

# Forage de Frasne-Le-Château



Code SOG  
GR560

Nom du captage  
FORAGE DE FRASNE-LE-  
CHATEAU

Code BSS ancien  
04722X0024/F

Code BSS nouveau  
BSS001FYNA

**2020**

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

# Forage de Frasne-Le-Château

## 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).

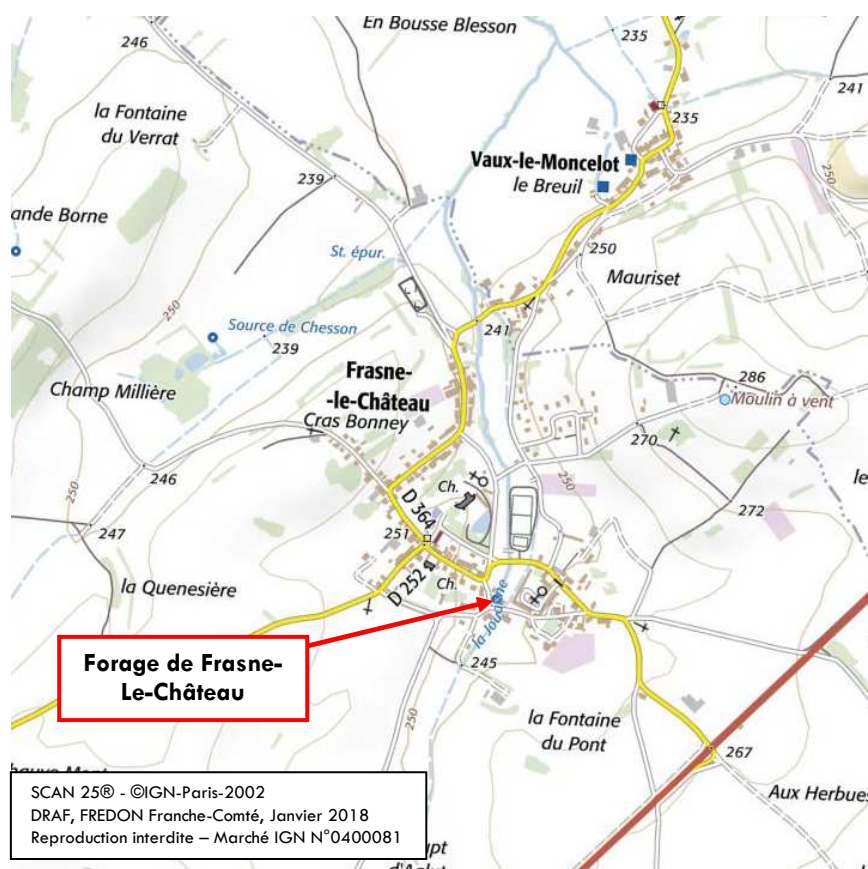
Les données sur les volets eaux brutes et eaux distribuées, acquises parallèlement par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC), par les Agences Régionales de Santé (ARS) et les collectivités gestionnaires, gagnent à être capitalisées, interprétées et mises à profit, pour l'élaboration de bilans 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.

## 2- Localisation et caractéristiques du point de suivi

### Localisation du point de suivi



**Station :** Forage de Frasne-le-Château

**Code BSS ancien :** 04722X0024/F

**Code BSS nouveau :** BSS001FYNA

**Code SOG :** GR560

**Altitude :** 246 m

**Commune :**

70 253 FRASNE-LE-CHATEAU

**Masse d'eau :**

Calcaires jurassiques des plateaux de Haute-Saône - FRDG123

**Entité hydrogéologique (BDLis) :**

Calcaires Du Jurassique Entre Saône Et Ognon

### Informations générales

**Usage :** Alimentation en eau potable

**Environnement :** Milieu rural – Grandes cultures et Polyculture / élevage

**Date d'engagement dans le programme d'action :** 2014

**Sensibilité SDAGE :** Pesticides

**Surface du BAC :** 675 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 2020
- 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         | <b>Non pertinent</b> | 2019             | Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019  |
| Acétochlore OXA         | <b>Non pertinent</b> | 2019             | Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019  |
| Alachlore ESA           | <b>Non pertinent</b> | 2019             | Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019  |
| Alachlore OXA           | <b>Pertinent</b>     | 2019             | Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019  |
| Dimétachlore ESA        | <b>Non pertinent</b> | 2019             | Avis 2018-SA-0134-b du 4 février 2020 |
| Dimétachlore CGA 369873 | <b>Non pertinent</b> | 2020             | Avis 2019-SA-0228 du 15 mars 2019     |
| Flufénacet ESA          | <b>Pertinent</b>     | 2020             | Avis 2018-SA-0134-b du 4 février 2020 |
| Métazachlore ESA        | <b>Non pertinent</b> | 2019             | Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019  |
| Métazachlore OXA        | <b>Non pertinent</b> | 2019             | Avis 2015-SA-0252 du 30 janvier 2019  |
| Métolachlore ESA        | <b>Pertinent</b>     | 2021             | Avis 2019-SA-0129 du 14 janvier 2021  |
| Métolachlore OXA        | <b>Non pertinent</b> | 2021             | Avis 2019-SA-0129 du 14 janvier 2021  |
| Métolachlore NOA        | <b>Pertinent</b>     | 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 concentrations de ces molécules ne seront pas intégrées aux sommes des concentrations pour l'ensemble des résultats.**

Les données de ce rapport 2020 ainsi que celles des campagnes antérieures seront dorénavant interprétées vis-à-vis de ces normes et limites de qualité. De ce fait et 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.

Dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau, les seuils des moyennes annuelles sont de :

- 50 mg/L, pris comme seuil de conformité relatif à la teneur en nitrates de l'eau brute.

Les données de cette étude seront interprétées par rapport à ces normes.

## 5- Difficultés et limites 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 596 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 (flufenacet)
- 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)

**A noter que l'ensemble des données présentées dans ce rapport sont celles qui sont disponibles à la date du 15/06/2021.**

## II- CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE DE LA RESSOURCE

Les données ci-dessous sont issues du rapport d'Antea 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 2017 Février 2018, Rapport n°92011/C*

### Contexte hydrogéologique local

Le forage de Frasne-le-Château exploite les eaux contenues dans les calcaires fracturés du Séquanien (Kimméridgien). Frasne-le-Château est situé dans la zone géographique de la plaine de la Saône, les couches géologiques, calcaires et marnes présentent un pendage faible vers le nord-ouest. Le forage se trouve dans la structure de plaine au cœur d'un bombement dans les couches du jurassique supérieur. La délimitation de l'AAC est déduite de tracés qui ont montré que le karst était bien développé avec des vitesses d'écoulement très rapides (0,7 à 2,2 km/jour).

### Estimation du temps nécessaire au renouvellement de la ressource

|                 |                             |                                 |                         |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Date : 27/03/17 | Degré de confiance : Bon    | Régime de nappe : Moyennes Eaux | Age moyen : 25 à 30 ans |
| Date : 31/07/17 | Degré de confiance : Faible | Régime de nappe : Basses Eaux   | Age moyen : 25 à 30 ans |

*Temps de résidence moyen des eaux : 25 à 30 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 : 1,85 m au forage

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

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

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 SF<sub>6</sub> : on suppose que la nappe est peu profonde et l'amélioration de la qualité de l'eau devrait avoir rapidement des effets.

### III- SUIVI 2020 DES PHYTOSANITAIRES

#### 1- Programme de la campagne 2020

##### 1.1 Organismes préleveurs

Rappel : cette étude fait suite à celle réalisée en 2020 (« Forage de Frasne-Le-Chateau – Suivi des phytosanitaires et des nitrates 2018-2019, compilation des données analytiques historiques », FREDON BFC, 2020).

Pour la campagne 2020, les prélèvements positionnés sont les suivants :

- **4 prélèvements en conditions aléatoires, réalisés par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse**, c'est-à-dire pour lesquels ni la pluviométrie, ni les applications locales de phytosanitaires ne sont prises en compte, tel que le définit le protocole DCE.
- **Des prélèvements en conditions aléatoires, réalisés par l'Agence Régionale Santé** pour la surveillance sanitaire de la ressource, avec **4 prélèvements sur eau distribuée**. Ce réseau de suivi est également intégré dans ce rapport.
- **2 prélèvements en conditions à risque, réalisés par la FREDON-BFC**, c'est-à-dire 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'Etude 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.

Les dates précises de prélèvement dépendent du contexte climatique en relation avec la pluviométrie efficace, mais également de la mise en œuvre effective des traitements phytosanitaires sur le terrain, en coordination notamment avec :

- Les retours de l'animateur régional du Bulletin de Santé du Végétal Grandes Cultures,
- Les retours des actions de la FREDON BFC sur les JEVI.

## 1.2 Protocole d'échantillonnage

Les prélèvements réalisés par les différents producteurs de données, sont effectués selon les recommandations concernant les modalités d'échantillonnage suivantes :

- Directement dans le puits d'eau brute,
- A un robinet d'eau brute dans la station de pompage (piquage sur la conduite d'exhaure),
- Pour les sources, le prélèvement est réalisé au fil de l'eau au plus près de l'émergence, afin d'éviter toute source de perturbation.

*A noter que pour les captages ne fonctionnant pas : il est demandé de mettre en route le pompage pendant 15 à 30 min avant de réaliser le prélèvement.*

Concernant la FREDON BFC, les prélèvements ont été réalisés selon la deuxième option, au niveau d'un robinet d'eau brute dans la station.

Afin de garantir une qualité optimum lors de la phase d'échantillonnage, les prélèvements sont effectués conformément au protocole GREPPES : suite à trois rinçages successifs avec l'eau à prélever du seau de prélèvement, ainsi que du flaconnage fourni par le laboratoire d'analyses.

Les échantillons sont conditionnés dans les glacières, également fournies par le laboratoire. Le renouvellement des plaques eutectiques avant envoi des glacières permet de maintenir les échantillons à une température ne devant pas occasionner de changements physico-chimiques. Les échantillons sont acheminés par transporteur au laboratoire d'analyses dans les 24 h suivant leur réalisation.

## 2- Pluviométrie de la campagne 2020

Le contexte climatique, et particulièrement la pluviométrie, peut influencer les transferts de molécules phytosanitaires vers les eaux de surfaces et les nappes phréatiques ou alluviales. 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.

Les précipitations sont, en 2020, globalement déficitaires par rapport à la normale. Cependant, plus qu'un manque d'eau, cette campagne se caractérise par une distribution très irrégulière des pluies. L'année 2020 a été marquée par des périodes de sécheresse importantes au printemps et durant l'été. Cette année-là, il n'est tombé que peu d'eau de mi-mars à fin avril et de fin juin à fin août.

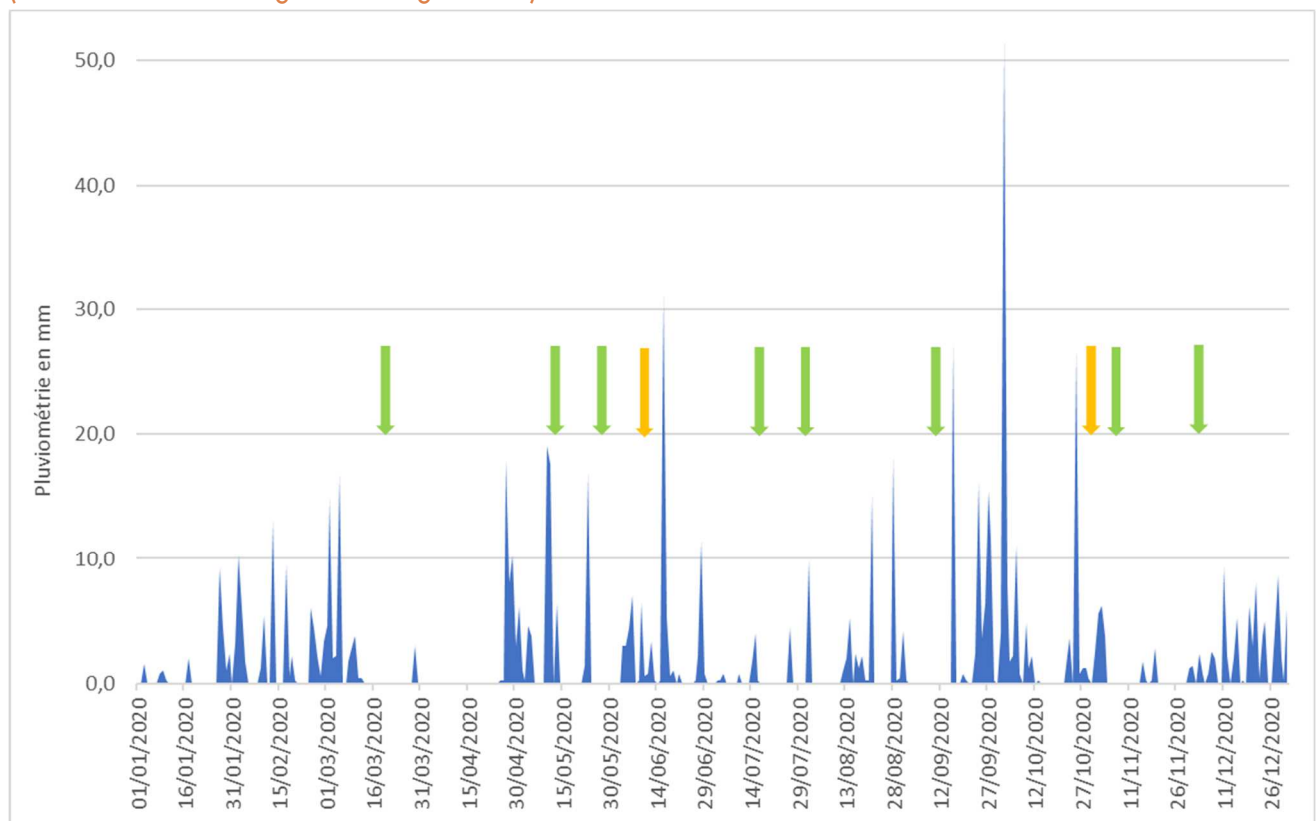
Il faut noter que ces épisodes se sont accompagnés globalement de températures plus élevées que la normale avec un hiver 2019-2020 relativement doux.

Tableau 1 : 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                                         | 19/03/20 | 12/05/20 | 27/05/20 | 10/06/20   | 16/07/20 | 30/07/20 | 10/09/20 | 30/10/20   | 06/11/20 | 03/12/20 |
|-------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|
| Pluviométrie sur la décade précédant le prélèvement (en mm) | 7,4      | 46,2     | 18,2     | 24         | 6,6      | 4,4      | 4,4      | 35,8       | 21       | 2,6      |
| Producteur de données                                       | AERMC    | AERMC    | ARS      | FREDON BFC | ARS      | AERMC    | ARS      | FREDON BFC | AERMC    | ARS      |
| Type d'eau                                                  | EB       | EB       | ED       | EB         | ED       | EB       | ED       | EB         | EB       | ED       |

Graphique 1 : Pluviométrie sur la campagne 2020 – Station météorologique de Chargey-les Gray (70) (Source : Chambre Régionale d'Agriculture)



### 3- Résultats et bilan de la campagne 2020

Nous aborderons dans cette partie uniquement les données relatives à la campagne de prélèvements réalisée en 2020.

Sur cette période, 6 prélèvements ont été réalisés sur eau brute sur le Forage de Frasne-le-Chateau, et 4 prélèvements sur eau distribuée au niveau de l'installation de traitement et de production d'eau des Douins. Notons que 2 prélèvements à risque ont été réalisés au printemps et à l'automne 2020 par la FREDON BFC.

Tableau 2 : Résultats des analyses des phytosanitaires pour le forage de Frasne-Le-Château, l’installation de traitement et de production d’eau des Douins et le réseau – Campagne 2020 (en µg/L) (Source : ARS, AERMC, FREDON BFC)

Prélèvement aléatoire – Prélèvement à risque

| Dates de<br>prélèvements                                                                                                                            | 2,4-MCPA | 2-hydroxy atrazine | AMPA  | Atrazine | Atrazine déséthyl | Boscalid | Chlortoluron | Clopyralide | Cyprosulfamide | Diflufénicanil | Diméthachlore | Diméthachlore ESA (NP) | Diméthachlore OXA | Diméthachlore CGA 369873 (NP) | Diméthénamide/Diméthénamide-P | Ethidimuron | Flufénacét | Flufénacét ESA | Flufénacét OXA | Fluroxypyr | Fluxapyroxade | Glyphosate | Isoxaflutole | Métaldéhyde | Métazachlore ESA (NP) | Métazachlore OXA (NP) | Métolachlore / S-Métolachlore | Métolachlore ESA | Métolachlore OXA (NP)     | Métolachlore NOA | Pendiméthaline | Propyzamide | Somme des<br>concentrations | Somme des<br>concentrations +<br>métabolites non<br>pertinents | Nombre de<br>molécules par<br>prélèvement | EB | ED |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|-------|----------|-------------------|----------|--------------|-------------|----------------|----------------|---------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------------|----------------|------------|---------------|------------|--------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|----------------|-------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|---|
| 19/03/20                                                                                                                                            |          |                    |       |          | 0,013             |          |              |             |                |                |               |                        |                   |                               |                               |             |            |                |                |            |               |            |              |             |                       |                       |                               | 0,08             |                           |                  |                |             | 0,093                       | 0,093                                                          | 2                                         | X  |    |   |
| 12/05/20                                                                                                                                            | 0,184    | 0,025              | 0,057 | 0,006    | 0,012             | 0,088    |              | 0,035       | 0,59           | 0,001          |               |                        | 0,055             |                               |                               |             |            |                |                | 0,06       | 0,032         | 0,135      | 0,116        |             |                       |                       | 1,9                           | 0,463            | 0,134                     |                  | 0,01           | 0,02        | 3,789                       | 3,923                                                          | 19                                        | X  |    |   |
| 27/05/20                                                                                                                                            |          | 0,006              |       |          |                   | 0,011    |              |             |                |                |               | 0,057                  |                   | 0,046                         |                               |             |            |                |                |            |               |            |              |             | 0,554                 | 0,02                  |                               | 0,23             | 0,37                      |                  | 0,061          |             | 0,013                       | 1,245                                                          | 1,368                                     | 10 |    | X |
| 10/06/20                                                                                                                                            |          |                    |       |          |                   |          |              |             |                |                |               |                        |                   |                               | 0,006                         | 0,023       |            |                |                |            |               |            |              |             | 0,023                 | 0,021                 | 0,052                         | 0,138            |                           |                  |                |             | 0,219                       | 0,263                                                          | 6                                         | X  |    |   |
| 16/07/20                                                                                                                                            |          | 0,005              |       |          | 0,006             |          |              |             |                |                | 0,006         | 0,033                  |                   | 0,091                         |                               |             |            |                |                |            |               |            |              |             | 0,038                 | 0,02                  | 0,01                          | 0,024            | 0,2                       | 0,008            |                |             | 0,008                       | 0,287                                                          | 0,449                                     | 12 |    | X |
| 30/07/20                                                                                                                                            |          |                    |       |          | 0,019             |          |              |             |                |                | 0,006         |                        |                   |                               |                               |             |            |                |                |            |               |            |              |             |                       |                       |                               | 0,018            | 0,106                     |                  |                |             |                             | 0,149                                                          | 0,149                                     | 4  | X  |   |
| 10/09/20                                                                                                                                            |          | 0,005              |       |          | 0,006             |          |              |             |                |                | 0,007         | 0,024                  |                   | 0,081                         |                               |             |            |                |                |            |               |            |              |             |                       | 0,02                  | 0,02                          | 0,019            |                           |                  |                |             | 0,005                       | 0,042                                                          | 0,187                                     | 9  |    | X |
| 30/10/20                                                                                                                                            |          |                    |       |          |                   | 0,026    | 0,228        |             |                |                |               | 0,09                   | 0,054             |                               |                               |             |            |                |                |            |               |            |              |             |                       | 0,065                 | 0,074                         |                  | 0,291                     | 0,137            |                |             |                             | 0,599                                                          | 0,965                                     | 8  | X  |   |
| 06/11/20                                                                                                                                            |          |                    |       |          |                   | 0,02     | 0,126        |             |                | 0,003          |               |                        | 0,031             |                               |                               |             | 0,035      |                | 0,014          |            |               |            |              |             | 0,97                  |                       |                               | 0,006            | 0,646                     | 0,278            |                |             |                             | 1,851                                                          | 2,129                                     | 10 | X  |   |
| 03/12/20                                                                                                                                            |          | 0,006              |       |          | 0,006             |          |              |             |                |                |               | 0,027                  |                   | 0,031                         |                               |             | 0,008      | 0,008          |                |            |               |            |              |             | 0,039                 | 0,02                  | 0,01                          | 0,008            | 0,1                       | 0,007            |                |             | 0,007                       | 0,182                                                          | 0,277                                     | 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 |                  |                | 93          | 49                          | 44                                                             |                                           |    |    |   |
| Molécules en rouge : molécule interdite d'utilisation                                                                                               |          |                    |       |          |                   |          |              |             |                |                |               |                        |                   |                               |                               |             |            |                |                |            |               |            |              |             |                       |                       |                               |                  | Diversité moléculaire     |                  |                | 32          | 29                          | 16                                                             |                                           |    |    |   |
| 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.

