est pour autant compliqué de parler de dégradation pour 2 raisons :

- Une absence de suivi de la qualité de l'eau brute de 2009 à 2016 (sauf 1 prélèvement en 2012), qui devient régulier et renforcé en 2017,
- Un impact extrêmement prépondérant de produits de dégradation d'herbicides (métolachlore ESA et NOA), qui comment seulement à être recherchés depuis 2017.

Les évolutions des laboratoires d'analyses permettent donc d'expliquer largement cette tendance, qu'il conviendra de préciser avec les prochaines campagnes d'analyses.

Parallèlement, on observe une amélioration lente des pollutions anciennes liées à l'atrazine, et à un de ses produits de dégradation, l'atrazine déséthyl.

Synthèse du suivi des nitrates (EB + ED)

Données remarquables sur les nitrates		
	2017-2021	
Nombre total d'analyses	34	
Dont EB	24	
Dont ED	10 (6 sur réservoir, 4 sur réseau)	
Moyenne de la période		30,5 mg/L
Valeur minimale	17/05/2018	23,4 mg/L
Valeur maximale	01/07/2020	37,3 mg/L
Nombre de dépassements	Seuil des 50 mg/L	0
	Valeur guide des 25 mg/L	31

Niveau d'impact actuel des nitrates : modéré

La ressource est impactée de manière non négligeable par rapport au paramètre nitrate, la moyenne observée sur les dernières campagnes autour 30 mg/L laisse apparaître un impact modéré des nitrates sur la qualité des eaux de la Source du Pâquis.

Évolution de la qualité vis-à-vis des nitrates : dégradation

Sur l'ensemble de la chronique, la tendance est à l'augmentation des teneurs en nitrates. Toutefois, et mis en évidence par les tests statistiques du module Hype, une rupture par inversion de tendance sans tendance significative est identifiée début 2020. 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