Tableau 3 : Synthèse des analyses des phytosanitaires pour le Forage de Frasne-Le-Château – Campagne 2020

| Données remarquables sur les phytosanitaires en eau brute et distribuée – Année 2020         |                                                                |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Nombre de prélèvements                                                                       | 4 de l'AERMC /4                                                | 10                         |
|                                                                                              | 2 de la FREDON BFC /2                                          |                            |
|                                                                                              | 4 de l'ARS                                                     |                            |
| Nombre / fréquence de prélèvements contaminés                                                |                                                                | 10 / 100 %                 |
| Nombre de molécules quantifiées                                                              | 28 herbicides dont 13 métabolites                              | 32                         |
|                                                                                              | 2 fongicides                                                   |                            |
|                                                                                              | 1 anti-limace                                                  |                            |
|                                                                                              | 1 phytoprotecteur                                              |                            |
| Somme des concentrations                                                                     | Moyenne                                                        | 0,846 µg/L                 |
|                                                                                              | Maximum                                                        | 3,789 µg/L<br>(12/05/2020) |
|                                                                                              | Minimum                                                        | 0,042 µg/L<br>(10/09/2020) |
| Nombre de traces                                                                             |                                                                | 0                          |
| Quantification                                                                               | Nombre de quantifications                                      | 93                         |
|                                                                                              | Nombre moyen de quantification / prélèvement                   | 9,3<br>(entre 2 et 19)     |
|                                                                                              | Concentration moyenne par quantification<br>(toutes molécules) | 0,105 µg/L                 |
| Nombre / fréquence des dépassements des limites de qualité (DCE sur EB et sanitaires sur ED) |                                                                | 7 / 70 %                   |

### Profil de la somme des concentrations

La somme des concentrations varie de 0,042 µg/l (faible) à 3,789 µg/L (très élevée) tout au long de la chronique. Les plus fortes valeurs (> 0,5 µg/L) sont enregistrées à la fin du printemps et à la fin de l'automne. Dans la plupart des cas, les fortes valeurs de la somme des concentrations sont en plus associées à une pluviométrie importantes en amont du prélèvement, que ce soit sur la décade où sur une période plus longue. La pluviométrie et le contexte des applications phytosanitaires sur le terrain jouent donc un rôle prépondérant dans la contamination retrouvée.

### Répartition temporelle des détections et quantifications des molécules

La répartition des quantifications n'est pas homogène durant la campagne et suit globalement les évolutions de la somme des concentrations : les prélèvements présentant les sommes les plus importantes montrent également les plus grands nombres de quantifications. Le maximum est atteint mi-mai sur eau brute avec 19 quantifications sur le prélèvement.

### Molécules quantifiées

Le nombre de molécules retrouvées est très important, avec 32 molécules pour 10 prélèvements.

Comme déjà identifié sur les précédentes campagnes de suivi de 2017 à 2019, les molécules les plus problématiques sur cette ressource sont essentiellement les herbicides de type chloroacétamides/oxyacétamides et leurs métabolites, puisqu'en 2020, 14 des 32 molécules quantifiées sont des substances ou des produits de dégradation de ces familles (**dimétachlore, dimétachlore ESA, OXA et CGA369873, diméthénamide, flufénacet, flufénacet ESA et OXA, métazachlore ESA et OXA,**

**métolachlore, métolachlore ESA, OXA et NOA**). Les concentrations sont faibles à très élevées (métolachlore et métolachlore ESA essentiellement). Certaines de ces molécules apparaissent de manière chronique sur la ressource (taux de quantification allant de 10 à 90% pour le métolachlore ESA).

Présents moins régulièrement mais avec de très fortes concentrations, on citera aussi le **2,4-mcpa**, l'**isaxaflutole** et son synergiste (**cyprosulfamide**), le **glyphosate**, le **chlortoluron** et la **propyzamide**.

Le molluscide **métaldéhyde** est également retrouvé avec de fortes concentrations, supérieure à 0,1 µg/L, au printemps ainsi qu'à l'automne.

Il y a 17 dépassements des seuils par molécule pris en référence (0,1 µg/L ou 0,9 µg/L pour les métabolites non pertinents), soit 18% des quantifications.

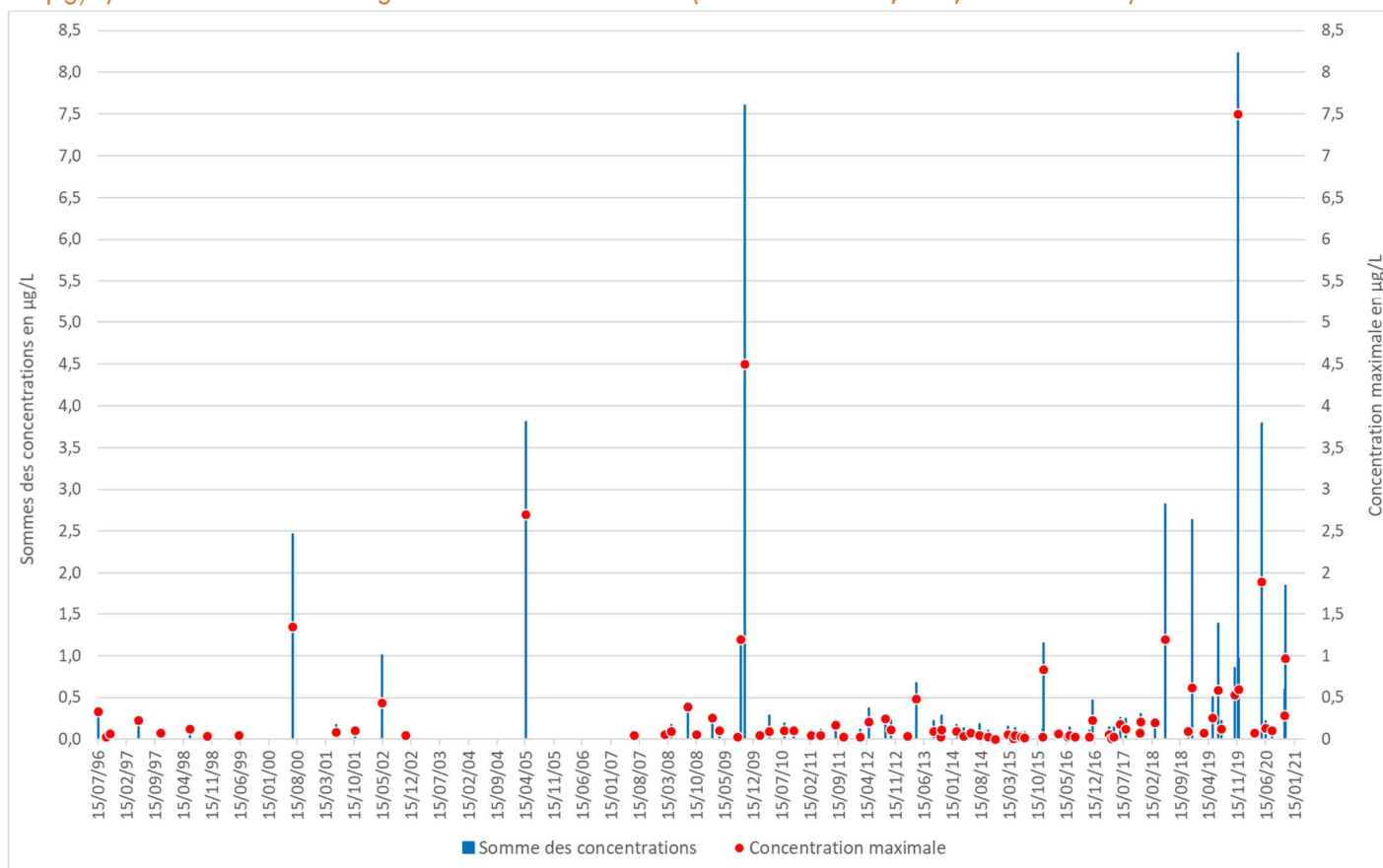
Le métolachlore ESA est particulièrement concerné avec 7 de ses 9 quantifications en dépassement.

## IV- SUIVI DES PHYTOSANITAIRES

### 1- Eau brute

L'ensemble des données disponibles depuis 1996 figure dans le graphique suivant. Elles regroupent les 85 analyses réalisées. Pour des raisons de lisibilité, le tableau de données brutes est présenté en annexe.

Graphique 2 : Somme des concentrations et concentration maximale par prélèvement sur eau brute (en µg/L) – 1996-2020 – Forage de Frasne-Le-Château (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



#### Profil de la somme des concentrations

La somme des concentrations est très variable d'un prélèvement à l'autre. Jusqu'à la campagne 2017, elle restait globalement inférieure à 0,5 µg/L, seuil réglementaire pris en référence (la moyenne sur la chronique est de 0,61 µg/L) et seul 7 prélèvements présentaient une somme des concentrations supérieure à ce seuil : juillet 2000, mai 2002, avril 2005, septembre et octobre 2009, avril 2013 et novembre 2015. Sur les trois dernières campagnes (2018-2020), plus de la moitié des prélèvements dépassent ce seuil (10 sur 17).

Sur les 85 prélèvements, un seul échantillon présente une somme des concentrations nulle (uniquement des détections) : le prélèvement du 27/11/2014.

Dans la plupart des prélèvements, une seule molécule représente au moins la moitié de la somme des concentrations, ce qui explique le nombre non négligeable de molécules présentant au moins un dépassement du seuil pris en référence de 0,1 µg/L ou 0,9 µg/L pour les métabolites non pertinents (29 molécules différentes sont concernées).

*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 a été réalisé selon cette méthodologie.*

Tableau 4 : Qualification des résultats d'analyse de la chronique sur eau brute par année – 1996 à 2020 – Forage de Frasne-Le-Château (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)

| Année       | Nombre de prélèvements | Nombre de molécules quantifiées | Fréquence de prélèvements contaminés (%) | Approche par molécule         |                                                                                                                                                                                                     |                                                                  | Approche par somme des concentrations                    |                                                 |                                                                   |                                       |
|-------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|             |                        |                                 |                                          | Concentration maximale (µg/L) | Nombre de prélèvements avec dépassement des seuils pris en référence : 0,1 µg/L ou 0,9 µg/L pour les métabolites non pertinents                                                                     | Fréquence de prélèvements en dépassement des seuils de référence | Somme maximale des concentrations par prélèvement (µg/L) | Nombre de dépassements du seuil DCE de 0,5 µg/l | Fréquence de prélèvements en dépassement du seuil DCE de 0,5 µg/L | Concentration cumulée annuelle (µg/L) |
| <b>1996</b> | 3                      | 1                               | 100%                                     | 0,34                          | 1<br>Atrazine                                                                                                                                                                                       | 33%                                                              | 0,34                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,44                                  |
| <b>1997</b> | 2                      | 1                               | 100%                                     | 0,23                          | 1<br>Atrazine                                                                                                                                                                                       | 50%                                                              | 0,23                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,31                                  |
| <b>1998</b> | 2                      | 1                               | 100%                                     | 0,132                         | 1<br>Atrazine                                                                                                                                                                                       | 50%                                                              | 0,132                                                    | 0                                               | 0%                                                                | 0,175                                 |
| <b>1999</b> | 1                      | 1                               | 100%                                     | 0,05                          | 0                                                                                                                                                                                                   | 0%                                                               | 0,05                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,05                                  |
| <b>2000</b> | 1                      | 4                               | 100%                                     | 1,35                          | 1<br>Atrazine<br>Atrazine déisopropyl<br>Atrazine déséthyl<br>Métolachlore                                                                                                                          | 100%                                                             | 2,47                                                     | 1                                               | 100%                                                              | 2,47                                  |
| <b>2001</b> | 2                      | 3                               | 100%                                     | 0,11                          | 1<br>Atrazine déséthyl                                                                                                                                                                              | 50%                                                              | 0,17                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,33                                  |
| <b>2002</b> | 2                      | 6                               | 100%                                     | 0,441                         | 1<br>Atrazine<br>Carbendazime<br>Métazachlore                                                                                                                                                       | 50%                                                              | 1,011                                                    | 1                                               | 50%                                                               | 1,101                                 |
| <b>2005</b> | 1                      | 4                               | 100%                                     | 2,7                           | 1<br>2,4-MCPA<br>Chlortoluron<br>Isoproturon                                                                                                                                                        | 100%                                                             | 3,81                                                     | 1                                               | 100%                                                              | 3,81                                  |
| <b>2007</b> | 1                      | 1                               | 100%                                     | 0,05                          | 0                                                                                                                                                                                                   | 0%                                                               | 0,05                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,05                                  |
| <b>2008</b> | 4                      | 6                               | 100%                                     | 0,39                          | 1<br>Métolachlore / S-métolachlore                                                                                                                                                                  | 25%                                                              | 0,44                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,77                                  |
| <b>2009</b> | 5                      | 9                               | 100%                                     | 4,5                           | 4<br>Chlortoluron<br>Atrazine déisopropyl déséthyl<br>Dimétachlore<br>Clomazone<br>Flazasulfuron<br>Napropamide                                                                                     | 80%                                                              | 7,61                                                     | 2                                               | 40%                                                               | 9,24                                  |
| <b>2010</b> | 4                      | 5                               | 100%                                     | 0,11                          | 2<br>Atrazine déisopropyl déséthyl                                                                                                                                                                  | 50%                                                              | 0,29                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,7                                   |
| <b>2011</b> | 5                      | 8                               | 100%                                     | 0,17                          | 1<br>Bentazone                                                                                                                                                                                      | 20%                                                              | 0,23                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,55                                  |
| <b>2012</b> | 4                      | 13                              | 100%                                     | 0,246                         | 3<br>Bentazone<br>AMPA<br>Métazachlore                                                                                                                                                              | 75%                                                              | 0,37                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,986                                 |
| <b>2013</b> | 5                      | 15                              | 100%                                     | 0,49                          | 2<br>Chlortoluron<br>Dichlorprop                                                                                                                                                                    | 40%                                                              | 0,68                                                     | 1                                               | 20%                                                               | 1,33                                  |
| <b>2014</b> | 6                      | 15                              | 83%                                      | 0,1                           | 0                                                                                                                                                                                                   | 0%                                                               | 0,18                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,68                                  |
| <b>2015</b> | 7                      | 18                              | 100%                                     | 0,834                         | 1<br>Chlortoluron                                                                                                                                                                                   | 14%                                                              | 1,15                                                     | 1                                               | 14%                                                               | 1,774                                 |
| <b>2016</b> | 6                      | 18                              | 100%                                     | 0,23                          | 1<br>Propyzamide                                                                                                                                                                                    | 17%                                                              | 0,47                                                     | 0                                               | 0%                                                                | 0,978                                 |
| <b>2017</b> | 7                      | 18                              | 100%                                     | 0,214                         | 3<br>Métolachlore ESA                                                                                                                                                                               | 43%                                                              | 0,304                                                    | 0                                               | 0%                                                                | 1,341                                 |
| <b>2018</b> | 4                      | 29                              | 100%                                     | 1,2                           | 3<br>Chlortoluron<br>Cyprosulfamide<br>Dicamba<br>Dimétachlore OXA<br>Flufénacet ESA<br>Mésotrione<br>Métaldéhyde<br>Métolachlore ESA<br>Métolachlore/S-Métolachlore<br>Prochloraze<br>Tébuconazole | 75%                                                              | 2,824                                                    | 2                                               | 50%                                                               | 5,821                                 |
| <b>2019</b> | 7                      | 36                              | 100%                                     | 7,5                           | 6<br>Bentazone<br>Dimétachlore OXA<br>Métolachlore ESA<br>Propyzamide                                                                                                                               | 86%                                                              | 8,2305                                                   | 5                                               | 71%                                                               | 12,2655                               |
| <b>2020</b> | 6                      | 29                              | 100%                                     | 1,9                           | 5<br>2,4-MCPA<br>Chlortoluron<br>Cyprosulfamide<br>Glyphosate<br>Isoxaflutole<br>Métaldéhyde<br>Métolachlore<br>Métolachlore ESA                                                                    | 83%                                                              | 3,789                                                    | 3                                               | 50%                                                               | 6,7                                   |

Tableau 5 : Synthèse des analyses des phytosanitaires sur eau brute pour le forage de Frasne-Le-Château – 1996 à 2020

| Données remarquables sur les phytosanitaires en eau brute – 1996 à 2020 (22 années suivies) |                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Nombre de prélèvements                                                                      | 50 de l'AERMC                     | 85        |
|                                                                                             | 14 de la FREDON BFC               |           |
|                                                                                             | 21 de l'ARS                       |           |
| Nombre / fréquence de prélèvements contaminés                                               |                                   | 84 / 99 % |
| Nombre de molécules quantifiées                                                             | 63 herbicides dont 20 métabolites | 81        |
|                                                                                             | 11 fongicides                     |           |
|                                                                                             | 3 insecticides                    |           |
|                                                                                             | 1 régulateur de croissance        |           |
|                                                                                             | 1 phytoprotecteur                 |           |
|                                                                                             | 2 molluscides                     |           |

#### Répartition temporelle des prélèvements

Depuis 1996, le nombre de prélèvements évolue globalement à la hausse : compris entre 1 et 3 jusqu'en 2007, il monte de 4 jusqu'à 7 de 2008 à 2020. On précisera qu'il existe des années blanches en termes de suivi analytique : 2003, 2004 et 2006. De plus des prélèvements ciblés sont réalisés depuis 2014. Cette multiplication des prélèvements favorise la mise en évidence d'une contamination des eaux brutes du forage.

#### Répartition temporelle des détections et quantifications des molécules

Le nombre de quantifications par campagne analytique, en lien avec les progrès technologiques des laboratoires et la multiplication du nombre de prélèvements et donc le risque de retrouver des molécules, augmente tout au long de la chronique. Il est en moyenne de 2 quantifications par prélèvement de 1996 à 2007 : avec un minimum de 1 quantification par prélèvement, et un maximum de 5 (mai 2002).

De 2008 à 2015, le nombre de quantifications double avec une moyenne de 3,8 quantifications par prélèvements : toujours avec un minimum de 1 quantification par prélèvement, et jusqu'à 10 pour le mois d'octobre 2013. Sur la période récente, 2017-2020 ce paramètre plus que double encore avec une moyenne de 9,1 molécules par prélèvements : de 2 à 19 molécules peuvent être quantifiées.

Les détections ne s'enregistrent qu'à partir de 2008 et ce jusqu'en 2017, le nombre restant variable d'un prélèvement à l'autre, et d'une campagne à l'autre. De 2008 à 2017, celui-ci s'établit en moyenne à un peu plus de 2 détections par prélèvement.

## 2- Eau distribuée

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

- de l'installation de traitement et de production du Syndicat des Douins, maître d'ouvrage de la ressource et qui correspond à la station,
- des unités de distribution de Frasne-Le-Château et Mont-Les-Etrelles, regroupées sous le nom de réseau.

Selon les données fournies par l'ARS, l'eau distribuée (réseau et station) est entièrement alimentée par le Forage de Frasne-Le-Château.

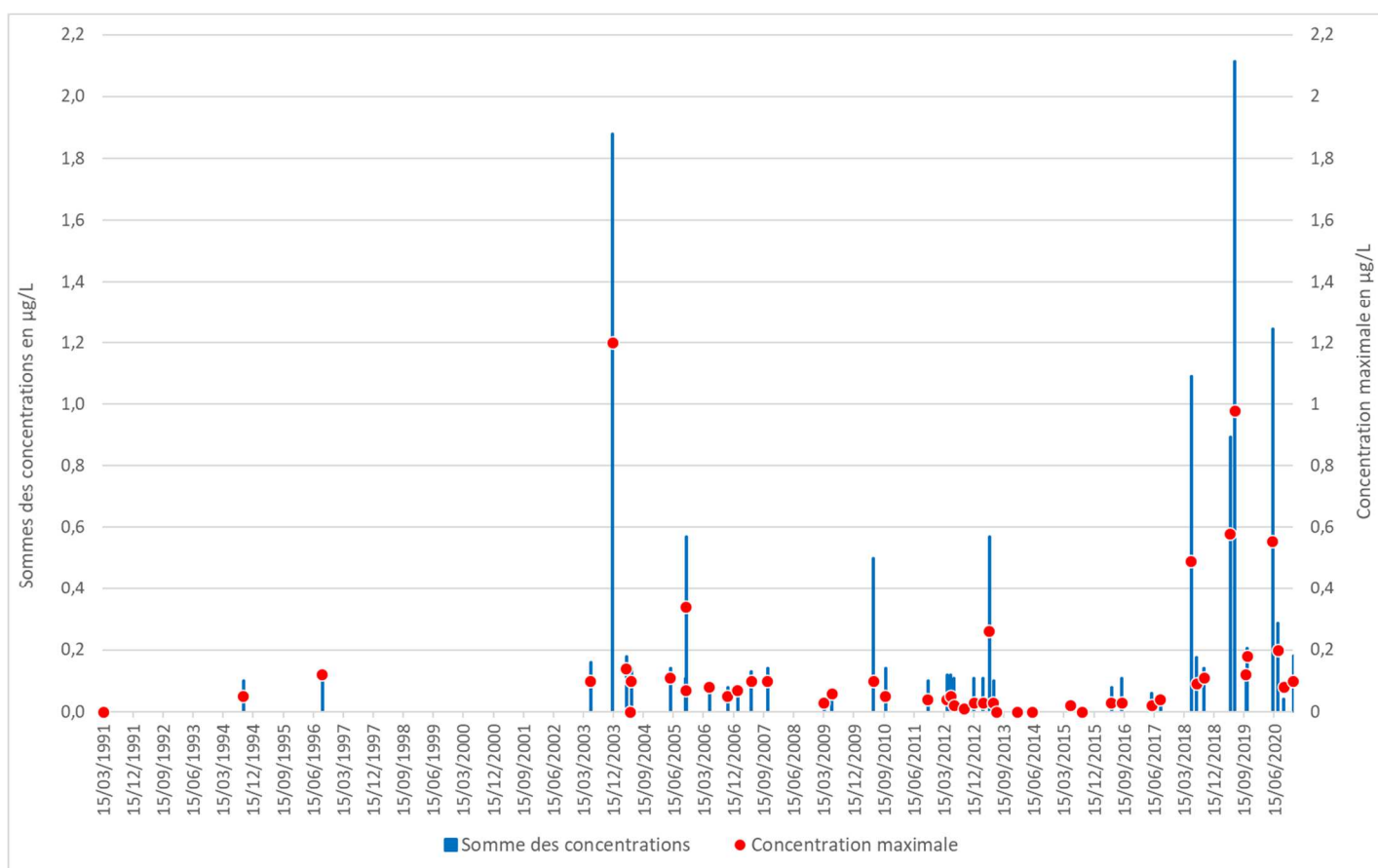
### Traitement de potabilisation

La potabilisation des eaux comporte une désinfection dans le cas général, par chloration. Toutefois en amont, une filtration sur membranes et un traitement au charbon actif, traitement spécifique pour les substances phytosanitaires, existent. La mise en service de ces traitements est effective depuis juin 2013.

Il y devrait donc avoir un abattement spécifique sur les phytosanitaires recensés depuis cette date.

Les résultats analytiques figurent dans le tableau, page suivante.

Graphique 3 : Somme des concentrations et concentration maximale par prélèvement sur eau distribuée (en µg/L) – 1991-2020 – Forage de Frasne-Le-Château (Source : ARS)



**Profil de la somme des concentrations**

La somme des concentrations est très variable d'un prélèvement à l'autre mais reste globalement inférieure à 0,2 µg/L jusqu'en 2017. Seuls 5 prélèvements sont indemnes de contamination par les phytosanitaires, et 4 dépassent les 0,5 µg/L : décembre 2003, octobre 2005, juin 2010 et mai 2013. On observe clairement un abattement des sommes de concentrations à partir de l'été 2013. Cependant celui-ci ne dure pas et une forte augmentation des sommes de concentrations est observée sur les trois dernières campagnes de suivi 2018-2020. Ce constat est à mettre en lien avec la quantification de molécules à fortes concentrations et en grand nombre (métabolites de chloroacétamides, bentazone, métaldéhyde – voir tableau-8, pages suivantes).

Jusqu'en 2009 et depuis 2018, la somme des concentrations s'explique au moins pour moitié par la forte concentration d'une molécule. Ce n'est plus réellement le cas de 2010 à 2017, où la valeur de la somme des concentrations varie plus en fonction du nombre de quantifications.

*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 a été réalisé selon cette méthodologie.*

Tableau 6 : Résultats des analyses des phytosanitaires (en µg/L) en eau distribuée pour le Forage de Frasn-Le-Château – 1991 à 2020 (Source : ARS)

[illegible]

Tableau 7 : Qualification des résultats d'analyse de la chronique sur eau distribuée par année – 1991 à 2020 – Forage de Frasne-Le-Château (Source : ARS)

| Année | Nombre de prélèvements | Nombre de molécules quantifiées | Fréquence de prélèvements contaminés (%) | Approche par molécule         |                                                                                                                                 |                                                                  | Approche par somme des concentrations                    |                                                      |                                                                         |                                       |
|-------|------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|       |                        |                                 |                                          | Concentration maximale (µg/L) | Nombre de prélèvements avec dépassement des seuils pris en référence : 0,1 µg/L ou 0,9 µg/L pour les métabolites non pertinents | Fréquence de prélèvements en dépassement des seuils de référence | Somme maximale des concentrations par prélèvement (µg/L) | Nombre de dépassement du seuil sanitaire de 0,5 µg/l | Fréquence de prélèvements en dépassement du seuil sanitaire de 0,5 µg/L | Concentration cumulée annuelle (µg/L) |
| 1991  | 1                      | 0                               | 0%                                       | < LQ                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | < LQ                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | < LQ                                  |
| 1994  | 1                      | 2                               | 100%                                     | 0,05                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,1                                                      | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,1                                   |
| 1996  | 1                      | 1                               | 100%                                     | 0,12                          | 1<br>Atrazine                                                                                                                   | 100%                                                             | 0,12                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,12                                  |
| 2003  | 2                      | 4                               | 100%                                     | 1,2                           | 1<br>Chlortoluron<br>Glyphosate                                                                                                 | 50%                                                              | 1,88                                                     | 1                                                    | 50%                                                                     | 2,04                                  |
| 2004  | 3                      | 2                               | 66%                                      | 0,14                          | 1<br>Atrazine déséthyl                                                                                                          | 33%                                                              | 0,18                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,32                                  |
| 2005  | 3                      | 4                               | 100%                                     | 0,34                          | 2<br>Atrazine déséthyl<br>Diuron                                                                                                | 66%                                                              | 0,57                                                     | 1                                                    | 33%                                                                     | 0,82                                  |
| 2006  | 2                      | 2                               | 100%                                     | 0,08                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,08                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,16                                  |
| 2007  | 3                      | 2                               | 100%                                     | 0,1                           | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,14                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,34                                  |
| 2009  | 2                      | 1                               | 100%                                     | 0,06                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,06                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,09                                  |
| 2010  | 2                      | 17                              | 100%                                     | 0,1                           | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,5                                                      | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,64                                  |
| 2011  | 1                      | 7                               | 100%                                     | 0,04                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,1                                                      | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,1                                   |
| 2012  | 5                      | 16                              | 100%                                     | 0,05                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,12                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,48                                  |
| 2013  | 4                      | 16                              | 100%                                     | 0,26                          | 1<br>Dichlorprop<br>Dimétachlore                                                                                                | 25%                                                              | 0,57                                                     | 1                                                    | 25%                                                                     | 0,78                                  |
| 2014  | 2                      | 0                               | 0%                                       | < LQ                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | < LQ                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | < LQ                                  |
| 2015  | 2                      | 1                               | 50%                                      | 0,02                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,02                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,02                                  |
| 2016  | 2                      | 9                               | 100%                                     | 0,03                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,11                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,19                                  |
| 2017  | 2                      | 6                               | 100%                                     | 0,04                          | 0                                                                                                                               | 0%                                                               | 0,06                                                     | 0                                                    | 0%                                                                      | 0,11                                  |
| 2018  | 3                      | 14                              | 100%                                     | 0,49                          | 2<br>Métolachlore ESA<br>Métolachlore NOA                                                                                       | 66%                                                              | 1,09                                                     | 1                                                    | 33%                                                                     | 1,408                                 |
| 2019  | 4                      | 19                              | 100%                                     | 0,98                          | 4<br>Bentazone<br>Métaldéhyde<br>Métolachlore ESA<br>Métolachlore/S-<br>Métolachlore                                            | 100%                                                             | 2,114                                                    | 2                                                    | 50%                                                                     | 3,34                                  |
| 2020  | 4                      | 16                              | 100%                                     | 0,554                         | 2<br>Métaldéhyde<br>Métolachlore ESA<br>Métolachlore/S-<br>Métolachlore                                                         | 50%                                                              | 1,245                                                    | 1                                                    | 25%                                                                     | 1,756                                 |

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.

Tableau 8 : Synthèse des analyses des phytosanitaires sur eau distribuée pour le Forage de Frasne-Le-Château – 1991 à 2020

| Données remarquables sur les phytosanitaires en eau distribuée – 1991 à 2020 (20 années suivies) |                                   |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Nombre de prélèvements                                                                           | ARS                               | 49        |
| Nombre / fréquence de prélèvements contaminés                                                    |                                   | 43 / 88 % |
| Nombre de molécules quantifiées                                                                  | 42 herbicides dont 14 métabolites | 52        |
|                                                                                                  | 6 fongicides                      |           |
|                                                                                                  | 2 insecticides                    |           |
|                                                                                                  | 1 molluscide                      |           |
|                                                                                                  | 1 nématocide                      |           |

### Répartition temporelle des prélèvements

Ce nombre est très variable suivant les campagnes de suivi. Depuis 1991, le nombre de prélèvements varie de 1 à 3 par an, et ce jusqu'en 2011. En 2012, 5 prélèvements ont été réalisés. Depuis 2013, ce sont 2 à 4 analyses annuelles qui sont réalisées.

Le suivi analytique dans les années 90 reste très peu important et plutôt sporadique, avec un grand nombre d'années blanches (sans suivi analytique) entre 1996 et 2003. A partir de 2003, le suivi devient régulier pour les eaux distribuées (manque seulement 2008).

On observe que les fortes valeurs de la somme de concentrations par prélèvement enregistrées ne correspondent pas forcément à des campagnes où le plus de prélèvements ont été réalisés.

### Répartition temporelle des détections et quantifications des molécules

Comme en eau brute on observe un nombre de quantifications faible à modéré du démarrage du suivi analytique jusqu'en 2009 : en moyenne moins de 2 molécules sont quantifiées par prélèvement (minimum 0 – maximum 3). A partir de 2010, cet indicateur augmente pour passer à presque 7 quantifications en moyenne par prélèvement (minimum de 0 en 2014 – maximum de 15 mai 2013 et juin 2019). Pour rappel le même phénomène a été observé en eau brute (à partir de l'année 2008).

On précisera également qu'on enregistre en moyenne 10 molécules par prélèvement sur les trois dernières campagnes (2018-2020), augmentation notable de la contamination des eaux distribuées, malgré un dispositif de traitement au charbon actif. Ce constat est à mettre pour partie en lien avec les progrès technologiques des laboratoires et notamment le plus grand nombre de molécules recherchées et l'abaissement des seuils de quantifications de ces mêmes molécules. Aucune détection n'est identifiée dans les données en eaux distribuées.

## 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 du Forage de Frasne-Le-Château sont détaillés dans le tableau page suivante. Deux colonnes du tableau précisent si la molécule a été retrouvée en eau brute (EB) ou en eau distribuée (ED).

Tableau 9 : Usages potentiels des molécules retrouvées au Forage de Frasne-Le-Château (EB), sur la station du Syndicat des Douins et le réseau à Frasne-Le-Château et Mont-Les-Etrelles (ED)

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

| Usage       | Substances actives ou métabolites | Usages potentiels de la substance active                                                                                                              | EB | ED | Contamination historique (avant 2017) | Contamination actuelle (2017/2020) |
|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---------------------------------------|------------------------------------|
| Herbicide   | 2,4-D                             | Désherbage de post-levée des céréales et des gazons de graminées, débroussaillant                                                                     | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | 2,4-MCPA                          | Herbicide sélectif des graminées (gazons et céréales) – prairies et potentiellement JEVl                                                              | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | 2,6-Dichlorobenzamide             | Métabolite du dichlobénil, herbicide vigne et JEVl ( <b>interdit depuis 2010</b> )                                                                    | X  |    | X                                     | X                                  |
|             | 2-hydroxy atrazine                | Métabolite de l'atrazine (auparavant principalement utilisé en désherbage du maïs) ( <b>interdit depuis 2003</b> )                                    | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | AMPA                              | Métabolite du glyphosate (herbicide employé dans le cadre des traitements généraux de désherbage)                                                     | X  |    | X                                     | X                                  |
|             | Atrazine                          | Herbicide auparavant principalement utilisé en désherbage du maïs ( <b>interdit depuis 2003</b> ) - JEVl (dont SNCF, routes) ( <b>jusqu'en 1997</b> ) | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Atrazine déisopropyl              | Métabolite de l'atrazine (auparavant principalement utilisé en désherbage du maïs) ( <b>interdit depuis 2003</b> )                                    | X  | X  | X                                     |                                    |
|             | Atrazine déisopropyl déséthyl     | Métabolite de l'atrazine (auparavant principalement utilisé en désherbage du maïs) ( <b>interdit depuis 2003</b> )                                    | X  |    | X                                     | X                                  |
|             | Atrazine déséthyl                 | Métabolite de l'atrazine (auparavant principalement utilisé en désherbage du maïs) ( <b>interdit depuis 2003</b> )                                    | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Benoxacor                         | Désherbage des cultures de maïs                                                                                                                       | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Bentazone                         | Désherbage des céréales, du maïs et du soja                                                                                                           | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Carbétamide                       | Désherbage des arbres et arbustes d'ornement, rosiers, culture fruitière et JEVl / colza et tournesol                                                 | X  | X  | X                                     |                                    |
|             | Chlortoluron                      | Désherbage des céréales d'hiver et printemps (blé / orge / porte graine)                                                                              | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Clomazone                         | Désherbage du colza, féveroles, pois et cultures légumières                                                                                           | X  |    | X                                     | X                                  |
|             | Clopyralid                        | Désherbage des céréales, colza, maïs, betterave, prairie, gazons de graminées, PPAM et forêt                                                          | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Dalapon                           | Désherbage de nombreuses cultures et JEVl - <b>interdit depuis 1999</b>                                                                               | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Dicamba                           | Désherbage sélectif (grandes cultures et JEVl)                                                                                                        | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Dichlorprop / Dichlorprop-p       | Désherbage sélectif des céréales (et JEVl) ( <b>Dichlorprop interdit depuis 2003</b> )                                                                | X  | X  | X                                     |                                    |
|             | Diflufénicanil                    | Herbicide sélectif des graminées, utilisé en association sur céréales maïs aussi dans les JEVl                                                        | X  |    | X                                     | X                                  |
|             | Dimétachlore                      | Désherbage colza (et chanvre)                                                                                                                         | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Dimétachlore ESA                  | Métabolite du dimétachlore                                                                                                                            | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Dimétachlore OXA                  | Métabolite du dimétachlore                                                                                                                            | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Dimétachlore CGA 369873           | Métabolite du dimétachlore                                                                                                                            | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Diméthénamide / Diméthénamide-p   | Désherbage du maïs, tournesol, colza et betterave ( <b>Diméthénamide interdit depuis 2008</b> )                                                       | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Diméthénamide ESA                 | Métabolite du diméthénamide                                                                                                                           | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Diméthénamide OXA                 | Métabolite du diméthénamide                                                                                                                           | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Diuron                            | Désherbage vignes et JEVl ( <b>interdit depuis 2008</b> )                                                                                             |    | X  | X                                     |                                    |
|             | Ethidimuron                       | Herbicide employé dans le cadre des traitements généraux de désherbage ( <b>interdit depuis 2003</b> )                                                | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Flazasulfuron                     | Désherbage de la vigne et des JEVl                                                                                                                    | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Florasulam                        | Désherbage des grandes cultures (céréales) et des gazons de graminée                                                                                  |    | X  | X                                     |                                    |
|             | Flufénacet ou Thiaflumide         | Désherbage des céréales et maïs                                                                                                                       | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Flufénacet ESA                    | Métabolite du flufénacet                                                                                                                              | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Flufénacet OXA                    | Métabolite du flufénacet                                                                                                                              | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Fluroxypyr                        | Désherbage des grandes cultures, oignon, pommier                                                                                                      | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Flurtamone                        | Désherbage des céréales (interdit depuis fin 2019)                                                                                                    | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Glyphosate                        | Herbicide employé dans le cadre des traitements généraux de désherbage                                                                                | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Imazamox                          | Désherbage des grandes cultures notamment colza, tournesol, féveroles, pois                                                                           | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Iodosulfuron-méthyl               | Désherbage des céréales (blé)                                                                                                                         | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Isoproturon                       | Désherbage des céréales ( <b>interdit depuis octobre 2017</b> )                                                                                       | X  |    | X                                     | X                                  |
|             | Isoxaflutole                      | Désherbage des cultures de maïs                                                                                                                       | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Linuron                           | Désherbage des céréales, maïs, soja, tournesol, légumes ( <b>interdit en juin 2018</b> )                                                              | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Mécoprop                          | Désherbage sélectif des céréales et gazons de graminées                                                                                               |    | X  | X                                     |                                    |
|             | Mesosulfuron methyl               | Désherbage des céréales                                                                                                                               | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Mésotrione                        | Désherbage du maïs et du colza                                                                                                                        | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Métazachlore                      | Désherbage du colza et du tournesol                                                                                                                   | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Métazachlore ESA                  | Métabolite du métazachlore                                                                                                                            | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Métazachlore OXA                  | Métabolite du métazachlore                                                                                                                            | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Métolachlore ESA                  | Métabolite du Métolachlore et du S-Métolachlore                                                                                                       | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Métolachlore OXA                  | Métabolite du Métolachlore et du S-Métolachlore                                                                                                       | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Métolachlore NOA                  | Métabolite du Métolachlore et du S-Métolachlore                                                                                                       | X  | X  |                                       | X                                  |
|             | Métolachlore / S-Métolachlore     | Désherbage maïs, tournesol et betterave ( <b>R-Métolachlore interdit depuis 2003</b> ; S-Métolachlore d'usage autorisé)                               | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Metsulfuron méthyl                | Désherbage céréales hiver et printemps / Pairie / Régulateur de croissance / JEVl (gazons)                                                            |    | X  | X                                     |                                    |
|             | Napropamide                       | Désherbage du colza et de la vigne                                                                                                                    | X  |    | X                                     | X                                  |
|             | Nicosulfuron                      | Désherbage du maïs                                                                                                                                    | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Pendiméthaline                    | Désherbage de nombreuses cultures : grandes cultures, fruitiers, légumes, ornement et vigne                                                           | X  |    | X                                     | X                                  |
|             | Propyzamide                       | Désherbage de grandes cultures (notamment colza), arbres fruitiers, vigne, cultures légumières, ...                                                   | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Prosulfocarbe                     | Désherbage des céréales d'hiver et cultures légumières                                                                                                | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Prosulfuron                       | Désherbage maïs                                                                                                                                       | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Quinmérac                         | Désherbage du colza et du tournesol                                                                                                                   | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Simazine                          | Désherbage du maïs principalement - Vigne - JEVl ( <b>totalemt interdit depuis 2001</b> )                                                             | X  | X  | X                                     |                                    |
|             | Simazine-hydroxy                  | Métabolite de la simazine                                                                                                                             | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Sulcotrione                       | Désherbage du maïs, lin, miscanthus, ray-grass                                                                                                        | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Terbuthylazine                    | Historiquement désherbage vigne principalement et JEVl ( <b>interdite depuis 2004</b> ) - Autorisée en 2017 uniquement sur maïs (grain et fourrage)   | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Terbuthylazine hydroxy            | Métabolite de la terbuthylazine                                                                                                                       | X  | X  | X                                     |                                    |
|             | Triclopyr                         | Débroussaillage des prairies, sylviculture, JEVl                                                                                                      | X  | X  | X                                     |                                    |
| Fongicide   | Boscalid                          | Fongicide sur cultures des céréales, du colza, du lin et de la vigne                                                                                  | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Carbendazime                      | Fongicide employé sur céréales et colza ( <b>interdit depuis 2009</b> )                                                                               | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Cyproconazole                     | Fongicide sur grandes cultures pour traiter la rouille et l'oïdium                                                                                    |    | X  | X                                     |                                    |
|             | Cyprodinil                        | Principalement employé pour la lutte contre le piétin-verse et l'oïdium sur céréales (tavelure du poirier)                                            | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Epoxiconazole                     | Lutte contre l'oïdium et la rouille sur grandes cultures                                                                                              | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Fluquinconazole                   | Fongicide utilisé sur le blé                                                                                                                          | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Fluxapyroxade                     | Fongicide utilisé pour le traitement de l'oïdium sur les céréales à paille et la vigne                                                                | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Imazalile                         | Fongicide employé sur pommes de terre                                                                                                                 | X  | X  | X                                     |                                    |
|             | Prochloraze                       | Lutte contre les champignons pathogènes des céréales                                                                                                  | X  |    |                                       | X                                  |
|             | Propiconazole                     | Usages divers : céréales, cultures florales et JEVl (gazon de graminées)                                                                              |    | X  | X                                     |                                    |
|             | Prothioconazole                   | Lutte contre les champignons pathogènes des céréales                                                                                                  | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Spiroxamine                       | Cultures diverses (fruits et légumes), contre le botrytis et la tavelure                                                                              | X  |    | X                                     |                                    |
|             | Tébuconazole                      | Lutte contre les champignons pathogènes des céréales                                                                                                  | X  | X  | X                                     | X                                  |
|             | Thiabendazole                     | Traitement des tubercules de pomme de terre et des produits de récolte, désinfection des locaux                                                       |    | X  |                                       | X                                  |
| Insecticide | Imidaclopride                     | Traitement des semences de céréales et lutte contre les pucerons dans les cultures fruitières et ornementales                                         | X  | X  | X                                     | X                                  |

| Usage                     | Substances actives ou métabolites | Usages potentiels de la substance active                                                                                                                               | EB | ED | Contamination historique (avant 2017) | Contamination actuelle (2017/2020) |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---------------------------------------|------------------------------------|
|                           | Lindane                           | Insecticide à large spectre d'activité (maïs/betterave/), traitements semences, arboriculture, maraîchage, cultures ornementales et fourragères (interdit depuis 1998) | X  |    |                                       | X                                  |
|                           | Phoxime                           | Traitement contre les ravageurs du sol (interdit depuis 2001)                                                                                                          | X  |    |                                       | X                                  |
|                           | Thiométon                         | Traitements anti-pucerons - betteraves, colza, tournesol (interdit depuis 2004)                                                                                        |    | X  | X                                     |                                    |
| Molluscide                | Mercaptodimethur                  | Anti-limaces                                                                                                                                                           | X  |    | X                                     |                                    |
|                           | Métaldéhyde                       | Anti-limaces                                                                                                                                                           | X  | X  |                                       | X                                  |
| Nématocide                | Oxamyl                            | Traitement du sol contre les nématodes - Maïs, cultures ornementales, légumières                                                                                       |    | X  | X                                     |                                    |
| Divers                    | Cyprosulfamide                    | Phytoprotecteur utilisé dans les préparations commerciales, en combinaison avec les herbicides isoxaflutole et thiencarbazone-méthyl                                   | X  |    |                                       | X                                  |
| Régulateurs de croissance | Ethéphon                          | Substance de croissance utilisée en production de céréales (tomates, viticulture, arboriculture - cerisier, pêcher et pommier - et en cultures ornementales)           | X  |    |                                       | X                                  |
|                           | Mépiquat chlorure                 | Régulateur de croissance des céréales                                                                                                                                  | X  |    | X                                     |                                    |
|                           | Chlormequat chlorure              | Régulateur de croissance des céréales                                                                                                                                  | X  |    | X                                     |                                    |

### Nombre de molécules par catégorie d'usage

Le tableau suivant présente le nombre de molécules retrouvées (substance active ou métabolite) par catégorie d'usage.

Tableau 10 : Nombre de substances actives et de métabolites retrouvés par catégories d'usage

|                                              | Catégorie d'usage  | Herbicide | Fongicide | Insecticide | Anti-limace | Nématocide | Régulateurs de croissance | Divers   | Total     |
|----------------------------------------------|--------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------------------|----------|-----------|
| <b>Contamination historique (avant 2017)</b> | Substances actives | 38        | 11        | 2           | 1           | 1          | 2                         | 0        | <b>55</b> |
|                                              | Métabolites        | 8         | 0         | 0           | 0           | 0          | 0                         | 0        | <b>8</b>  |
|                                              | Total              | 46        | 11        | 2           | 1           | 1          | 2                         | 0        | <b>63</b> |
| <b>Contamination actuelle (2017/2020)</b>    | Substances actives | 29        | 5         | 3           | 1           | 0          | 1                         | 1        | <b>40</b> |
|                                              | Métabolites        | 17        | 0         | 0           | 0           | 0          | 0                         | 0        | <b>17</b> |
|                                              | Total              | 46        | 5         | 3           | 1           | 0          | 1                         | 1        | <b>57</b> |
| <b>Total général</b>                         |                    | <b>65</b> | <b>14</b> | <b>4</b>    | <b>2</b>    | <b>1</b>   | <b>3</b>                  | <b>1</b> | <b>90</b> |

La diversité moléculaire dans les eaux du forage de Frasne-Le-Château est très importante : ce sont 90 molécules retrouvées et/ou quantifiées. L'essentiel concerne des herbicides (65/90), mais la diversité des fongicides est également élevée au regard de ce qui est usuellement retrouvées en eau souterraine pour ce type d'aquifère.

On observe également une relative stabilité de cette diversité entre la contamination dite historique et la contamination plus actuelle. Toutefois, on remarque également que les métabolites d'herbicides sont largement plus représentés sur la contamination actuelle (40% de la diversité actuelle, contre 17 % sur l'historique).

Cette différence doit principalement être mise en lien avec les progrès technologiques des laboratoires (recherche récente d'un nombre important de métabolites).

Par ailleurs, à noter que seules 30 molécules sur les 90 au total sont communes aux deux périodes.

## 3.2 Tendances évolutives et qualité actuelle

### 3.2.1 Molécules quantifiées

#### Eau brute

Parmi les 81 molécules retrouvées en eau brute, 71 sont quantifiées. L'**atrazine** et plusieurs de ses **métabolites**, ainsi que l'**ethidimuron**, molécules anciennes et aujourd'hui interdites, sont toujours quantifiées régulièrement, mais à de faibles concentrations. D'autres molécules interdites apparaissent ponctuellement comme la carbendazime, le dalapon, l'isoproturon ou encore le lindane. Ces quantifications sont le témoignage de relargages par le milieu à la suite d'une remobilisation d'anciennes substances vers les eaux.

D'autres molécules sont plus ou moins régulièrement retrouvées tout le long de la chronique, et là aussi ponctuellement en lien avec les applications sur le terrain, mais cette fois-ci avec de fortes à très fortes concentrations, en dépassement des seuils de qualité pris en référence : on citera le **2,4-MCPA**, la **bentazone**, le **chlortoluron**, le **cyprosulfamide**, le **dicamba**, le **glyphosate** et son métabolite **AMPA**,

l'**isoxaflutole**, la **mésotrione**, le **métaldéhyde**, le **prochloraze**, la **propyzamide** ou encore le **tébuconazole**.

Plus récemment, depuis 2017, on remarque que plusieurs molécules sont identifiées sur la campagne de manière très régulière et avec des concentrations faibles à très élevées. Il s'agit pour certaines de substances actives mais aussi et surtout de leurs métabolites nouvellement recherchés. On pourra citer en tête le **métolachlore/S-métolachlore**, qui lui-même présente ponctuellement des fortes concentrations, le **métazachlore**, le **dimétachlore**, le **diméthénamide/diméthénamide-P**, et le **flufenacet**.

En plus de celles déjà citées, un grand nombre de substances sont présentes avec des concentrations faibles à modérées : clomazone, diflufenicanil, éthéphon, fluxapyroxade, imazamox, imidaclopride, napropamide, nicosulfuron, prosulfocarbe, prosulfuron, quinmérac...

L'ensemble de ces molécules reflète un grand nombre de pratiques de traitements phytosanitaires sur diverses cultures et notamment : maïs, soja, céréales et colza.

### Eaux distribuées

Le profil de la contamination est similaire entre l'eau brute et l'eau distribuée. On retrouve toutefois moins de diversité moléculaire (52 molécules quantifiées contre 71), le nombre, le positionnement des prélèvements et le traitement spécifique au charbon actif jouant probablement un rôle.

Comme sur eau brute, est enregistrée une contamination chronique par des molécules interdites, notamment par l'atrazine et/ou ses métabolites (notamment atrazine déséthyl et 2-hydroxy-atrazine) et l'éthidimuron, et ce jusque fin 2013 (année de mise en service du traitement spécifique de l'eau distribuée). Concernant les métabolites de l'atrazine, alors qu'ils n'étaient quasiment plus quantifiés depuis 2014, ils sont de nouveau bien présents en 2020 (3 ou 4 quantifications par métabolite sur les 4 prélèvements).

Toutefois, l'impact régulier et important des **chloroacétamides** et de leurs **métabolites** représentent la part la plus importante dans la contamination. Le **métaldéhyde** et la **bentazone** contribuent également à provoquer des dépassements de normes dans certains prélèvements.

Concernant les usages phytosanitaires, nous retrouvons les mêmes origines qu'en eau brute.

### Bilan des molécules quantifiées sur l'ensemble de la chronique

Au regard des données antérieures et de celles de la campagne 2020, la ressource du forage de Frasne-Le-Château montre une contamination très importante par les produits phytosanitaires, en lien principalement avec les produits phytosanitaires utilisés pour les grandes cultures (céréales, colza, maïs, soja, ...). Plus spécifiquement et pour les substances encore autorisées, la **bentazone**, le **chlortoluron**, le **métolachlore/S-métolachlore**, le **métaldéhyde**, la **propyzamide** ressortent comme les substances actives étant les plus problématiques sur la ressource. Pour certaines plus récemment que d'autres. Depuis 2017, et de manière croissante, ce sont les métabolites de la famille des chloroacétamides et dans une moindre mesure des oxyacétamides qui représentent une part importante de la contamination de la ressource (chronicité et concentrations).

En plus des molécules problématiques précédemment citées, le forage est aussi affecté par de nombreuses autres substances phytosanitaires qui ponctuellement peuvent être quantifiées à de très fortes concentrations (herbicides et fongicides) en lien avec les applications sur le terrain et le contexte pluviométrique lors de l'échantillonnage : rappelons que la diversité est de 90 molécules différentes, avec 670 quantifications pour 134 prélèvements sur la ressource. Cependant, il est à souligner que les 4 dernières campagnes de suivi (2017-2020) ont permis de mettre en évidence 27 nouvelles molécules, qui n'avaient jusqu'alors jamais été retrouvées et/ou recherchées au captage. Il est donc important de préciser que l'observation de contamination au captage est liée à la fréquence et au bon positionnement des

analyses durant la campagne de suivi, en lien avec le contexte pluviométrique, mais aussi aux progrès technologiques des laboratoires.

### 3.2.2 Influence hydrogéologique

Même si le temps de résidence moyen des eaux a été estimé entre 25 et 30 ans, celui-ci doit être modulé par la réactivité de l'aquifère. Les transferts rapides sont clairement mis en évidence par l'analyse des résultats de la qualité de l'eau : le forage en tant que source karstique montre une réactivité très importante aux épisodes de transferts d'intrants.

Cela se traduit au travers des quantifications importantes de molécules phytosanitaires, observées de manière saisonnière et en lien avec les traitements sur cultures d'automne et de printemps. Après la période d'application de ces substances, celles-ci ne sont plus retrouvées au captage. De même, le fait qu'il ait été quantifié du glyphosate en décembre 2003 sur eau distribuée et en mai 2020 sur eau brute témoigne là encore d'un milieu très réactif. En effet, cette molécule présente la caractéristique d'être fugace dans les eaux souterraines en raison de sa rapidité de biodégradation.

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, le dalapon, le lindane ou l'éthidimuron), il est probable que des eaux plus anciennes contribuent également aux contaminations phytosanitaires de la ressource. Le temps de renouvellement lent peut également expliquer les chroniques régulières de molécules encore autorisées comme celle du diméthachlore.

### 3.2.3 Influence pluviométrique régionale

En analysant l'ensemble des bulletins hydrologiques régionaux mensuels de la DREAL depuis 2008 jusqu'à aujourd'hui, nous avons cherché à caractériser différents profils pluviométriques annuels et saisonniers. Cela, afin de mettre en évidence une éventuelle corrélation entre la météorologie régionale et la contamination au captage.

Sur les eaux du forage de Frasne-Le-Château, les années 2000, 2005, 2009 et 2018-2020 ressortent comme les années les plus problématiques en termes de concentrations en phytosanitaires pour les eaux brutes. Pour les eaux distribuées les fortes concentrations sont enregistrées essentiellement durant la campagne 2003.

Au regard des informations disponibles pour les campagnes anciennes, nous ne pourrions étudier que l'année 2009, et notamment les prélèvements des mois de septembre et octobre. Les apports pluviométriques des mois de juillet et d'août sont signalés comme normaux (juillet), à fortement déficitaire (août). À noter que les mois de septembre et octobre sont également et globalement fortement déficitaire. Pour autant les concentrations enregistrées des molécules dans les prélèvements sont élevées (entre 0,16 µg/L et 1,2 µg/L) pour 6 quantifications (1 en septembre et 5 en octobre).

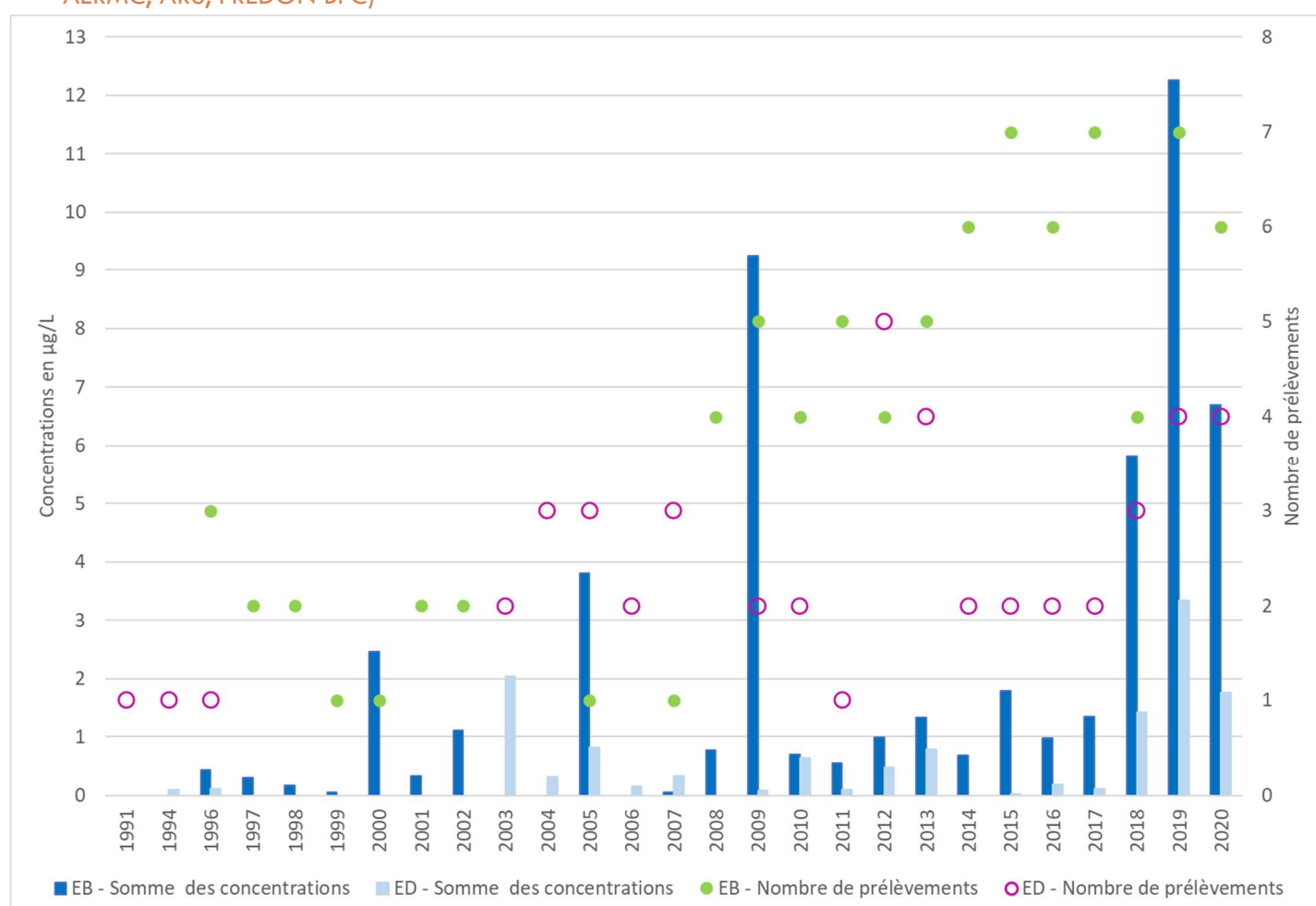
Malheureusement les données pluviométriques journalières sont indisponibles pour cette campagne analytique. Cependant si l'on reprend les données pluviométriques pour les campagnes 2018 à 2020, il apparaît clairement que la pluviométrie sur les jours qui précèdent le prélèvement joue un rôle prépondérant dans la contamination. Les tendances météorologiques régionales n'apportent donc pas d'éclairage évident sur les résultats analytiques pour chaque campagne annuelle de suivi.

Tout cela confirme le caractère très réactif de la ressource vis-à-vis des phénomènes de transferts d'intrants, notamment si l'on met en parallèle les vitesses d'écoulement très rapide déduites de traçages (cf. étude ANTEA).

### 3.2.4 Évolution de la contamination

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

Graphique 4 : Evolution de la somme des concentrations cumulées annuelles des phytosanitaires par année – 1991-2020 – Forage de Frasne-Le-Château – Eau brute (EB) et eau distribuée (ED) en µg/L (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



Le nombre de prélèvements en eau brute ne fait qu'augmenter tout au long de la chronique, alors qu'il est compris en 1 et 3 (hormis 2012, 2013, 2019 et 2020) pour l'eau distribuée. Globalement il n'y a pas de corrélation entre le nombre de prélèvements dans une campagne et la somme annuelle des concentrations.

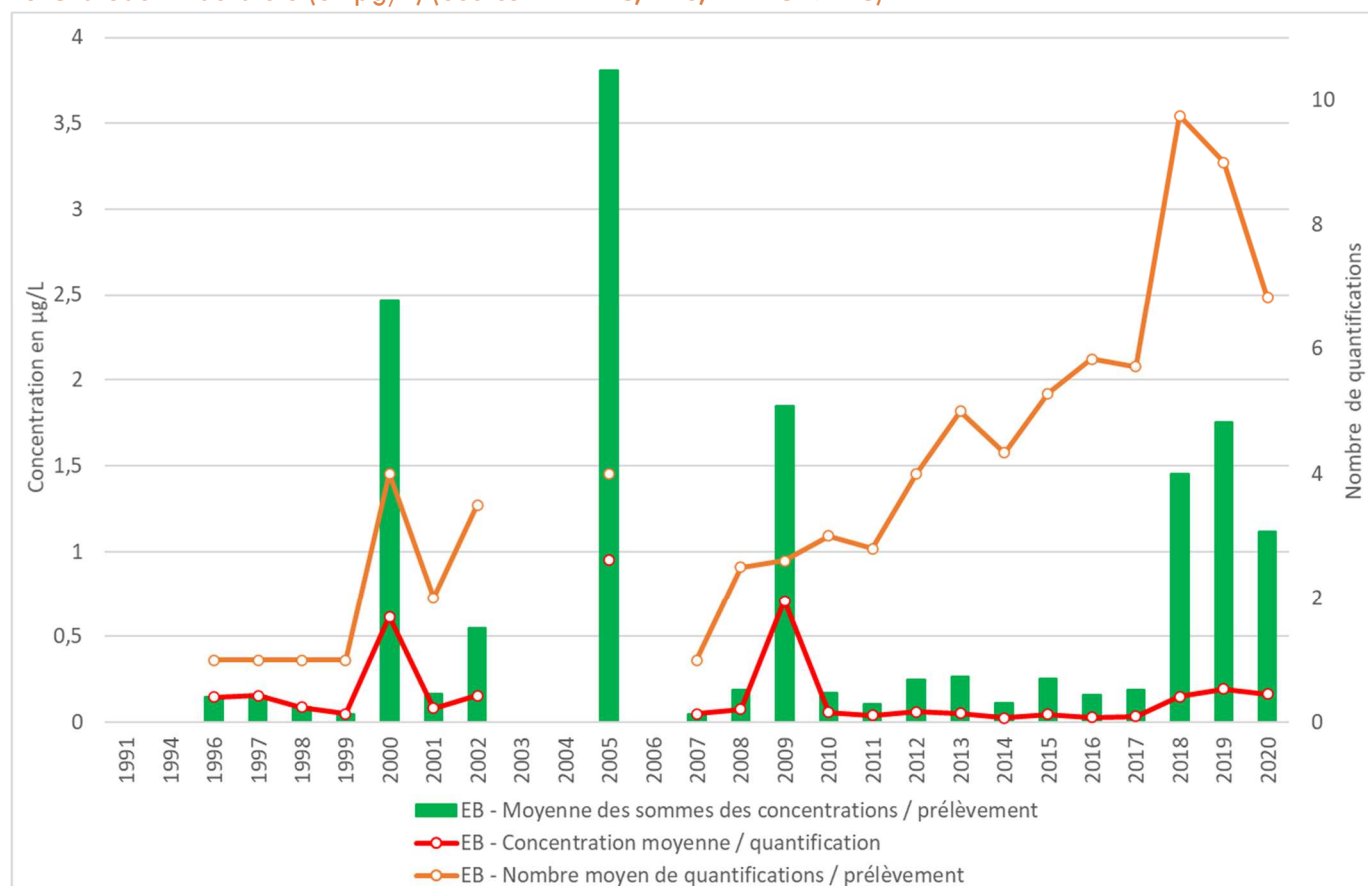
Toutefois, les graphiques ci-après permettent de s'affranchir de la variable *nombre de prélèvements* et présentent pour les eaux brutes et les eaux distribuées, les évolutions de la qualité de l'eau à travers 3 paramètres (mode de calcul détaillé dans le lexique) :

- **La moyenne des sommes des concentrations** – évite l'influence du nombre de prélèvements dans l'année, sur l'évolution des concentrations mesurées.
- **La 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 4 suivants ont été réalisés selon cette méthodologie.*

*De plus, pour les graphiques 5 à 6bis, 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 5 : Evolution de la concentration moyenne par prélèvement avec la concentration moyenne par quantification et le nombre de quantification moyen par prélèvement – 1991-2020 – Forage de Frasne-Le-Château – Eau brute (en µg/L) (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



### Eaux brutes

La moyenne annuelle de la somme des concentrations par prélèvement montre des variations importantes avec des pics enregistrés en 2000, 2005, 2009, 2018, 2019 et 2020, avec des valeurs comprises entre 1,11 µg/L et 3,81 µg/L, ce qui est très élevé. Pour les autres campagnes, là aussi les valeurs calculées

varient d'une année à l'autre entre 0,05 µg/L et 0,55 µg/L, soit en dessous ou légèrement supérieur (2002) au seuil réglementaire pris en référence. Après une stabilisation depuis 2010, les campagnes 2018 à 2020 montrent une dégradation de ce paramètre.

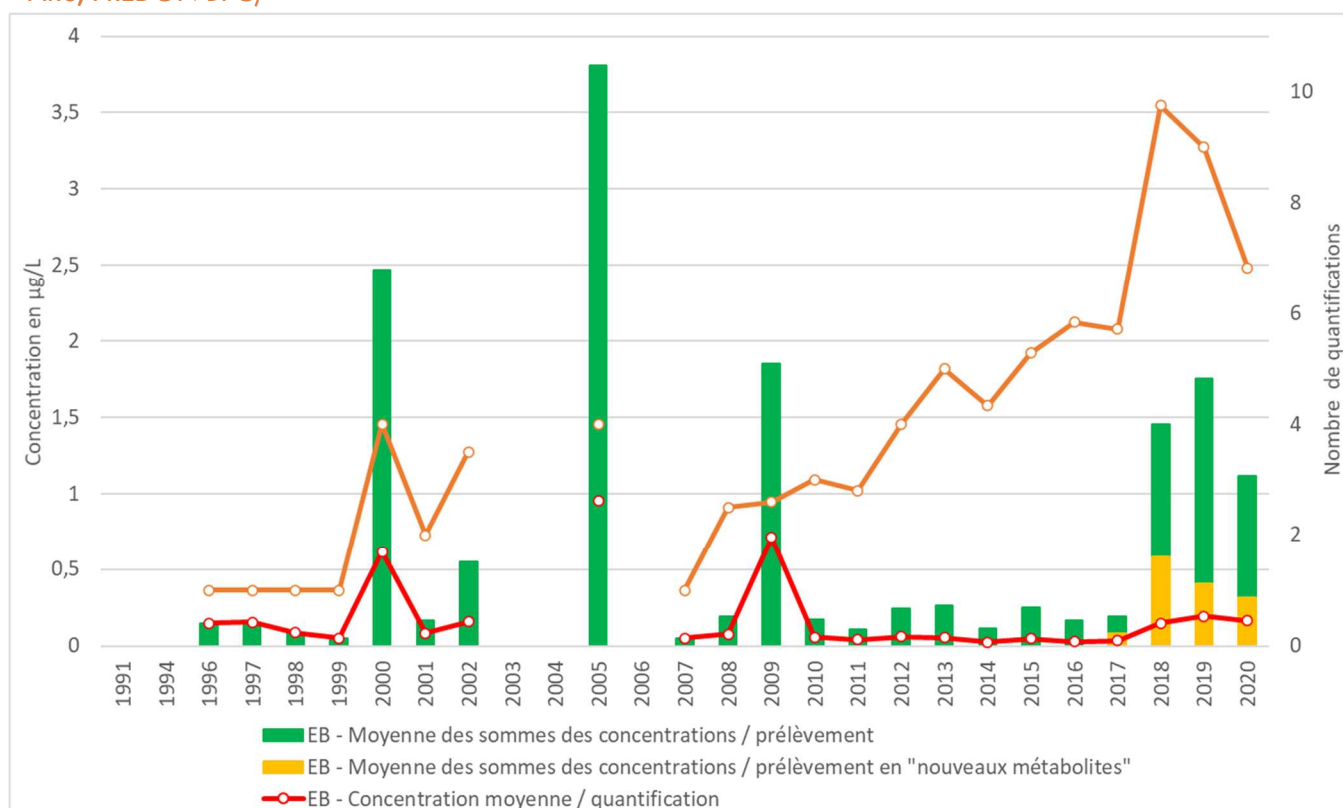
Cette tendance à l'augmentation de la moyenne des sommes des concentrations peut être corrélée avec 2 facteurs :

- Une augmentation des concentrations des molécules. En effet, si l'on regarde la concentration moyenne par quantification (courbe rouge), celle-ci augmente systématiquement sur les campagnes présentant les moyennes par prélèvement les plus importantes. Après une stabilisation entre 0,02 et 0,06 µg/L en moyenne de 2010 à 2017, cet indicateur est à la hausse sur 2018-2020 (entre 0,15 et 0,19 µg/L),
- Une augmentation du nombre de quantifications par prélèvement (courbe orange), avec des variations inter-annuelles. L'évolution est clairement à la hausse avec depuis 2012 des valeurs systématiquement supérieures ou égales à 4, et un maximum de 9,75 en 2018. 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).

A noter qu'en fonction des campagnes, les variations de ces indicateurs peuvent s'associer (hausse en 2018, baisse en 2014) ou se compenser (l'un augmente et l'autre baisse en 2019).

Sur les dernières campagnes de suivi (2017-2020), 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 ». Cela donne le graphique suivant.

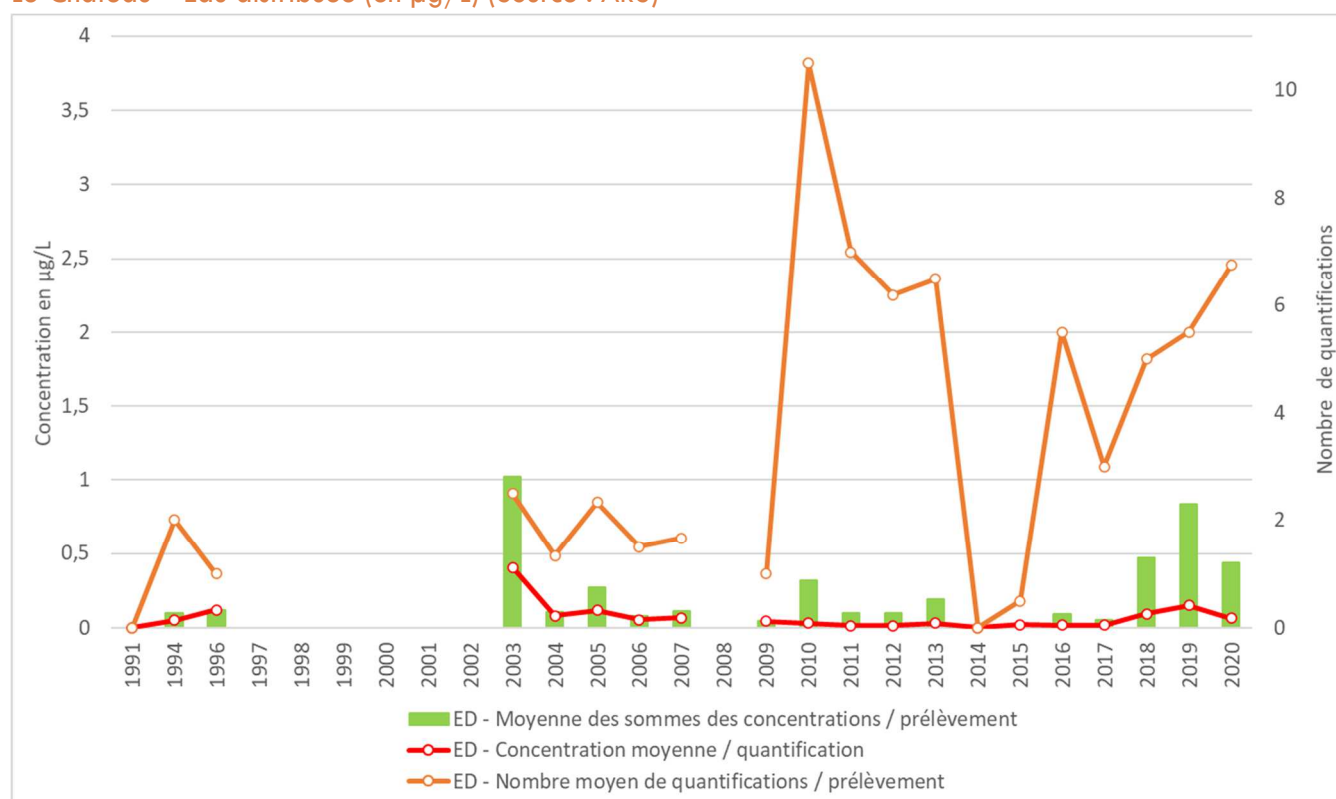
Graphique 5bis : Evolution de la concentration moyenne par prélèvement totale et des « nouveaux métabolites », avec la concentration moyenne par quantification et le nombre de quantifications moyen par prélèvement – 1990-2020 – Forage de Frasne-Le-Château – Eau brute (en µg/L) (Source : AERMC, ARS, FREDON BFC)



Ce graphique nous permet de nous rendre compte que les contaminations enregistrées de 2017 à 2020 sont pour une partie liées à la quantification de ces « nouveaux métabolites » (respectivement 44 %, 40 %, 23 % et 28 % 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 ces années, et contribue à générer une dégradation sur les dernières campagnes

L'explication est à rechercher probablement dans le contexte pluviométrique de ces deux années (sécheresses suivies d'épisodes pluvieux importants)

Graphique 6 : Evolution de la concentration moyenne par prélèvement avec la concentration moyenne par quantification et le nombre de quantification moyen par prélèvement – 1991-2020 – Forage de Frasne-Le-Château – Eau distribuée (en µg/L) (Source : ARS)



### Eaux distribuées

Sur l'eau distribuée, la moyenne annuelle de la somme des concentrations présente également des variations jusqu'en 2005 (comprise entre 0,01 et 1,02 µg/L). Une tendance à la diminution de ce paramètre est observée depuis 2003. A partir de la mise en place du traitement au charbon actif mi-2013, cet indicateur diminue fortement jusqu'en 2017 (moyenne varie dans une fourchette réduite comprise entre 0,01 µg/L et 0,095 µg/L). Cependant, et comme vu sur eau brute, les campagnes 2018 à 2020 montrent de nouveaux une augmentation importante des valeurs avec un maximum atteint en 2019 (0,835 µg/L).

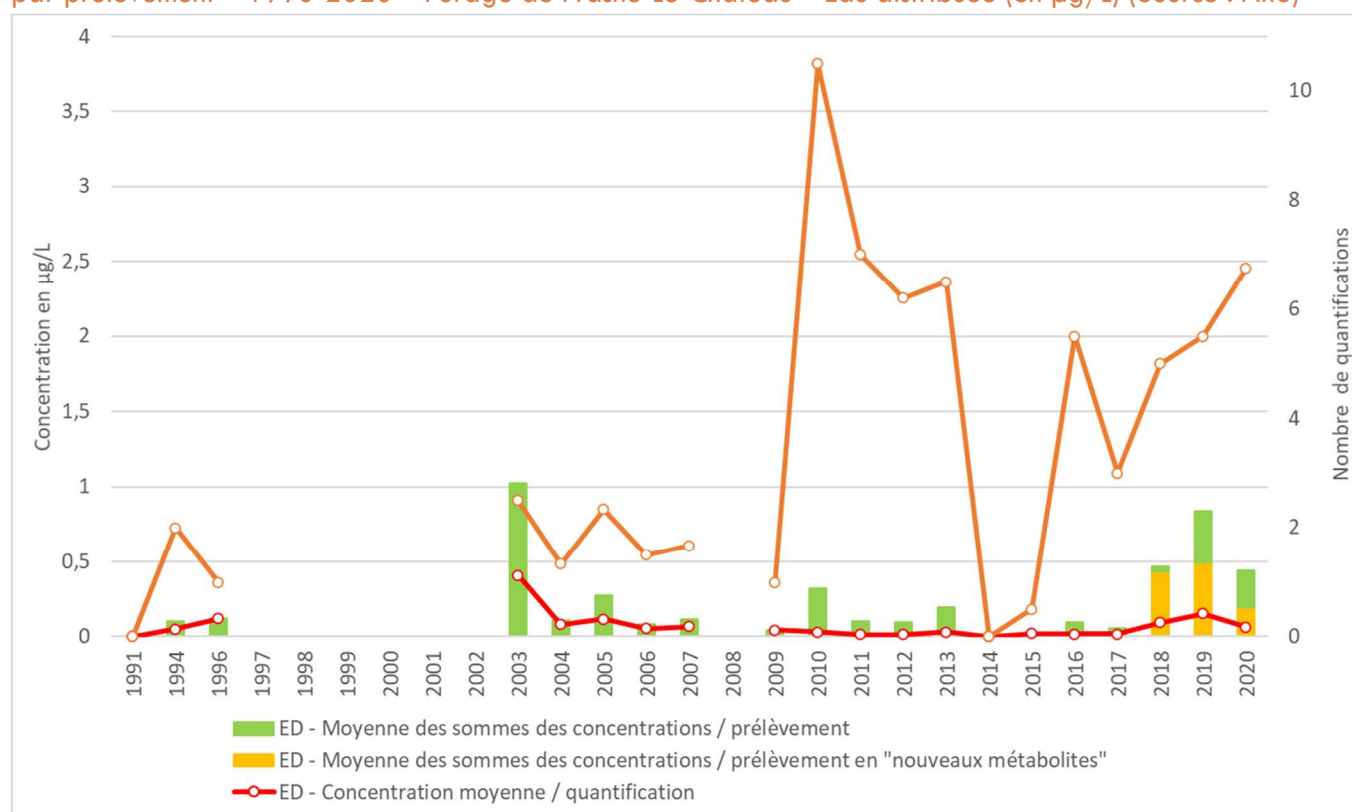
Ces variations sont directement liées à la baisse continue de la concentration moyenne des quantifications (courbe rouge) jusqu'en 2017, puis son augmentation pour les trois dernières campagnes.

Concernant le nombre moyen de quantification par prélèvement, après une augmentation importante de 2010 à 2013 (entre 6 et 11 quantifications par prélèvement), ce paramètre diminue également jusqu'en 2017 (entre 0 et moins de 6 quantifications par prélèvement) pour réaugmenter fortement en 2018, 2019 et 2020 (un peu moins de 7 quantifications en moyenne par prélèvement).

**Jusqu'en 2017, la tendance de la contamination de l'eau distribuée était à la diminution. Il faut toutefois rappeler qu'existe depuis juin 2013 une filtration sur membranes et un traitement au charbon actif, spécifique pour le traitement des substances phytosanitaires. Ceci explique cette amélioration que l'on peut superposer à celle observée sur la même période en eau brute. 2018-2020 changent complètement la donne avec une augmentation de l'ensemble des paramètres : plus de molécules retrouvées et de plus fortes concentrations en moyenne, constat que l'on fait également en eau brute.**

Ici aussi nous avons cherché à évaluer la part de responsabilité des nouveaux métabolites dans l'évolution de la qualité de l'eau distribuée. Ceci est visible au travers du graphique suivant

Graphique 6 : Evolution de la concentration moyenne par prélèvement totale et des « nouveaux métabolites », avec la concentration moyenne par quantification et le nombre de quantifications moyen par prélèvement – 1990-2020 – Forage de Frasne-Le-Château – Eau distribuée (en µg/L) (Source : ARS)



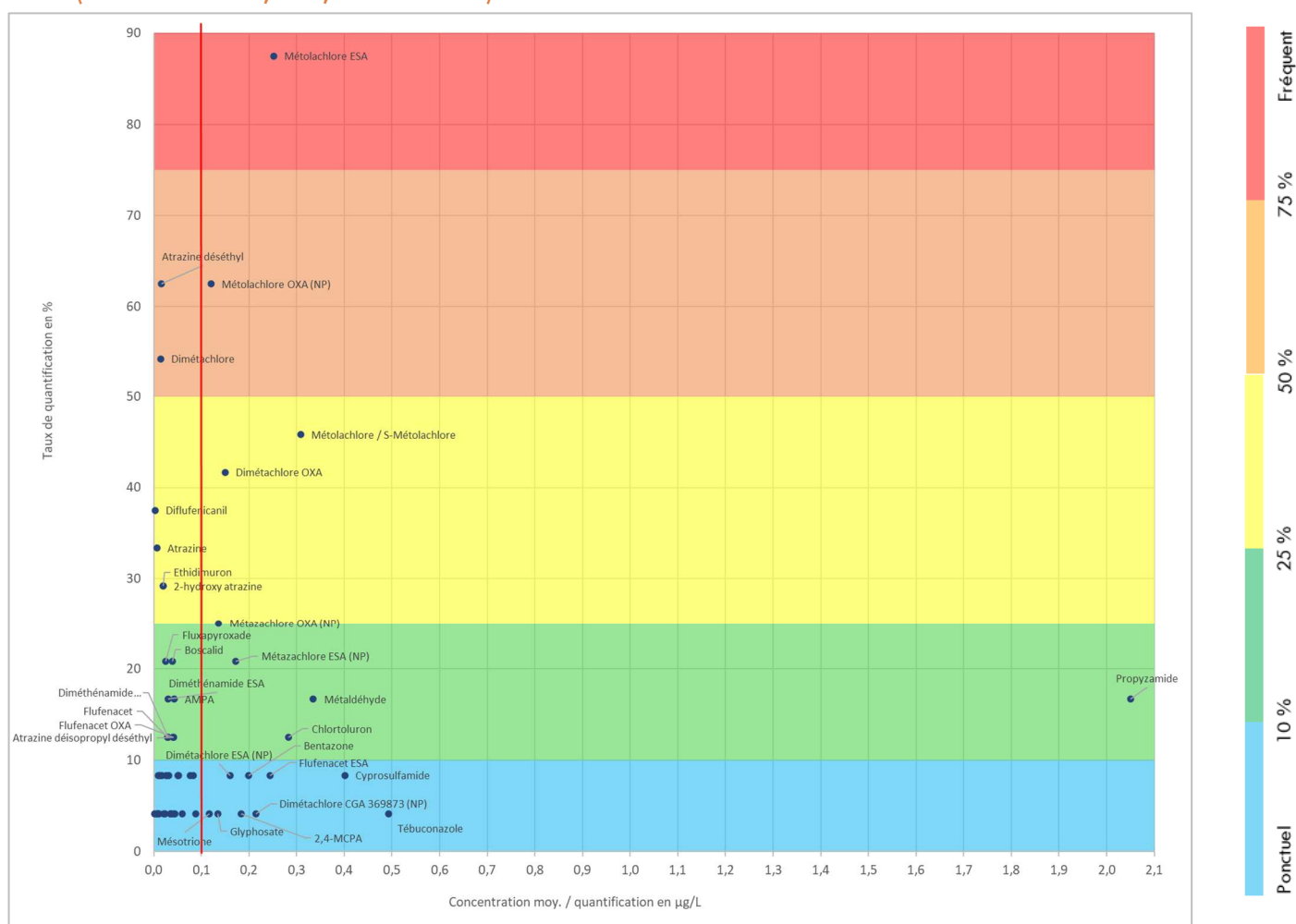
L'impact de ces métabolites est beaucoup plus flagrant sur la contamination des eaux distribuées, notamment en 2018 où ceux-ci représentent la quasi-totalité de la contamination (90%). Pour les campagnes 2019 et 2020, ce constat est plus à relativiser, même si la contribution des métabolites est essentielle (respectivement 57% et 42% de la contamination totale). Toutefois on note aussi l'impact de substances actives tels que la bentazone ou le métaldéhyde, avec notamment des concentrations élevées enregistrées.

### 3.2.5 Contamination actuelle (2017-2020) et molécules préoccupantes sur l'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 2020) 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 la concentration moyenne par quantification inférieure à 0,1 µg/L.

Graphique 7 : Répartition des différentes molécules en fonction du taux de quantification (en %) et de la concentration moyenne par quantification (en µg/L) – 2017-2020 – Forage de Frasne-Le-Château (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 à la norme sanitaire.

**Certaines molécules sont fréquemment à très fréquemment retrouvées, à des concentrations très élevées : Métolachlore ESA et OXA, Métolachlore / S-Métolachlore, Dimétachlore OXA.**

**Certaines molécules sont fréquemment à très fréquemment retrouvées, à des concentrations faibles :** Dimétachlore, Ethidimuron, Atrazine, Atrazine déséthyl et 2-hydroxy-atrazine, Diflufénicanil.

**Certaines molécules sont retrouvées de manière moins régulière, à des concentrations élevées à très élevées :** Propyzamide, Métazachlore ESA et OXA, Métaldéhyde, Chlortoluron.

**Certaines molécules sont retrouvées de manière moins régulière, à des concentrations faibles à modérées :** Boscalid, Flufénacet, Flufénacet OXA, AMPA, Fluxapyroxade, Diméthénamide, Diméthénamide ESA et Atrazine déisopropyl déséthyl.

**Certaines molécules sont retrouvées de manière ponctuelle, à des concentrations très élevées :** Tébuconazole, Flufénacet ESA, Bentazone, Cyprosulfamide, Dimétachlore ESA et CGA 369873, Mésotrione, 2,4-MCPA et glyphosate.

Les autres molécules sont retrouvées de manière ponctuelle, à des concentrations faibles à modérées.

Pour rappel, sur cette période 40 dépassement des seuils pris en référence ont été observés (avec 40 dépassements des 0,1 µg/L, et 0 dépassement des 0,9 µg/L pour les métabolites non pertinents) :

- 3 en 2017 liés au métolachlore ESA.
- 13 en 2018 liés au chlortoluron, à la cyprosulfamide, au dicamba, au dimétachlore OXA, au flufénacet ESA, à la mésotrione, au métaldéhyde, au métolachlore ESA (3), au métolachlore/S-métolachlore, à la prochloraze et au tébuconazole.
- 11 en 2019 liés à la bentazone, au dimétachlore OXA (2), au métolachlore ESA (6) et à la propyzamide (2).
- 13 en 2020, liés au 2,4-MCPA, au chlortoluron (2), à la cyprosulfamide, au glyphosate, à l'isoxaflutole, au métaldéhyde, au métolachlore/S-métolachlore et au métolachlore ESA (5)

### 3.3 Synthèse

#### Niveau d'impact actuel des phytosanitaires : très élevé

Le Forage de Frasne-Le-Château, en tant que source karstique, est alimenté en partie par des venues d'eau rapides, qui font du captage une ressource très vulnérable par rapport aux produits phytosanitaires. Les chiffres issus des suivis récents (2017-2020) le confirment : très grande diversité de molécules retrouvées (81 molécules, dont 71 sont quantifiées), nombre important de quantifications (212 quantifications), avec de fortes à très fortes concentrations (40 dépassements de la concentration prise en référence des 0,1 µg/L). Par ailleurs, nous pouvons observer l'impact des désherbages en grandes cultures (céréales, colza, maïs et/ou soja). Cependant et dans des conditions de prélèvements favorables aux transferts, des fongicides peuvent être également quantifiés avec des concentrations élevées. L'influence de la pluviométrie en amont des prélèvements, et le positionnement de ceux-ci jouent un rôle important dans la rapidité des transferts d'intrants et la contamination observée. Les trois dernières campagnes (2018-2020) se différencient particulièrement par une contribution plus ou moins importante dans la contamination des produits de dégradation (des chloroacétamides notamment). Néanmoins, l'impact des molécules recherchées de manière plus « classique » reste important sur ces années, et contribue à générer une dégradation sur les dernières campagnes

### **Évolution de la qualité vis-à-vis des phytosanitaires : dégradation**

L'analyse de l'évolution de la contamination en eau brute, après avoir montrée depuis 2009 une tendance à l'amélioration, notamment sur l'aspect quantitatif, présente une dégradation sur les trois dernières campagnes. Cette dégradation s'observe à la fois sur les sommes des concentrations par prélèvement et sur le nombre de quantifications. Ce constat s'explique entre autres par l'impact important des « nouveaux métabolites », mais pas seulement. D'autres molécules phytosanitaires participent largement à cette contamination, ce qui permet de caractériser une dégradation pour de la qualité des eaux sur la période 2018-2020.

Ce constat vaut également pour l'eau distribuée, malgré la présence d'un traitement spécifique au charbon actif.

V- SUIVI DES NITRATES

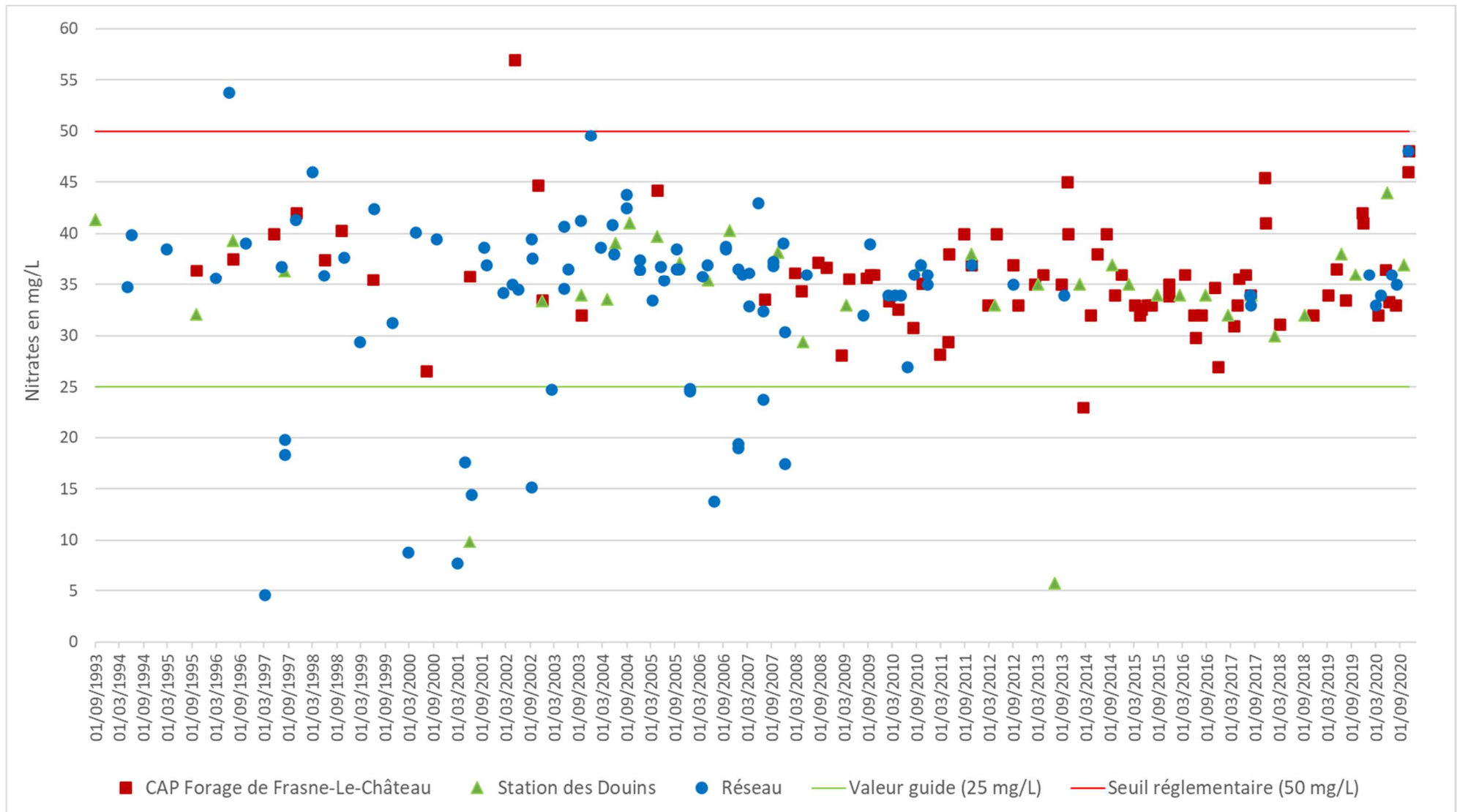
1- Historique des données Nitrates

L'ensemble des données disponibles depuis 1993 figure dans le tableau et le graphique suivants. Elles regroupent 211 analyses de nitrates.

Tableau 11 : Données historiques des nitrates sur eau brute pour le Forage de Frasne-Le-Château et sur eau distribuée pour la station des Douins et le réseau (en mg/L) (Source : AERMC, ARS et FREDON BFC)

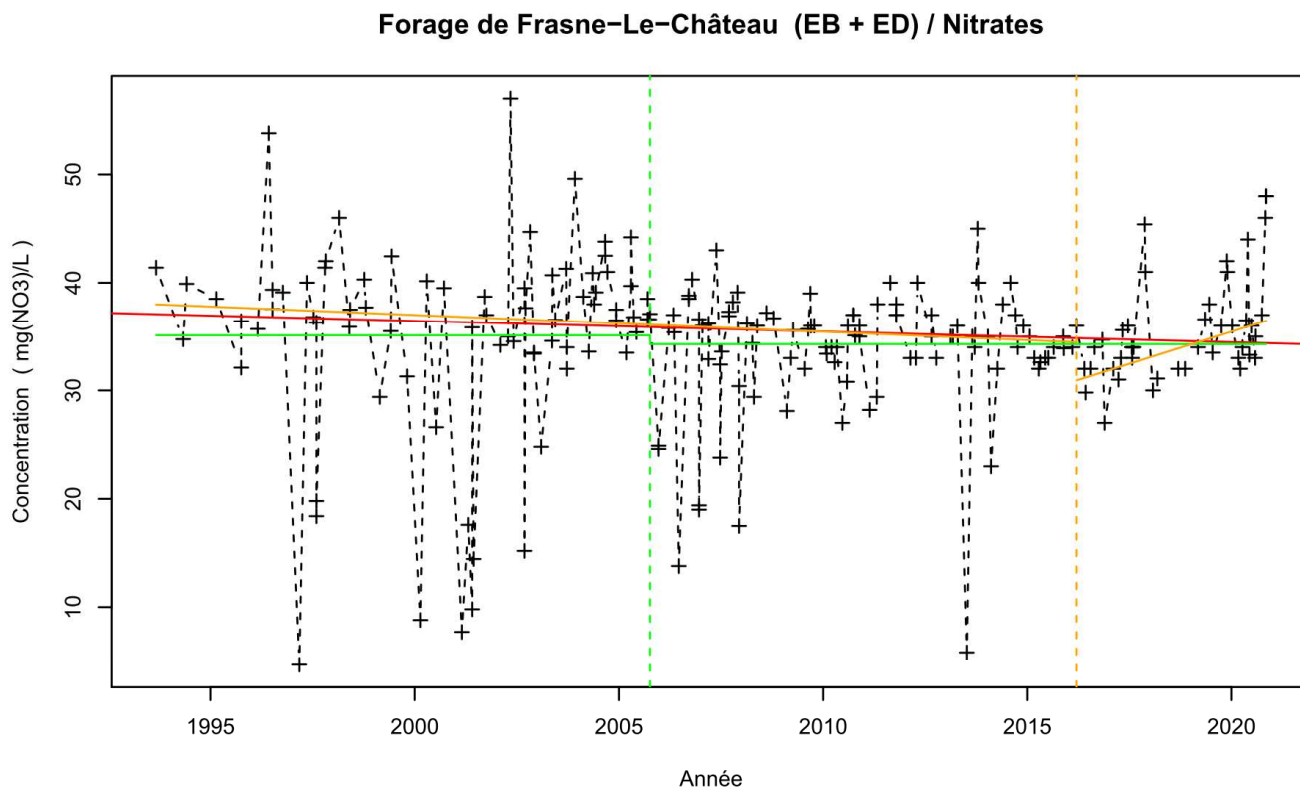
| Date de<br>prélèvement | CAP Forage de<br>Frasne-Le-<br>Château | Station des<br>Douins | Réseau | Date de<br>prélèvement | CAP Forage de<br>Frasne-Le-<br>Château | Station des<br>Douins | Réseau | Date de<br>prélèvement | CAP Forage de<br>Frasne-Le-<br>Château | Station des<br>Douins | Réseau |
|------------------------|----------------------------------------|-----------------------|--------|------------------------|----------------------------------------|-----------------------|--------|------------------------|----------------------------------------|-----------------------|--------|
| 01/09/1993             |                                        | 41,40                 |        | 13/09/2005             |                                        |                       | 36,60  | 16/04/2013             | 36,00                                  |                       |        |
| 01/05/1994             |                                        |                       | 34,74  | 13/09/2005             |                                        |                       | 38,50  | 09/07/2013             |                                        | 5,80                  |        |
| 01/06/1994             |                                        |                       | 39,9   | 29/09/2005             |                                        |                       | 36,60  | 27/08/2013             | 35,00                                  |                       |        |
| 22/02/1995             |                                        |                       | 38,50  | 05/10/2005             |                                        | 37,10                 |        | 18/09/2013             |                                        |                       | 34,00  |
| 03/10/1995             |                                        | 32,11                 |        | 21/12/2005             |                                        |                       | 24,90  | 15/10/2013             | 45,00                                  |                       |        |
| 03/10/1995             | 36,43                                  |                       |        | 21/12/2005             |                                        |                       | 24,60  | 22/10/2013             | 40,00                                  |                       |        |
| 28/02/1996             |                                        |                       | 35,70  | 22/03/2006             |                                        |                       | 35,80  | 14/01/2014             |                                        | 35,00                 |        |
| 05/06/1996             |                                        |                       | 53,80  | 04/05/2006             |                                        |                       | 37,00  | 11/02/2014             | 23,00                                  |                       |        |
| 09/07/1996             |                                        | 39,35                 |        | 10/05/2006             |                                        | 35,40                 |        | 08/04/2014             | 32,00                                  |                       |        |
| 09/07/1996             | 37,55                                  |                       |        | 20/06/2006             |                                        |                       | 13,80  | 27/05/2014             | 38,00                                  |                       |        |
| 09/10/1996             |                                        |                       | 39,10  | 18/09/2006             |                                        |                       | 38,80  | 05/08/2014             | 40,00                                  |                       |        |
| 05/03/1997             |                                        |                       | 4,65   | 18/09/2006             |                                        |                       | 38,50  | 16/09/2014             |                                        | 37,00                 |        |
| 13/05/1997             | 40,00                                  |                       |        | 17/10/2006             |                                        | 40,30                 |        | 06/10/2014             | 34,00                                  |                       |        |
| 09/07/1997             |                                        |                       | 36,80  | 18/12/2006             |                                        |                       | 36,60  | 27/11/2014             | 36,00                                  |                       |        |
| 05/08/1997             |                                        | 36,30                 | 18,4   | 18/12/2006             |                                        |                       | 19,00  | 21/01/2015             |                                        | 35,00                 |        |
| 05/08/1997             |                                        |                       | 19,80  | 18/12/2006             |                                        |                       | 19,40  | 04/03/2015             | 33,00                                  |                       |        |
| 21/10/1997             |                                        |                       | 41,4   | 18/01/2007             |                                        |                       | 36,00  | 14/04/2015             | 32,00                                  |                       |        |
| 28/10/1997             | 42                                     |                       |        | 12/03/2007             |                                        |                       | 36,20  | 28/04/2015             | 32,60                                  |                       |        |
| 24/02/1998             |                                        |                       | 46     | 12/03/2007             |                                        |                       | 32,90  | 10/06/2015             | 33,00                                  |                       |        |
| 26/05/1998             |                                        |                       | 35,90  | 22/05/2007             |                                        |                       | 43,00  | 08/07/2015             | 33,00                                  |                       |        |
| 02/06/1998             | 37,5                                   |                       |        | 25/06/2007             |                                        |                       | 32,40  | 25/08/2015             |                                        | 34,00                 |        |
| 07/10/1998             | 40,3                                   |                       |        | 25/06/2007             |                                        |                       | 23,80  | 18/11/2015             | 35,00                                  |                       |        |
| 21/10/1998             |                                        |                       | 37,7   | 09/07/2007             | 33,6                                   |                       |        | 23/11/2015             | 33,90                                  |                       |        |
| 23/02/1999             |                                        |                       | 29,40  | 12/09/2007             |                                        |                       | 36,90  | 09/02/2016             |                                        | 34,00                 |        |
| 01/06/1999             | 35,5                                   |                       |        | 12/09/2007             |                                        |                       | 37,30  | 16/03/2016             | 36,00                                  |                       |        |
| 08/06/1999             |                                        |                       | 42,45  | 17/10/2007             |                                        | 38,2                  |        | 25/05/2016             | 32,00                                  |                       |        |
| 25/10/1999             |                                        |                       | 31,3   | 28/11/2007             |                                        |                       | 39,10  | 06/06/2016             | 29,80                                  |                       |        |
| 21/02/2000             |                                        |                       | 8,80   | 11/12/2007             |                                        |                       | 30,40  | 20/07/2016             | 32,00                                  |                       |        |
| 18/04/2000             |                                        |                       | 40,15  | 11/12/2007             |                                        |                       | 17,50  | 23/08/2016             |                                        | 34,00                 |        |
| 11/07/2000             | 26,6                                   |                       |        | 20/02/2008             | 36,2                                   |                       |        | 03/11/2016             | 34,70                                  |                       |        |
| 19/09/2000             |                                        |                       | 39,5   | 09/04/2008             | 34,4                                   |                       |        | 23/11/2016             | 27,00                                  |                       |        |
| 26/02/2001             |                                        |                       | 7,70   | 23/04/2008             |                                        | 29,4                  |        | 08/02/2017             |                                        | 32,00                 |        |
| 24/04/2001             |                                        |                       | 17,6   | 21/05/2008             |                                        |                       | 36,00  | 27/03/2017             | 31,00                                  |                       |        |
| 29/05/2001             |                                        | 9,80                  |        | 13/08/2008             | 37,2                                   |                       |        | 18/04/2017             | 33,00                                  |                       |        |
| 29/05/2001             | 35,85                                  |                       |        | 15/10/2008             | 36,7                                   |                       |        | 03/05/2017             | 35,60                                  |                       |        |
| 11/06/2001             |                                        |                       | 14,45  | 11/02/2009             | 28,1                                   |                       |        | 19/06/2017             | 36,00                                  |                       |        |
| 18/09/2001             |                                        |                       | 38,7   | 17/03/2009             |                                        | 33,00                 |        | 24/07/2017             |                                        |                       | 34,00  |
| 03/10/2001             |                                        |                       | 37,00  | 07/04/2009             | 35,6                                   |                       |        | 27/07/2017             |                                        |                       | 33,00  |
| 05/02/2002             |                                        |                       | 34,2   | 20/07/2009             |                                        |                       | 32,00  | 31/07/2017             | 34,00                                  |                       |        |
| 15/04/2002             |                                        |                       | 35,00  | 19/08/2009             | 35,7                                   |                       |        | 01/08/2017             |                                        |                       | 34,00  |
| 07/05/2002             | 57                                     |                       |        | 08/09/2009             |                                        |                       | 39,00  | 08/08/2017             |                                        | 34,00                 |        |
| 04/06/2002             |                                        |                       | 34,55  | 14/09/2009             | 36                                     |                       |        | 16/11/2017             | 45,40                                  |                       |        |
| 09/09/2002             |                                        |                       | 39,5   | 14/10/2009             | 36                                     |                       |        | 22/11/2017             | 41,00                                  |                       |        |
| 09/09/2002             |                                        |                       | 15,20  | 26/01/2010             |                                        |                       | 34,00  | 29/01/2018             |                                        | 30                    |        |
| 18/09/2002             |                                        |                       | 37,65  | 02/02/2010             | 33,4                                   |                       |        | 09/03/2018             | 31,1                                   |                       |        |
| 30/10/2002             | 44,7                                   |                       |        | 17/03/2010             |                                        |                       | 34,00  | 12/09/2018             |                                        | 32                    |        |
| 03/12/2002             | 33,5                                   | 33,40                 |        | 14/04/2010             | 32,6                                   |                       |        | 13/11/2018             | 32                                     |                       |        |
| 05/02/2003             |                                        |                       | 24,80  | 04/05/2010             |                                        |                       | 34,00  | 08/03/2019             | 34                                     |                       |        |
| 13/05/2003             |                                        |                       | 34,6   | 22/06/2010             |                                        |                       | 27,00  | 10/05/2019             | 36,6                                   |                       |        |
| 16/05/2003             |                                        |                       | 40,70  | 03/08/2010             | 30,8                                   |                       |        | 17/06/2019             |                                        | 38                    |        |
| 11/06/2003             |                                        |                       | 36,55  | 11/08/2010             |                                        |                       | 36,00  | 17/07/2019             | 33,5                                   |                       |        |
| 17/09/2003             |                                        |                       | 41,30  | 28/09/2010             |                                        | 37,00                 | 37,00  | 01/10/2019             |                                        | 36                    |        |
| 23/09/2003             | 32                                     | 34,00                 |        | 13/10/2010             | 35,10                                  |                       |        | 20/11/2019             | 42                                     |                       |        |
| 04/12/2003             |                                        |                       | 49,60  | 22/11/2010             |                                        |                       | 36,00  | 26/11/2019             | 41                                     |                       |        |
| 17/02/2004             |                                        |                       | 38,7   | 22/11/2010             |                                        |                       | 35,00  | 08/01/2020             |                                        |                       | 36     |
| 06/04/2004             |                                        | 33,60                 |        | 21/02/2011             | 28,20                                  |                       |        | 03/03/2020             |                                        |                       | 33     |
| 11/05/2004             |                                        |                       | 40,9   | 26/04/2011             | 29,40                                  |                       |        | 19/03/2020             | 32                                     |                       |        |
| 24/05/2004             |                                        |                       | 38,00  | 03/05/2011             | 38,00                                  |                       |        | 08/04/2020             |                                        |                       | 34     |
| 08/06/2004             |                                        | 39,10                 |        | 24/08/2011             | 40,00                                  |                       |        | 12/05/2020             | 36,5                                   |                       |        |
| 30/08/2004             |                                        |                       | 43,80  | 18/10/2011             |                                        | 38,00                 | 37,00  | 27/05/2020             |                                        | 44                    |        |
| 31/08/2004             |                                        |                       | 42,50  | 18/10/2011             | 37,00                                  |                       |        | 10/06/2020             | 33,3                                   |                       |        |
| 20/09/2004             |                                        | 41,00                 |        | 21/02/2012             | 33,00                                  |                       |        | 29/06/2020             |                                        |                       | 36     |
| 07/12/2004             |                                        |                       | 37,50  | 10/04/2012             |                                        | 33,00                 |        | 30/07/2020             | 33                                     |                       |        |
| 07/12/2004             |                                        |                       | 36,50  | 24/04/2012             | 40,00                                  |                       |        | 03/08/2020             |                                        |                       | 35     |
| 09/03/2005             |                                        |                       | 33,50  | 28/08/2012             |                                        |                       | 35,00  | 29/09/2020             |                                        | 37                    |        |
| 18/04/2005             |                                        | 39,70                 |        | 28/08/2012             | 37,00                                  |                       |        | 30/10/2020             | 46                                     |                       |        |
| 18/04/2005             | 44,20                                  |                       |        | 09/10/2012             | 33,00                                  |                       |        | 04/11/2020             |                                        |                       | 48     |
| 12/05/2005             |                                        |                       | 36,80  | 12/02/2013             | 35,00                                  |                       |        | 06/11/2020             | 48                                     |                       |        |
| 06/06/2005             |                                        |                       | 35,40  | 06/03/2013             |                                        | 35,00                 |        |                        |                                        |                       |        |

Graphique 8 : Historique des nitrates sur eau brute et eau distribuée de 1993 à 2020 (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 Vivier ainsi que sur les eaux distribuées dans le réseau. 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 le Forage de Frasne-Le-Château et l'eau distribuée (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)
- - - Date de changement de moyenne
- Moyenne avant/après rupture
- - - Date d'inversion de tendance
- Tendance avant/après rupture

Nombre de données : 211  
Longueur de la chronique : 9928 jours ( 27.2 années)  
Taux de quantification : 100 %

Données autocorrélées  
(pval<0.05)  
Données non normalement distribuées  
(pval-Shapiro= 4e-13 )

### Tendances identifiées sur la longueur totale de la chronique

| Test                 | Pente                                                              | P-value |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------|---------|
| Mann-Kendall         | -9.89e-02 mg(NO3)/L /an                                            | 2.5e-02 |
| Mann-Kendall modifié | Tendance non significative si prise en compte de l'autocorrélation | 1.1e-01 |
| Régression linéaire  | Aucune tendance significative détectée                             | 5.1e-01 |

### Ruptures identifiées

| Test                            | Date       | P-value |
|---------------------------------|------------|---------|
| Changement de moyenne (Pettitt) | 05/10/2005 | 8.2e-03 |
| Inversion de tendance           | 16/03/2016 | 8.1e-06 |

### Moyenne des données avant/après rupture

| Moyenne       |                 |
|---------------|-----------------|
| Avant rupture | 35.11 mg(NO3)/L |
| Après rupture | 34.3 mg(NO3)/L  |

### Tendance avant/après inversion

| Test                         | Pente                   | P-value |
|------------------------------|-------------------------|---------|
| Mann-Kendall avant inversion | -1.56e-01 mg(NO3)/L /an | 8.9e-03 |
| Mann-Kendall après inversion | 1.19e+00 mg(NO3)/L /an  | 6.4e-04 |

## 2- Synthèse des données Nitrates

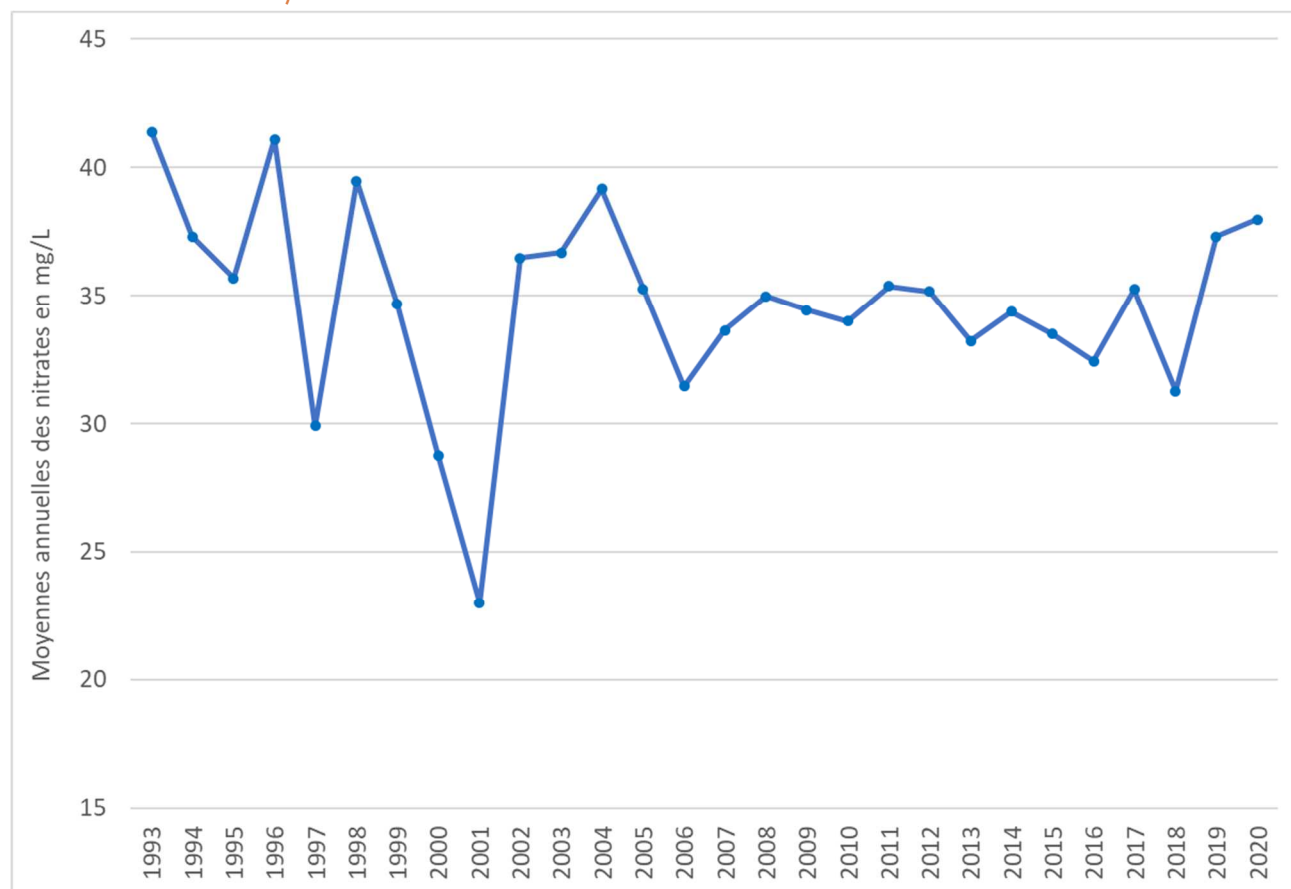
### 2.1 Moyennes annuelles

Tableau 12 : Moyenne annuelle des nitrates pour le Forage de Frasne-Le-Château sur eau brute et eau distribuée - 1993 à 2020 (en mg/L) (Source : AERMC, ARS et FREDON BFC)

Les moyennes présentées ci-dessous sont calculées sur eau brute et sur eau distribuée séparément.

| Année | Eau brute |                        | Eau distribuée |                        | Concentration maximale de l'année |
|-------|-----------|------------------------|----------------|------------------------|-----------------------------------|
|       | Moyenne   | Nombre de prélèvements | Moyenne        | Nombre de prélèvements |                                   |
| 1993  |           |                        | 41,4           | 1                      | 41,4                              |
| 1994  |           |                        | 37,3           | 2                      | 39,9                              |
| 1995  | 36,4      | 1                      | 35,3           | 2                      | 36,4                              |
| 1996  | 37,6      | 1                      | 42             | 4                      | 53,8                              |
| 1997  | 41        | 2                      | 26,2           | 6                      | 42                                |
| 1998  | 38,9      | 2                      | 39,9           | 3                      | 46                                |
| 1999  | 35,5      | 1                      | 34,4           | 3                      | 42,5                              |
| 2000  | 26,6      | 1                      | 29,5           | 3                      | 40,2                              |
| 2001  | 35,9      | 1                      | 20,9           | 6                      | 38,7                              |
| 2002  | 45,1      | 3                      | 32,8           | 7                      | 57                                |
| 2003  | 32        | 1                      | 37,4           | 7                      | 49,6                              |
| 2004  |           |                        | 39,2           | 10                     | 43,8                              |
| 2005  | 44,2      | 1                      | 34,4           | 10                     | 44,2                              |
| 2006  |           |                        | 31,5           | 10                     | 40,3                              |
| 2007  | 33,6      | 1                      | 33,6           | 12                     | 43                                |
| 2008  | 36,1      | 4                      | 32,7           | 2                      | 37,2                              |
| 2009  | 34,3      | 5                      | 34,7           | 3                      | 39                                |
| 2010  | 33        | 4                      | 34,4           | 9                      | 37                                |
| 2011  | 34,5      | 5                      | 37,5           | 2                      | 40                                |
| 2012  | 35,8      | 4                      | 34             | 2                      | 40                                |
| 2013  | 38,2      | 5                      | 24,9           | 3                      | 45                                |
| 2014  | 33,8      | 6                      | 36             | 2                      | 40                                |
| 2015  | 33,2      | 7                      | 34,5           | 2                      | 35                                |
| 2016  | 31,9      | 6                      | 34             | 2                      | 36                                |
| 2017  | 36,6      | 7                      | 33,4           | 5                      | 45,4                              |
| 2018  | 31,55     | 2                      | 31             | 2                      | 32                                |
| 2019  | 37,4      | 5                      | 37             | 2                      | 42                                |
| 2020  | 38,1      | 6                      | 37,9           | 8                      | 48                                |

Graphique 9 : Moyenne annuelle des nitrates en eau brute pour le forage de Frasne-Le-Château et en eau distribuée sur l'ensemble de la chronique de 1993 à 2020 (en mg/L) (Source : AERMC, ARS et FREDON BFC)



## 2.2 Données remarquables

Tableau 13 : Synthèse des analyses des nitrates disponibles pour le forage de Frasne-Le-Château – 1993 à 2020

| Données remarquables sur les nitrates – 1993 à 2020 (28 années suivies) |                          |            |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|
| Nombre total d'analyses                                                 | 81 en eau brute          | 211        |
|                                                                         | 130 en eau distribuée    |            |
|                                                                         |                          |            |
| Moyenne de l'historique                                                 |                          | 34,59 mg/L |
| Valeur minimale                                                         | 05/03/1997               | 4,65 mg/L  |
| Valeur maximale                                                         | 07/05/2002               | 57,0 mg/L  |
|                                                                         |                          |            |
| Nombre de dépassements                                                  | Seuil des 50 mg/L        | 2          |
|                                                                         | Valeur guide des 25 mg/L | 192        |
|                                                                         |                          |            |

Tableau 14 : Synthèse des analyses des nitrates disponibles pour le forage de Frasne-Le-Château – 2017 à 2020

| Données remarquables sur les nitrates – 2017 à 2020 |                         |            |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|------------|
| Nombre total d'analyses                             | 20 en eau brute         | 37         |
|                                                     | 17 en eau distribuée    |            |
| Valeur minimale                                     | 29/01/2018              | 30 mg/L    |
| Valeur maximale                                     | 04/11/2020              | 48 mg/L    |
|                                                     | 06/11/2020              |            |
| Moyenne des 4 dernières années (2017-2020)          |                         | 36,24 mg/L |
| Nombre de dépassements des normes sanitaires        | Seuil des 50 mg/L       | 0          |
|                                                     | Valeur guide de 25 mg/L | 37         |

## 2.3 Synthèse

Le grand nombre de mesures disponibles montre une contamination relativement stable par les nitrates, depuis le début de la mise en place du suivi : on notera des variations importantes des concentrations du début des années 90 jusqu'en 2008, qui peuvent aller de 4,65 mg/L jusqu'à 57,0 mg/L. A partir de 2008, on observe une tendance au resserrement des teneurs dans une fourchette comprise entre 25 et 45 mg/L.

Lorsqu'on effectue les tests statistiques HYPE, **le test de Mann-Kendall dégage une tendance globale à la baisse des teneurs en nitrates, dans des proportions faibles** (-0,09 mg/L / an). Les deux autres tests ne sont pas significatifs (Mann-Kendall modifié et régression linéaire).

Par ailleurs, 2 ruptures ont été identifiées :

- Un changement de moyenne, en date du 05/10/2005. Ainsi après cette date, la moyenne des nitrates est légèrement moins élevée qu'avant (35,11 mg/L avant contre 34,3 mg/L après),
- Une inversion de tendance en date du 16/03/2016. Alors qu'avant cette date les teneurs en nitrates diminuaient, elles sont désormais orientées sur une légère hausse.

Ce constat peut peut-être s'expliquer par les conditions météo des dernières campagnes. Episodes pluvieux importants après des périodes de sécheresse, phénomènes propices au lessivage des nitrates. Les suivis futurs devront confirmer ou non cette tendance statistique.

### Niveau d'impact actuel des nitrates : modéré à élevé

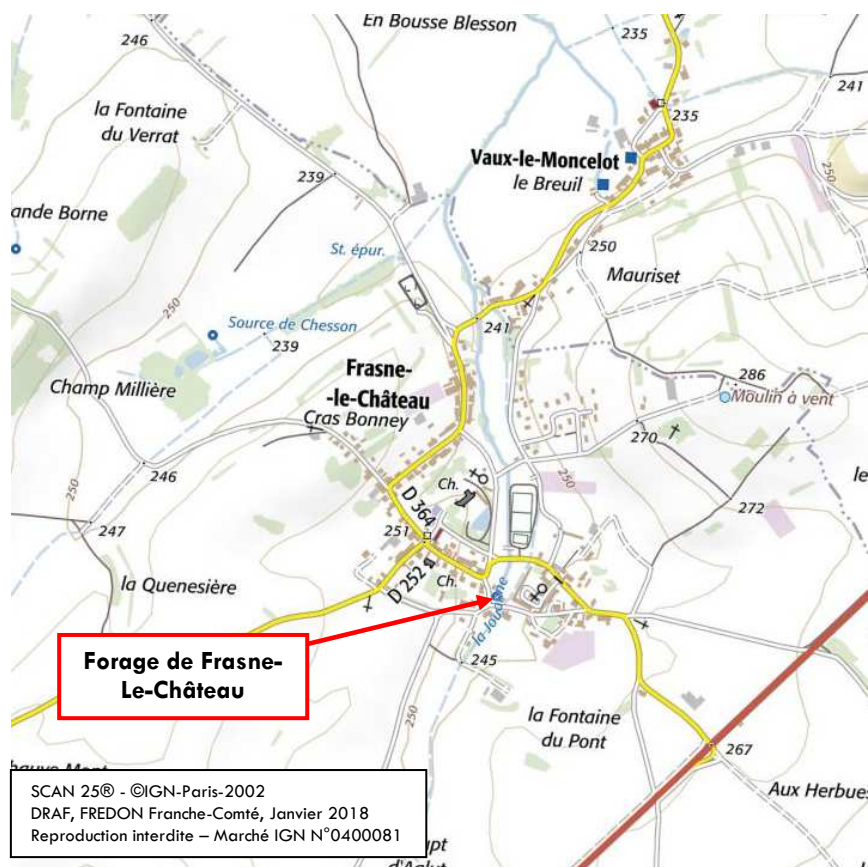
Avec une moyenne de 36,24 mg/L, la ressource est impactée de manière importante par les nitrates. Depuis 2017, les teneurs sont systématiquement au-delà de 30 mg/L, et les valeurs de l'automne 2020 flirtent avec le seuil réglementaire de 50 mg/L.

### Évolution de la qualité vis-à-vis des nitrates

Sur l'ensemble de la chronique, les nitrates présentent une très légère tendance à la baisse : la moyenne des teneurs diminue mais dans des proportions très faibles. Cependant, et comme identifié par le module statistique (illustration 1), une progression à la hausse depuis 2016 semble se dessiner (moyenne sur la chronique : 34,59 mg/L – moyenne sur 2017-2020 : 36,24 mg/L).

# FICHE DE SYNTHÈSE

## Localisation du point de suivi



**Station :** Forage de Frasne-le-Château

**Code BSS ancien :** 04722X0024/F

**Code BSS nouveau :** BSS001FYNA

**Code SOG :** GR560

**Altitude :** 246 m

**Commune :**

70 253 FRASNE-LE-CHATEAU

**Masse d'eau :**

Calcaires jurassiques des plateaux de Haute-Saône - FRDG123

**Entité hydrogéologique (BDLis) :**

Calcaires Du Jurassique Entre Saône Et Ognon

## Informations générales

**Usage :** Alimentation en eau potable

**Environnement :** Milieu rural – Grandes cultures et Polyculture / élevage

**Date d'engagement dans le programme d'action :** 2014

**Sensibilité SDAGE :** Pesticides

**Surface du BAC :** 675 ha

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

Au regard des données antérieures et de celles de la campagne 2020, la ressource du forage de Frasne-Le-Château montre une contamination très importante par les produits phytosanitaires, en lien principalement avec les produits phytosanitaires utilisés pour les grandes cultures (céréales, colza, maïs, soja, ...). Plus spécifiquement et pour les substances encore autorisées, la **bentazone**, le **chlortoluron**, le **métolachlore/S-métolachlore**, le **métaldéhyde**, la **propyzamide** ressortent comme les substances actives étant les plus problématiques sur la ressource. Pour certaines plus récemment que d'autres. Depuis 2017, et de manière croissante, ce sont les métabolites de la famille des chloroacétamides et dans une moindre mesure des oxyacétamides qui représentent une part importante de la contamination de la ressource (chronicité et concentrations).

En plus des molécules problématiques précédemment citées, le forage est aussi affecté par de nombreuses autres substances phytosanitaires qui ponctuellement peuvent être quantifiées à de très fortes concentrations (herbicides et fongicides) en lien avec les applications sur le terrain et le contexte pluviométrique lors de l'échantillonnage : rappelons que la diversité est de 90 molécules différentes, avec

670 quantifications pour 134 prélèvements sur la ressource. Cependant, il est à souligner que les 4 dernières campagnes de suivi (2017-2020) ont permis de mettre en évidence 27 nouvelles molécules, qui n'avaient jusqu'alors jamais été retrouvées et/ou recherchées au captage. Il est donc important de préciser que l'observation de contamination au captage est liée à la fréquence et au bon positionnement des analyses durant la campagne de suivi, en lien avec le contexte pluviométrique, mais aussi aux progrès technologiques des laboratoires.

| Suivi 2017-2020                                                                                              | Eau brute (EB) | Eau distribuée (ED) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|
| Nombre de prélèvements                                                                                       | 24             | 13                  |
| Fréquence de prélèvements contaminés                                                                         | 100%           | 100%                |
| Nombre de quantifications                                                                                    | 212            | 116                 |
| Moyenne des quantifications (µg/L)                                                                           | 0,142          | 0,088               |
| Nombre de dépassements des seuils de référence par molécule (DCE sur EB ou sanitaires sur ED)                | 40             | 14                  |
| Concentration maximale (µg/L)                                                                                | 7,5            | 0,98                |
| Concentration minimale (µg/L)                                                                                | 0,001          | 0,005               |
| Nombre de dépassements du seuil de 0,5 µg/L                                                                  | 10             | 4                   |
| Somme des concentrations maximale (µg/L)                                                                     | 8,2305         | 2,114               |
| Nombre de molécules quantifiées                                                                              | 54             | 26                  |
| Diversité moléculaire                                                                                        | 56             | 26                  |
| Diversité moléculaire totale (EB + ED)                                                                       | 57             |                     |
| Nombre de prélèvements présentant des dépassements des seuils de référence (DCE sur EB ou sanitaires sur ED) | 17             | 8                   |

*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 des phytosanitaires : très élevé

Le Forage de Frasne-Le-Château, en tant que source karstique, est alimenté en partie par des venues d'eau rapides, qui font du captage une ressource très vulnérable par rapport aux produits phytosanitaires. Les chiffres issus des suivis récents (2017-2020) le confirment : très grande diversité de molécules retrouvées (81 molécules, dont 71 sont quantifiées), nombre important de quantifications (212 quantifications), avec de fortes à très fortes concentrations (40 dépassements de la concentration prise en référence des 0,1 µg/L). Par ailleurs, nous pouvons observer l'impact des désherbages en grandes cultures (céréales, colza, maïs et/ou soja). Cependant et dans des conditions de prélèvements favorables aux transferts, des fongicides peuvent être également quantifiés avec des concentrations élevées. L'influence de la pluviométrie en amont des prélèvements, et le positionnement de ceux-ci jouent un rôle important dans la rapidité des transferts d'intrants et la contamination observée. Les trois dernières campagnes (2018-2020) se différencient particulièrement par une contribution plus ou moins importante dans la contamination des produits de dégradation (des chloroacétamides notamment). Néanmoins, l'impact des molécules recherchées de manière plus « classique » reste important sur ces années, et contribue à générer une dégradation sur les dernières campagnes.

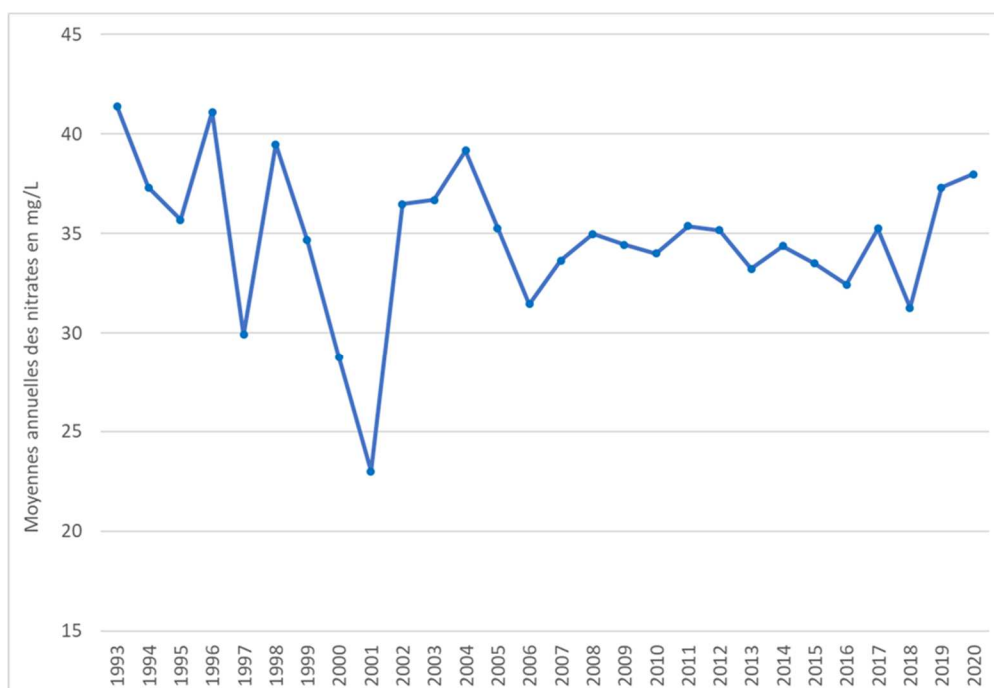
#### Évolution de la qualité vis-à-vis des phytosanitaires : dégradation

L'analyse de l'évolution de la contamination en eau brute, après avoir montrée depuis 2009 une tendance à l'amélioration, notamment sur l'aspect quantitatif, présente une dégradation sur les trois dernières campagnes. Cette dégradation s'observe à la fois sur les sommes des concentrations par prélèvement et sur le nombre de quantifications. Ce constat s'explique entre autres par l'impact important des « nouveaux métabolites », mais pas seulement. D'autres molécules phytosanitaires participent largement à cette contamination, ce qui permet de caractériser une dégradation pour de la qualité des eaux sur la période 2018-2020.

Ce constat vaut également pour l'eau distribuée, malgré la présence d'un traitement spécifique au charbon actif.

### Synthèse du suivi des nitrates (EB + ED)

| Suivi 2017-2020                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| Nb total d'analyses                             | 37    |
| Nb de dépassement du seuil sanitaire de 50 mg/L | 0     |
| Nb de dépassement des 25 mg/L                   | 37    |
| Concentration maximale (mg/L)                   | 48    |
| Moyenne (mg/L)                                  | 36,24 |



#### Niveau d'impact actuel des nitrates : modéré à élevé

Avec une moyenne de 36,24 mg/L, la ressource est impactée de manière importante par les nitrates. Depuis 2017, les teneurs sont systématiquement au-delà de 30 mg/L, et les valeurs de l'automne 2020 flirtent avec le seuil réglementaire de 50 mg/L.

#### Évolution de la qualité vis-à-vis des nitrates

Sur l'ensemble de la chronique, les nitrates présentent une très légère tendance à la baisse : la moyenne des teneurs diminue mais dans des proportions très faibles. Cependant, et comme identifié par le module statistique (illustration 1), une progression à la hausse depuis 2016 semble se dessiner (moyenne sur la chronique : 34,59 mg/L – moyenne sur 2017-2020 : 36,24 mg/L).

## 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 BFC** : 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

Annexe 1 : Résultats des analyses en eau brute pour le forage de Frasne-Le-Château – 1996 à 2010 (en µg/L) (Source : ARS, AERMC, FREDON BFC)

Prélèvement aléatoires – Prélèvement à risques

| Dates de<br>prélèvements | 2,4-MCPA | 2-hydroxy atrazine | Atrazine | Atrazine désisopropyl | Atrazine désisopropyl déséthyl | Atrazine déséthyl | Carbendazime | Chlortoluron | Clomazone | Diméthachlore | Epoxiconazole | Ethidimuron | Flazasulfuron | Fluquinconazole | Imidaclopride | Isoproturon | Linuron  | Méthazachlore | Méthachlore / S-Métholachlore | Napropamide | Pendiméthaline | Simazine | Terbuthylazine | Triclopyr | Somme des<br>concentrations | Somme des<br>concentrations +<br>métabolites non<br>pertinents | Nombre de<br>molécules par<br>prélèvement |
|--------------------------|----------|--------------------|----------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------|---------------|---------------|-------------|---------------|-----------------|---------------|-------------|----------|---------------|-------------------------------|-------------|----------------|----------|----------------|-----------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 15/07/96                 |          |                    | 0,34     |                       |                                |                   |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,34                        | 0,34                                                           | 1                                         |
| 11/09/96                 |          |                    | 0,03     |                       |                                |                   |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,03                        | 0,03                                                           | 1                                         |
| 14/10/96                 |          |                    | 0,07     |                       |                                |                   |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,07                        | 0,07                                                           | 1                                         |
| 13/05/97                 |          |                    | 0,23     |                       |                                |                   |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,23                        | 0,23                                                           | 1                                         |
| 28/10/97                 |          |                    | 0,08     |                       |                                |                   |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,08                        | 0,08                                                           | 1                                         |
| 02/06/98                 |          |                    | 0,132    |                       |                                |                   |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,132                       | 0,132                                                          | 1                                         |
| 07/10/98                 |          |                    | 0,043    |                       |                                |                   |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,043                       | 0,043                                                          | 1                                         |
| 01/06/99                 |          |                    | 0,05     |                       |                                |                   |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,05                        | 0,05                                                           | 1                                         |
| 11/07/00                 |          |                    | 1,35     | 0,11                  |                                | 0,47              |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               | 0,54                          |             |                |          |                |           | 2,47                        | 2,47                                                           | 4                                         |
| 29/05/01                 |          |                    | 0,08     | 0,09                  |                                |                   |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,17                        | 0,17                                                           | 2                                         |
| 18/10/01                 |          |                    | 0,05     |                       |                                | 0,11              |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,16                        | 0,16                                                           | 2                                         |
| 07/05/02                 |          |                    | 0,2      | 0,03                  |                                |                   | 0,441        |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          | 0,24          |                               |             |                |          | 0,1            |           | 1,011                       | 1,011                                                          | 5                                         |
| 30/10/02                 |          |                    | 0,04     |                       |                                |                   |              | 0,05         |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,09                        | 0,09                                                           | 2                                         |
| 18/04/05                 | 2,7      |                    |          |                       |                                | 0,08              |              | 0,17         |           |               |               |             |               |                 |               | 0,86        |          |               |                               |             |                |          |                |           | 3,81                        | 3,81                                                           | 4                                         |
| 09/07/07                 |          |                    |          |                       |                                | 0,05              |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 0,05                        | 0,05                                                           | 1                                         |
| 20/02/08                 |          | P* <0,1            | 0,02     |                       |                                | 0,06              |              | P* <0,05     |           |               |               |             |               |                 |               |             |          | P* <0,05      | P* <0,02                      |             |                |          |                |           | 0,08                        | 0,08                                                           | 6                                         |
| 09/04/08                 |          |                    | 0,02     |                       | 0,1                            | 0,05              |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          | P* <0,05      | P* <0,02                      |             |                |          |                |           | 0,17                        | 0,17                                                           | 5                                         |
| 13/08/08                 |          | P* <0,1            |          |                       |                                |                   |              |              |           |               | 0,02          |             |               | 0,03            | P* <0,05      |             |          |               | 0,39                          |             |                |          |                |           | 0,44                        | 0,44                                                           | 5                                         |
| 15/10/08                 |          | P* <0,1            | 0,02     |                       |                                | 0,06              |              |              |           |               |               | P* <0,05    |               |                 |               |             |          | P* <0,05      | P* <0,02                      |             |                |          |                |           | 0,08                        | 0,08                                                           | 6                                         |
| 11/02/09                 |          | P* <0,1            |          |                       |                                | P* <0,02          |              | 0,26         |           |               |               | P* <0,05    |               |                 |               |             |          | P* <0,05      | P* <0,02                      |             | P* <0,02       |          |                |           | 0,26                        | 0,26                                                           | 7                                         |
| 07/04/09                 |          |                    | P* <0,02 |                       | 0,11                           | 0,03              |              |              |           |               |               | P* <0,05    |               |                 |               |             |          | P* <0,05      | P* <0,02                      |             |                |          |                |           | 0,14                        | 0,14                                                           | 6                                         |
| 19/08/09                 |          | P* <0,1            | P* <0,02 |                       | P* <0,1                        | 0,03              |              |              |           |               |               | P* <0,05    |               |                 |               |             |          | P* <0,05      | P* <0,02                      |             |                |          |                |           | 0,03                        | 0,03                                                           | 7                                         |
| 14/09/09                 |          |                    |          |                       |                                |                   |              |              |           | 1,2           |               |             |               |                 |               |             |          |               |                               |             |                |          |                |           | 1,2                         | 1,2                                                            | 1                                         |
| 14/10/09                 |          | P* <0,1            | 0,02     |                       |                                | 0,04              |              | 0,32         | 0,61      | 4,5           |               | P* <0,05    | 0,16          |                 |               |             | P* <0,02 | P* <0,05      | P* <0,02                      | 1,9         |                |          |                | 0,06      | 7,61                        | 7,61                                                           | 13                                        |
| 02/02/10                 |          | P* <0,02           | P* <0,02 |                       |                                | 0,03              |              | P* <0,02     |           |               |               | 0,05        |               |                 |               |             |          | P* <0,02      | P* <0,02                      |             |                |          |                |           | 0,08                        | 0,08                                                           | 7                                         |
| 14/04/10                 |          |                    | 0,02     |                       | 0,1                            | 0,06              |              | P* <0,02     |           |               |               | 0,06        |               |                 |               |             |          | 0,05          | P* <0,02                      |             |                |          |                |           | 0,29                        | 0,29                                                           | 7                                         |
| 03/08/10                 |          | P* <0,02           | 0,02     |                       | 0,11                           | 0,06              |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          | P* <0,02      | P* <0,02                      |             | P* <0,02       |          |                |           | 0,19                        | 0,19                                                           | 7                                         |
| 13/10/10                 |          | P* <0,02           | P* <0,02 |                       | 0,11                           | 0,03              |              |              |           |               |               |             |               |                 |               |             |          | P* <0,02      |                               |             |                |          |                |           | 0,14                        | 0,14                                                           | 5                                         |

Annexe 1' : Résultats des analyses en eau brute pour le forage de Frasne-Le-Château – 2011 à 2016 (en µg/L) (Source : ARS, AERMC, FREDON BFC)

| Dates de<br>prélèvements | 2,4-D    | 2,6-Dichlorobenzamide | 2-hydroxy atrazine | AMPA     | Atrazine | Atrazine désisopropyl déséthyl | Atrazine déséthyl | Bentazone | Boscalid | Carbendazime | Carbétamide | Chloroméquat chlorure | Chlorofluron | Clomazone | Cyprodinil | Dichlorprop | Diffufénicanil | Diméthachlore | Diméthénamide/Diméthénamide-P | Ethidimuron | Flufenacet | Flurtamone | Imazalil | Imidaclopride | Iodosulfuron-méthyl | Isoproturon | Mépiquat chlorure | Mercaptodiméthur | Mesosulfuron méthyle | Métazachlore | Métolachlore / S-Métolachlore | Napropamide | Nicosulfuron | Pendiméthaline | Propyzamide | Prosulfocarbe | Prothioconazole | Simazine-hydroxy | Spiroxamine | Sulcotrione | Tébuconazole | Terbutylazine hydroxy | Triclopyr | Somme des<br>concentrations | Somme des<br>concentrations<br>+ métabolites<br>non pertinents | Nombre de<br>molécules<br>par<br>prélèvement |       |      |   |
|--------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------|----------|--------------------------------|-------------------|-----------|----------|--------------|-------------|-----------------------|--------------|-----------|------------|-------------|----------------|---------------|-------------------------------|-------------|------------|------------|----------|---------------|---------------------|-------------|-------------------|------------------|----------------------|--------------|-------------------------------|-------------|--------------|----------------|-------------|---------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|--------------|-----------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|------|---|
| 21/02/11                 |          |                       | 0,04               |          | 0,02     |                                | 0,05              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                |               |                               | P* <0,02    |            |            |          | P* <0,02      |                     |             |                   |                  |                      | P* <0,02     | P* <0,02                      |             |              |                |             | P* <0,02      |                 |                  |             |             |              |                       |           | 0,11                        | 0,11                                                           | 8                                            |       |      |   |
| 26/04/11                 |          |                       |                    |          | P* <0,02 | P* <0,1                        | 0,04              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                |               |                               |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      | P* <0,02     | 0,02                          |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           | 0,06                        | 0,06                                                           | 5                                            |       |      |   |
| 03/05/11                 |          |                       | 0,01               |          | 0,01     |                                | 0,03              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                |               |                               | 0,02        |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              | 0,05                  | 0,12      | 0,12                        | 5                                                              |                                              |       |      |   |
| 24/08/11                 |          |                       |                    |          | P* <0,02 |                                | 0,03              | 0,17      | 0,03     |              |             |                       |              |           |            |             |                |               |                               | P* <0,02    |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              | P* <0,02                      |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           | 0,23                        | 0,23                                                           | 6                                            |       |      |   |
| 18/10/11                 |          |                       |                    |          | P* <0,02 | P* <0,1                        | 0,03              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                |               |                               |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      | P* <0,02     |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           | 0,03                        | 0,03                                                           | 4                                            |       |      |   |
| 21/02/12                 |          |                       | 0,02               |          | 0,02     |                                | 0,03              |           |          |              |             |                       | 0,03         |           |            |             |                |               |                               | 0,02        |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             | 0,12                                                           | 0,12                                         | 5     |      |   |
| 24/04/12                 |          |                       |                    |          |          | P* <0,1                        | 0,03              | 0,21      | 0,03     |              | 0,08        |                       |              |           |            |             |                |               |                               |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               | 0,02        |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,37                                         | 0,37  | 6    |   |
| 28/08/12                 |          |                       |                    | 0,246    |          |                                | 0,02              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                |               |                               |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             | 0,266                                                          | 0,266                                        | 2     |      |   |
| 09/10/12                 |          |                       |                    | P* <0,05 |          |                                |                   |           | 0,02     |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,04          | 0,05                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               | 0,12        |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,23                                         | 0,23  | 5    |   |
| 12/02/13                 |          |                       | P* <0,02           |          |          |                                | P* <0,02          |           | P* <0,02 |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,04          | P* <0,02                      |             |            |            |          |               | P* <0,02            |             |                   |                  |                      |              |                               | 0,04        |              | P* <0,02       |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,08                                         | 0,08  | 8    |   |
| 16/04/13                 | P* <0,02 |                       | P* <0,02           |          |          |                                | P* <0,02          |           | P* <0,02 |              |             |                       |              | P* <0,02  |            |             | 0,49           | 0,09          | 0,02                          |             |            |            |          |               | 0,02                |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       | 0,06      | 0,68                        | 10                                                             |                                              |       |      |   |
| 27/08/13                 |          |                       | P* <0,02           |          |          |                                | 0,03              | 0,02      |          |              |             | 0,1                   |              |           |            |             |                | 0,02          |                               |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               | 0,02        |              |                |             |               |                 | P* <0,02         | 0,03        |             |              |                       |           | 0,22                        | 0,22                                                           | 8                                            |       |      |   |
| 15/10/13                 |          |                       | 0,03               |          |          | P* <0,1                        | P* <0,02          | 0,03      |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | P* <0,02      |                               |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,06                                         | 0,06  | 5    |   |
| 22/10/13                 |          |                       | 0,025              |          | 0,009    |                                | 0,025             |           |          |              |             |                       | 0,12         |           |            |             |                | 0,014         | 0,022                         |             | 0,034      |            |          | 0,016         | 0,011               |             |                   |                  |                      | 0,014        |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,29                                         | 0,29  | 10   |   |
| 11/02/14                 |          |                       | P* <0,02           | 0,1      |          |                                |                   | 0,02      |          |              | P* <0,02    | 0,03                  |              |           |            |             | 0,01           |               | P* <0,02                      |             |            |            |          |               |                     |             | P* <0,02          | 0,01             |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                |                                              | 0,17  | 0,17 | 9 |
| 08/04/14                 |          |                       | 0,02               |          | 0,01     |                                | 0,03              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,02          | 0,04                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              | 0,01                          |             |              |                | 0,01        |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,14                                         | 0,14  | 7    |   |
| 27/05/14                 |          |                       |                    |          |          |                                |                   |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | P* <0,05      | P* <0,05                      |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             | 0,08        |              |                       |           |                             | 0,08                                                           | 0,08                                         | 3     |      |   |
| 05/08/14                 |          |                       | P* <0,02           |          | 0,01     |                                | 0,04              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,03          | 0,03                          |             |            |            |          | 0,01          |                     |             |                   | P* <0,01         | 0,01                 |              |                               | 0,05        |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,18                                         | 0,18  | 9    |   |
| 06/10/14                 |          |                       | 0,02               |          | 0,01     | P* <0,1                        | 0,02              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,02          | 0,03                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              | 0,01                          |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              | P* <0,02              |           |                             | 0,11                                                           | 0,11                                         | 8     |      |   |
| 27/11/14                 |          |                       |                    |          |          |                                | P* <0,02          |           |          |              |             |                       | P* <0,05     |           |            |             |                |               | P* <0,05                      |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0                                            | < LQ  | 3    |   |
| 04/03/15                 |          | 0,02                  | P* <0,02           |          |          | P* <0,1                        | 0,02              |           |          |              |             |                       |              | 0,01      |            |             |                | 0,06          | 0,03                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,16                                         | 0,16  | 8    |   |
| 14/04/15                 |          |                       |                    |          |          |                                |                   |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,016         |                               |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,016                                        | 0,016 | 1    |   |
| 28/04/15                 |          |                       |                    |          |          | 0,031                          | 0,023             |           |          |              |             |                       |              |           | 0,008      |             |                | 0,05          | 0,023                         |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              | 0,005                         |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                |                                              | 0,14  | 0,14 | 6 |
| 10/06/15                 |          |                       | P* <0,02           |          | 0,01     | P* <0,1                        | 0,02              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,03          | 0,03                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,09                                         | 0,09  | 6    |   |
| 08/07/15                 |          |                       | 0,02               |          | 0,01     | P* <0,1                        | 0,02              |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,02          | 0,02                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,09                                         | 0,09  | 6    |   |
| 18/11/15                 |          |                       | 0,03               |          | 0,01     | P* <0,1                        | 0,03              |           |          |              |             | 0,01                  |              |           |            |             |                | 0,01          | 0,03                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              | 0,01                          |             |              |                |             | P* <0,01      |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,13                                         | 0,13  | 9    |   |
| 23/11/15                 |          |                       |                    |          |          | 0,03                           |                   |           |          |              |             |                       | 0,834        |           |            |             |                | 0,028         |                               | 0,033       | 0,038      | 0,095      | 0,031    |               | 0,059               |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 1,148                                        | 1,148 | 8    |   |
| 16/03/16                 |          |                       |                    |          |          |                                |                   |           |          |              |             |                       |              | 0,01      |            |             |                | 0,07          | 0,04                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              | 0,01                          |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                |                                              | 0,13  | 0,13 | 4 |
| 25/05/16                 |          |                       |                    |          |          |                                |                   | P* <0,02  |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,03          | 0,02                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               | P* <0,1         |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,05                                         | 0,05  | 4    |   |
| 06/06/16                 |          |                       |                    |          |          |                                | 0,006             |           | 0,021    | 0,014        |             |                       |              | 0,006     |            |             |                | 0,051         | 0,019                         |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              | 0,009                         |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,142                                        | 0,142 | 8    |   |
| 20/07/16                 |          |                       | 0,02               |          | 0,01     | P* <0,1                        |                   |           |          |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,03          | 0,02                          |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,08                                         | 0,08  | 5    |   |
| 03/11/16                 |          |                       |                    |          | 0,006    | 0,035                          | 0,027             |           | 0,008    |              |             |                       |              |           |            |             |                | 0,013         | 0,017                         |             |            |            |          |               |                     |             |                   |                  |                      |              |                               |             |              |                |             |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,106                                        | 0,106 | 6    |   |
| 23/11/16                 |          |                       | 0,02               |          |          |                                |                   | 0,02      |          |              |             | 0,01                  | 0,01         |           |            |             |                | 0,01          |                               |             | 0,04       |            |          | 0,01          | 0,09                |             |                   |                  |                      |              |                               | 0,02        |              | 0,23           | 0,01        |               |                 |                  |             |             |              |                       |           |                             |                                                                | 0,47                                         | 0,47  | 11   |   |

Annexe 1'' : Résultats des analyses en eau brute pour le forage de Frasne-Le-Château – 2017 à 2020 (en µg/L) (Source : ARS, AERMC, FREDON BFC)

| Dates de<br>prélèvements | Médicaments |          |                       |                    |      |          |                                |                   |           |           |          |              |           |             |                |         |         |                |               |                        |                   |                               |                               |                   |                   |          |             |            |                |                | Somme des<br>concentrations<br>+ métabolites<br>non pertinents | Somme des<br>concentrations<br>+ métabolites<br>non pertinents | Nombre de<br>molécules<br>par<br>prélèvement |            |               |            |          |               |             |              |         |            |             |              |                       |                       |                               |                  |                       |                  |             |              |                |         |            |             |             |           |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------|-------------|----------|-----------------------|--------------------|------|----------|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------|---------|---------|----------------|---------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------|------------|----------------|----------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|---------------|------------|----------|---------------|-------------|--------------|---------|------------|-------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|------------------|-------------|--------------|----------------|---------|------------|-------------|-------------|-----------|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                          | 2,4-D       | 2,4-MCPA | 2,6-Dichlorobenzamide | 2-hydroxy atrazine | AMPA | Atrazine | Atrazine désisopropyl déséthyl | Atrazine déséthyl | Benoxacor | Bentazone | Boscalid | Chlortoluron | Clomazone | Clopyralide | Cyprosulfamide | Dalapon | Dicamba | Diflufenicamil | Diméthachlore | Diméthachlore ESA (NP) | Diméthachlore OXA | Diméthachlore CGA 369873 (NP) | Diméthénamide/Diméthénamide-P | Diméthénamide ESA | Diméthénamide OXA | Ethéphon | Ethidimuron | Flufenacet | Flufenacet ESA | Flufenacet OXA |                                                                |                                                                |                                              | Fluroxypyr | Fluxapyroxade | Glyphosate | Imazamox | Imidaclopride | Isoproturon | Isoxaflutole | Lindane | Mésotrione | Métaldéhyde | Métazachlore | Métazachlore ESA (NP) | Métazachlore OXA (NP) | Métolachlore / S-Métolachlore | Métolachlore ESA | Métolachlore OXA (NP) | Métolachlore NOA | Napropamide | Nicosulfuron | Pendiméthaline | Phoxime | Prochloraz | Propyzamide | Prosulfuron | Quinmérac | Tébuconazole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 27/03/17                 |             |          |                       | 0,02               |      |          | 0,02                           |                   |           |           |          |              |           |             |                |         |         |                | 0,02          |                        |                   |                               |                               |                   |                   |          |             | 0,02       |                |                |                                                                |                                                                |                                              |            |               |            |          |               |             |              |         |            |             |              |                       |                       |                               |                  |                       |                  |             |              |                |         |            |             |             |           |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |