

# Suivi des eaux de drainage à Bourgneuf-la-Forêt 2017-2018



## *Rapport de Synthèse*



Parc d'activités du Laurier  
29 avenue Louis Bréguet  
85180 LE CHATEAU D'OLONNE  
Tél : 02 51 32 40 75 Fax : 02 51 32 48 03  
Email : [hydro.concept@wanadoo.fr](mailto:hydro.concept@wanadoo.fr)

Hydro Concept travaille selon la norme ISO 9001



|  |               |
|--|---------------|
| Suivi des eaux de drainage<br>à Bourgneuf-la-Forêt - 2017-2018 |               |
| Provisoire   |               |
| Définitif  |               |
| Date d'édition   | Décembre 2018 |

PROVISOR

## **SOMMAIRE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b><i>I - INTRODUCTION</i></b> .....              | <b>4</b>  |
| <b><i>II - CONTEXTE DE L'ETUDE</i></b> .....      | <b>5</b>  |
| 1 - LA GRANDE PRISE A BOURGNEUF-LA-FORET .....    | 5         |
| 1 - 1 Localisation du suivi .....                 | 5         |
| 1 - 2 Pente du terrain .....                      | 6         |
| 1 - 3 Géologie .....                              | 6         |
| 1 - 4 Pédologie .....                             | 6         |
| 1 - 5 Cartographie de la zone d'étude .....       | 7         |
| 2 - PRATIQUE CULTURALE .....                      | 7         |
| 2 - 1 Type .....                                  | 7         |
| 2 - 2 Calendrier .....                            | 8         |
| 2 - 3 Amendements .....                           | 9         |
| 2 - 4 Traitements .....                           | 9         |
| <b><i>III - METHODOLOGIE</i></b> .....            | <b>10</b> |
| 1 - SUIVI DU RESEAU DE DRAINAGE .....             | 10        |
| 1 - 1 Description .....                           | 10        |
| 1 - 2 Suivi thermique et débit .....              | 10        |
| 1 - 3 Suivi physico-chimique .....                | 11        |
| 1 - 4 Interprétation des résultats .....          | 12        |
| 1 - 5 Demi-vie .....                              | 14        |
| 2 - SUIVI DU RUISSELLEMENT .....                  | 14        |
| 2 - 1 Description .....                           | 14        |
| 2 - 2 Suivi physico-chimique .....                | 15        |
| 3 - PROCESSUS DE TRANSFERT .....                  | 15        |
| 3 - 1 Infiltration et ruissellement .....         | 15        |
| 3 - 2 Transfert des nitrates .....                | 16        |
| 3 - 3 Transfert des matières phosphorées .....    | 17        |
| 3 - 4 Transfert des pesticides .....              | 17        |
| 3 - 5 Transfert des matières en suspension .....  | 18        |
| 4 - SUIVI DU COLMATAGE .....                      | 19        |
| 5 - MACRO-INVERTEBRES .....                       | 20        |
| 5 - 1 Protocole de prélèvement .....              | 20        |
| 5 - 2 Protocole d'analyse .....                   | 21        |
| 5 - 3 Indices .....                               | 21        |
| 5 - 4 Etat écologique .....                       | 23        |
| <b><i>IV - ANALYSE DES RESULTATS</i></b> .....    | <b>25</b> |
| 1 - RELEVES METEO .....                           | 25        |
| 1 - 1 Relevés station Laval .....                 | 25        |
| 1 - 2 Relevés du syndicat .....                   | 25        |
| 2 - HYDROLOGIE DU VICOIN .....                    | 26        |
| 2 - 1 Hydrologie reconstituée du Vicoin .....     | 26        |
| 2 - 2 Hydrologie du Vicoin et précipitation ..... | 27        |
| 3 - SUIVI DU RESEAU DE DRAINAGE .....             | 28        |
| 3 - 1 Suivi thermique .....                       | 28        |
| 3 - 2 Estimation du débit restitué .....          | 29        |
| 3 - 3 Suivi macro-polluants .....                 | 31        |
| 3 - 4 Suivi pesticides .....                      | 32        |
| 3 - 5 Estimation du flux .....                    | 33        |
| 4 - SUIVI DU RUISSELLEMENT .....                  | 34        |
| 4 - 1 Suivi macro-polluants .....                 | 34        |
| 4 - 2 Suivi pesticides .....                      | 35        |

---

|   |           |
|---|-----------|
| 4 - 1 Estimation du flux .....                              | 37        |
| 5 - SUIVI DU COLMATAGE .....                                | 37        |
| 6 - LES INVERTEBRES BENTHIQUES .....                        | 38        |
| 6 - 1 I2M2 .....  | 38        |
| 6 - 2 OD Invertébrés .....                                  | 39        |
| 7 - DONNEES SUR LE BASSIN DU VICOIN .....                   | 39        |
| 7 - 1 MEST Vicoin .....                                     | 39        |
| 7 - 2 Macro-polluant.....                                   | 40        |
| 7 - 3 Pesticides .....                                      | 40        |
| 8 - SYNTHESE .....  | 40        |
| <b>V - PERSPECTIVES .....</b>                               | <b>42</b> |
| 1 - SUIVI DU DISPOSITIF .....                               | 42        |
| 2 - MOYENS POUR REDUIRE LES TRANSFERTS .....                | 42        |
| 2 - 1 Les pratiques agricoles limitant les transferts ..... | 43        |
| 2 - 2 Les dispositifs tampons .....                         | 44        |

## ***TABLEAUX ET FIGURES***

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Cartographie du réseau de drainage et de la zone de ruissellement .....                                  | 7  |
| Figure 2 : Calendrier culturel du maïs.....   | 8  |
| Figure 3 : Calendrier culturel du blé .....   | 9  |
| Figure 4 : Ruissellements, érosion hydrique et écoulements dans les réseaux de drainage dans un bassin versant..... | 16 |
| Figure 5 : Le cycle de l'azote [Nicolardot et al., 1996].....   | 16 |
| Figure 6 : Processus de rétention, de dissipation et de dispersion des pesticides dans le milieu. ....              | 18 |
| Tableau 7 : Correspondance entre les notes IBG et leur code couleur.....  | 21 |
| Tableau 8 : Catégories de pression prises en compte pour l'I2M2 (Mondy et al. 2012).....                            | 22 |
| Tableau 9 : Bornes des classes d'état écologique de l'I2M2.....   | 24 |
| Tableau 10 : Bornes des classes d'état écologique de l'IBG .....  | 24 |
| Tableau 11 : Données météo, station de Laval en 2017 et 2018.....   | 25 |
| Tableau 12 : Précipitations journalières .....  | 26 |
| Tableau 13 : Hydrologie reconstituée du Vicoin .....  | 26 |
| Tableau 14 : Hydrologie reconstituée du Vicoin et précipitation.....  | 28 |
| Figure 15 : Température de l'eau du réseau de drainage .....  | 29 |
| Figure 16 : Débit estimé du drain et précipitations observées .....   | 30 |

## I - INTRODUCTION

Hydro Concept a été mandaté par le syndicat du bassin du Vicoin afin de réaliser un suivi expérimental des eaux de drainage, et ruisselées sur une parcelle agricole.

L'étude consiste à mettre en place un système de mesure de débit sur un réseau de drainage existant, ainsi qu'un collecteur des eaux de ruissellement sur cette même parcelle.

Des analyses d'eaux sont également effectuées afin d'évaluer les éléments chimiques que l'on retrouve dans le réseau de drainage, ainsi que dans les eaux ruisselées.

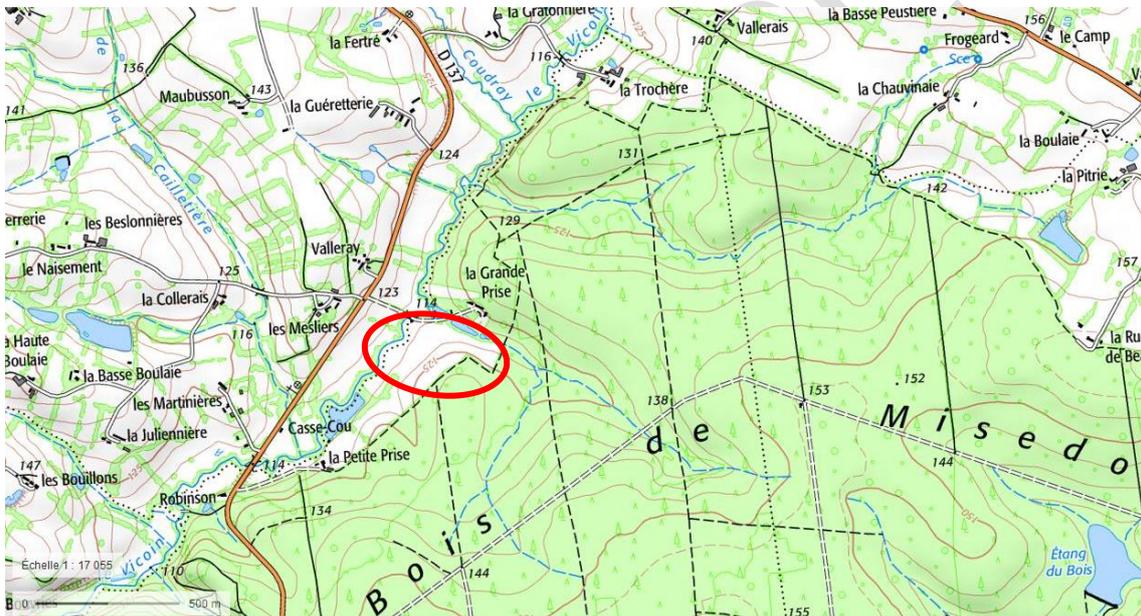
En parallèle une évaluation du colmatage, est effectuée sur le Vicoin au droit de la zone d'étude, ainsi que la réalisation d'un prélèvement de macro-invertébrés, selon la norme NF T90-333.

## II - CONTEXTE DE L'ETUDE

### 1 - La Grande Prise à Bourgneuf-la-Forêt

#### 1 - 1 Localisation du suivi

La zone est située en aval du chemin de la Grande Prise à Bourgneuf-la-Forêt (53). Le site d'étude est compris dans le champ cultivé, entre le Vicoin et le bois de Misedon.



Localisation du point de suivi



Vue aérienne (source géoportail)

## 1 - 2 Pente du terrain



Source géoportail

Représentation des zones ayant une valeur de pente supérieure à 10%.

## 1 - 3 Géologie

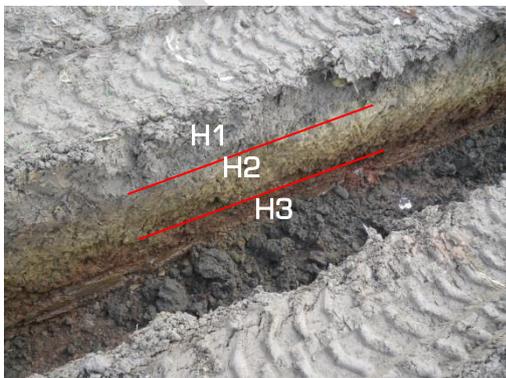
La partie basse des terrains, notamment en bordure du Vicoin, est constituée d'alluvions récentes holocènes (Fz). Ces alluvions résultent de l'accumulation de matériaux fins issus de la dégradation des différents faciès altéritiques et limoneux et transportés dans les vallées par ruissellement. Ces particules sont ensuite transportées par les cours d'eau et déposées dans les zones de calme relatif, le long du cours d'eau.

Ces dépôts sont susceptibles d'être remobilisés lors de chaque période de crue. Leur hydromorphie détermine souvent des zones à caractère humide. Le plan de drainage, indique la présence de source de joncs et de mouillère sur la zone d'étude, ce qui confirme le caractère humide de ce terrain.

La partie haute des terrains est constituée de formations (s3b) : siltites et quartzites sombres micacés.

## 1 - 4 Pédologie

Les sols sont dominés par des sols déposés sur des alluvions sur les parties basses, et des sols colluviaux et des sols bruns sur schistes à texture limono-argilo-sableuse, sur le reste des terrains.



Lors des travaux, une coupe des horizons superficiels du sol a pu être observée. Trois horizons (H) apparaissent présentant des degrés d'hydromorphie différents. L'observation de traces rédoxiques (couleur rouille) peu intenses entre 20 et 40 cm et intenses plus en profondeur, traduisent le battement de la nappe. La saturation du sol est plus temporaire au niveau de l'Horizon 2.

### 1 - 5 Cartographie de la zone d'étude

Le plan du réseau de drainage est joint en annexe.

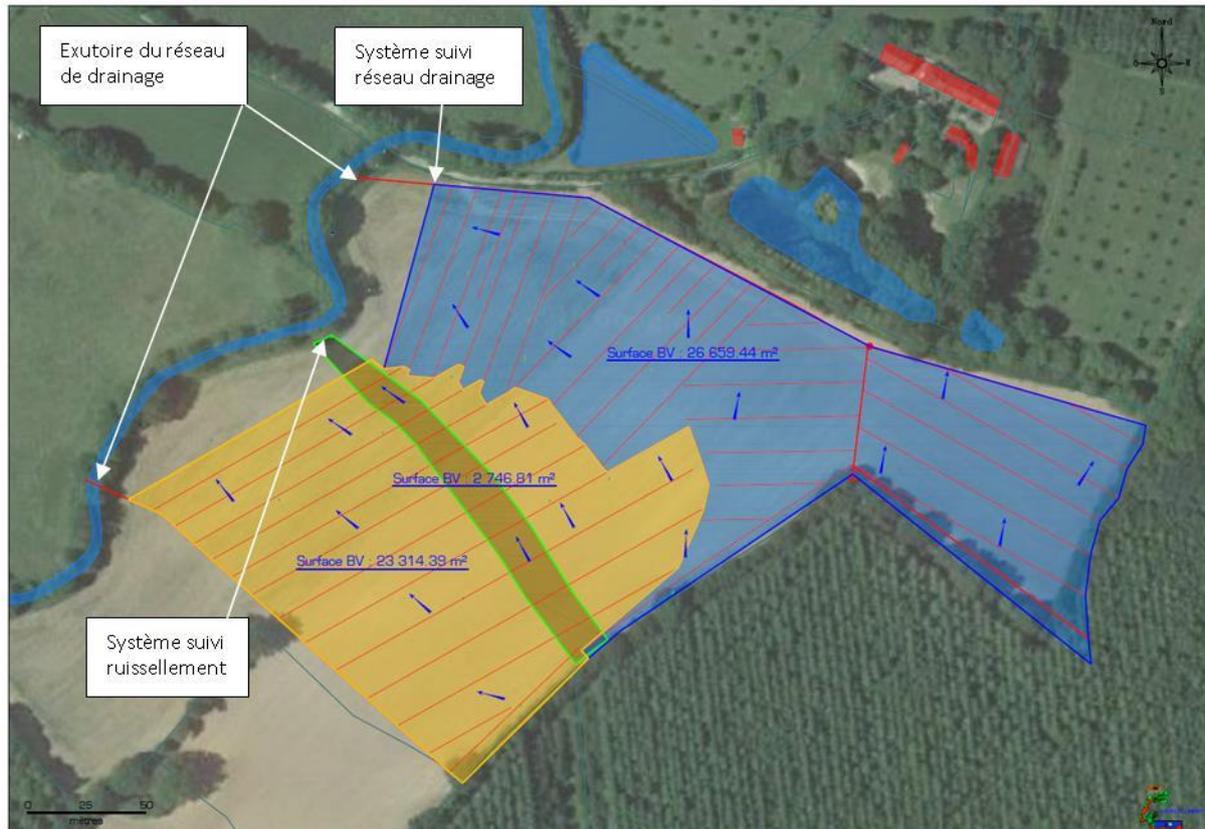


Figure 1 : Cartographie du réseau de drainage et de la zone de ruissellement

Le réseau de drainage est divisé en deux, l'étude se porte sur la partie le long du chemin, d'une surface de 26 659 m<sup>2</sup>.

Au sein de la seconde zone, une gouttière a été installée afin de suivre le ruissellement, le bassin estimé est de 2747 m<sup>2</sup>, avec une pente moyenne de 0.08 m/m. Le temps de concentration moyen est de 4.04 minutes. Ce temps correspond, à la durée que mettrait une goutte d'eau pour arriver à la gouttière, lors de précipitations, lorsque le sol est saturé en eau.

## 2 - Pratique culturale

### 2 - 1 Type

Sur cette parcelle, deux types de cultures ont été pratiquées, le blé d'hiver, et le maïs :

- En 2017, le maïs ;
- Fin 2017, mise en place du blé, suite aux précipitations hivernales et printanières de 2018, retour au maïs en 2018.



Blé, janvier 2018



Maïs, avril 2018



Maïs, juillet 2018

## 2 - 2 Calendrier

### 2 - 2 - 1 Calendrier cultural théorique

Ci-dessous est figuré le calendrier cultural du maïs et du blé à titre indicatif.

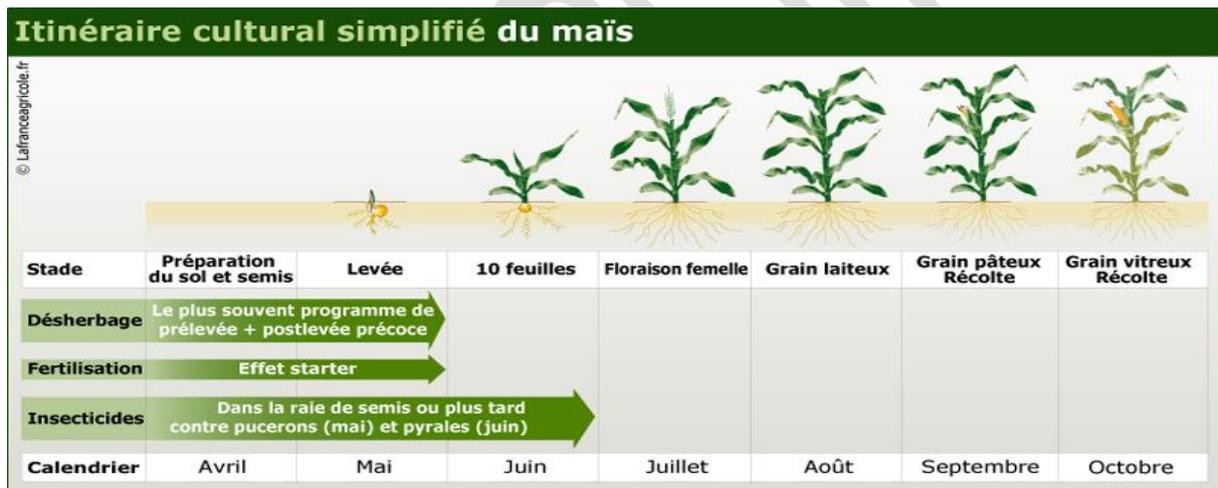


Figure 2 : Calendrier cultural du maïs

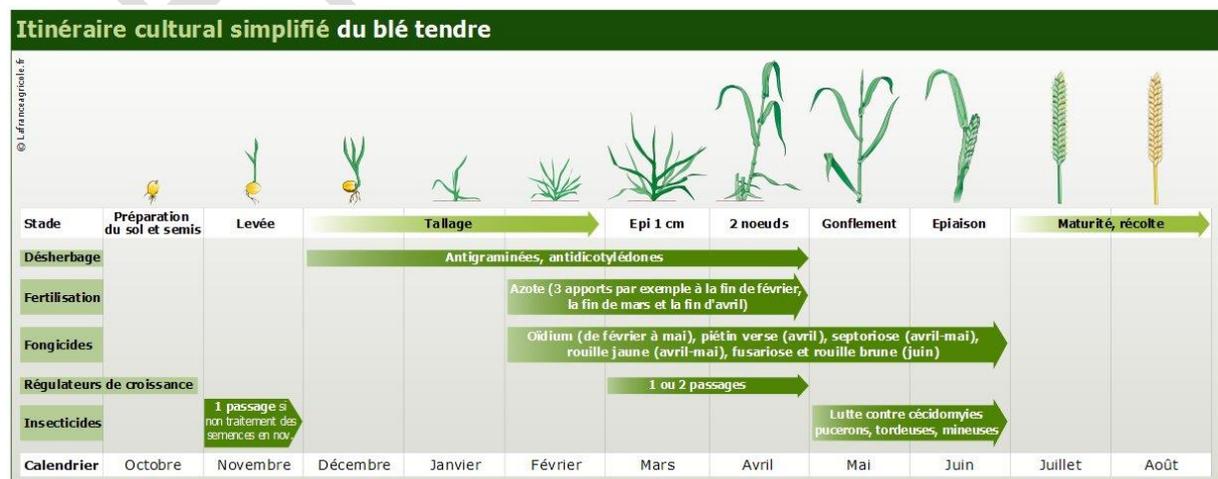


Figure 3 : Calendrier culturel du blé

*2 - 2 - 2 Calendrier culturel de la Grande Prise*

Ci-dessous est figuré le calendrier culturel de la Grande Prise.

|               | mais-17 | avr-17                                    | mai-17      | juin-17 | juil-17                                   | août-17 | sept-17 | oct-17                 | nov-17                           | déc-17 | janv-18 | févr-18 | mais-18                                  | avr-18                                    | mai-18 | juin-18 | juil-18 | août-18 | sept-18 | oct-18 |
|---------------|---------|---|-------------|---------|---|---------|---------|------------------------|----------------------------------|--------|---------|---------|--|---|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Fertilisation |         | Fumier Bovin<br>193 kg N/ha,<br>28/4/2017 |             |         |   |         |         |                        |                                  |        |         |         | apport engrais<br>150 kg/ha,<br>2/3/2018 | apport azote<br>250 kg N/ha,<br>13/4/2017 |        |         |         |         |         |        |
| désherbage    |         |   | isard 1l/Ha |         |   |         |         |                        |                                  |        |         |         |  |   |        |         |         |         |         |        |
| traitement    |         |   |             |         | Monarque,<br>Prévot, Manille<br>0.12 l/ha |         |         |                        | Défi 2.5 l/ha;<br>Hauban 95 g/ha |        |         |         |  |   |        |         |         |         |         |        |
| Récolte       |         |   |             |         |   |         |         | Ensilage et déchaumage |                                  |        |         |         |  |   |        |         |         |         |         |        |
| Semis         |         |   |             |         |   |         |         | semis Blé 30/10/2017   |                                  |        |         |         |  |   |        |         |         |         |         |        |

*2 - 3 Amendements*

Les amendements utilisés sont de différents types :

| Produit       | Usage              | Teneur                 |
|---------------|--------------------|------------------------|
| fumier bovins | apports organiques | 5.5 Kg/Tonne de fumier |
| Azote minéral | Apport en azote    |                        |

*2 - 4 Traitements*

Les traitements utilisés sont de différents types :

| Produit  | Usage                   | Dosage requis | Matières actives            |
|----------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| PENRO*   | Désherbant              |               | Pendiméthaline              |
| ISARD    | Désherbant après semis  | 1 l/ha        | Diméthénamide-p<br>(DMTA-P) |
| MONARQUE | Désherbant 5/6 feuilles | 0.12 l/ha     | Nicosulfuron                |
| PREVOT   | Désherbant 5/6 feuilles | 0.12 l/ha     | Mésotrione                  |
| MANILLE  | Désherbant 5/6 feuilles | 0.12 l/ha     | Bromoxynil                  |
| DEFI     | Désherbant déchaumeur   | 2.5 l/ha      | Prosulfocarbe               |
| HAUBAN   | Désherbant traitement   | 95 g/ha       | Isoxaben et Florasulame     |

Le Penro n'a pas été utilisé comme traitement en 2017 et 2018 sur ces parcelles ?

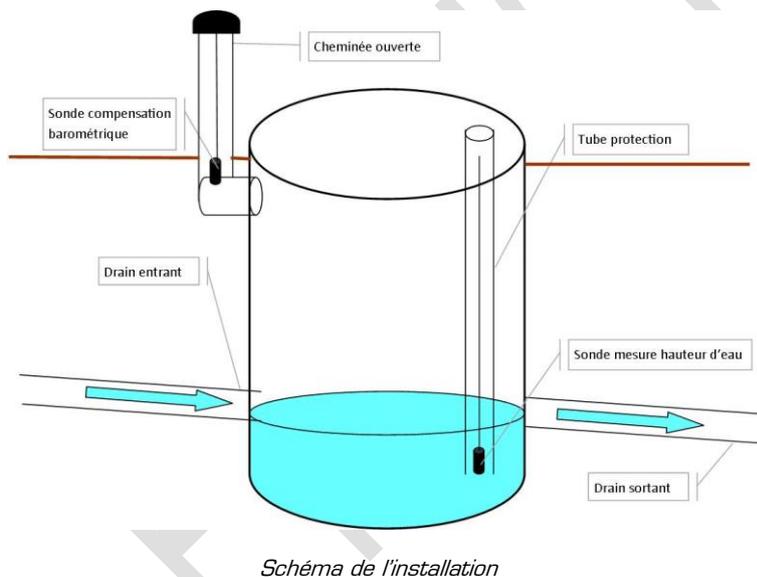
### III - METHODOLOGIE

## 1 - Suivi du réseau de drainage

### 1 - 1 Description

Afin d'étudier le réseau de drainage, une sonde a été installée dans une buse reliée au réseau de drainage, afin de pouvoir mesurer les variations de hauteurs d'eau dans le réseau, et par conséquent les variations de débit.

Une sonde est installée en parallèle, afin de mesurer la pression barométrique au sein du système, afin de réaliser une compensation barométrique lors de l'analyse des données. Celle-ci n'a été mise en place qu'à partir de mars 2018.



Photos de l'installation

### 1 - 2 Suivi thermique et débit

Le matériel employé est une sonde HOB0 U20L de marque ONSET. Les données sont exploitées par le logiciel HOBOWare®Pro, qui permet de configurer les enregistreurs pour recueillir les données de pression absolue et de température.

L'enregistreur est muni d'un capteur de pression en céramique, d'un boîtier résistant, et d'un capuchon de protection pour des déploiements dans des puits.

La sonde est autonome, alimentée par des batteries ayant une durée de vie de plusieurs années. Les mesures sont réalisées toute les demi-heures, et relevées régulièrement à l'aide d'un lecteur optique et d'un ordinateur portable.



Sonde HOBO U20, avant sa mise en place dans le puit de mesure



Lecteur optique et sonde HOBO U20

Une corrélation est faite entre les variations de hauteur d'eau mesurée, et le débit, à l'aide de formules utilisées hydrauliques.

Pour rappel ce débit est estimé, mais donne une information importante, vis-à-vis de l'évolution du débit dans le temps, du délai de réaction du réseau de drainage vis-à-vis des précipitations. Lors des forts épisodes pluvieux, le débit estimé est à relativiser, car le débit restitué est notamment sous influence du Vicoin, qui peut mettre en charge le réseau, lorsque le niveau d'eau du Vicoin est haut.

### 1 - 3 Suivi physico-chimique

Les prélèvements d'eau sont réalisés à l'aide d'une perche à la sortie du drain entrant, ou à l'aide d'un pichet inerte en sortie de drain en bordure du Vicoin (photo ci-contre).



L'eau est transvasée dans les flacons fournis par le laboratoire, puis ceux-ci sont déposés dans une glacière contenant des blocs eutectiques permettant d'avoir une température proche de 4°C.



Les échantillons sont ensuite déposés au laboratoire, moins de 24H après les prélèvements.

Les échantillons sont analysés par le LDA de la Mayenne à Laval, et INOVALYS à Nantes, selon les méthodes suivantes :

| paramètre  | unité  | Limite de quantification | Méthode d'analyse  | laboratoire |
|--|--------|--------------------------|--------------------|-------------|
| Matières en suspension (MEST)                    | mg/L   |                          | NF EN 872          | LDA 53      |
| Nitrates (NO <sub>3</sub> )                      | mg/L N | < 0.23                   | NF EN ISO 10304-1  | LDA 53      |
| Orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) | mg/L P | < 0.005                  | NF EN ISO 6878     | LDA 53      |
| Phosphore total (Ptot)                           | mg/L P | < 0.01                   | NF EN ISO 6878     | LDA 53      |
| Bromoxynil (= Bromoxynil phéol)                  | µg/L   | <0.02                    | Inj dir HPLC-MS/MS | INOVALYS    |
| Diméthénamid                                     | µg/L   | <0.01                    | Inj dir HPLC-MS/MS | INOVALYS    |
| Florasulam                                       | µg/L   | <0.02                    | Inj dir HPLC-MS/MS | INOVALYS    |
| Isoxaben   | µg/L   | <0.02                    | Inj dir HPLC-MS/MS | INOVALYS    |
| Pendiméthaline                                   | µg/L   | <0.005                   | SBSE-GC-MS/MS      | INOVALYS    |
| Prosulfocarbe                                    | µg/L   | <0.02                    | Inj dir HPLC-MS/MS | INOVALYS    |

## 1 - 4 Interprétation des résultats

Comme il n'existe pas de réglementation propre aux rejets de drains. Les résultats sont interprétés et comparés aux grilles de qualité en vigueur, notamment celles :

- SEQ-EAU V2 (classes de qualité par altération, pesticides sur eau brute) ;
- Grille de l'arrêté du 27/07/2018, état écologique des cours d'eau, paramètres physico-chimiques généraux ;
- Pour les micro-polluants, nous avons utilisés les NQE (Norme de Qualité Environnementale) indiquées dans les fiches de ces molécules, notamment les Moyennes Annuelles (MA) et les Concentrations Maximales Admissibles (CMA).

### 1 - 4 - 1 Macro-polluants

|           |       | Arrêté du 27/7/2018 (limite inférieure) |     |       |          |         |
|-----------|-------|---|-----|-------|----------|---------|
| paramètre | unité | Très bon                                | bon | moyen | médiocre | mauvais |
| MEST      | mg/l  |   |     |       |          |         |
| NO3       | mg/l  | 10                                      | 50  |       |          |         |
| Ptot      | mg/l  | 0.05                                    | 0.2 | 0.5   | 1        |         |
| PO4       | mg/l  | 0.1                                     | 0.5 | 1     | 2        |         |

|           |       | SEQ-EAU V2 (limite inférieure) |     |       |          |         |
|-----------|-------|--------------------------------|-----|-------|----------|---------|
| paramètre | unité | Très bon                       | bon | moyen | médiocre | mauvais |
| MEST      | mg/l  | 2                              | 25  | 38    | 50       |         |
| NO3       | mg/l  | 2                              | 10  | 25    | 50       |         |
| Ptot      | mg/l  | 0.05                           | 0.2 | 0.5   | 1        |         |
| PO4       | mg/l  | 0.1                            | 0.5 | 1     | 2        |         |

Nous utiliserons les grilles du SEQ-EAU V2 qui sont plus complètes. Nous calculerons la moyenne annuelle, ainsi que le percentile 90 (Q90), de la manière suivante :

- nombre analyse < 6 : pas de calcul de Q90 ;
- nombre analyse ≥ 6 :
  - classement des résultats par ordre décroissant ;
  - Rang du résultat à retenir = arrondis (0.9 x na + 0.5)
  - Exemple : 10 analyses : Q90 = 9,5 donc valeur de la 10<sup>e</sup> analyse

15 analyses : Q90 = 13,9 donc valeur de la 14<sup>e</sup> analyse. Actuellement nous avons 9 analyses du réseau de drainage et 3 pour le ruissellement. Nous utiliserons donc la valeur la plus élevée.

## 1 - 4 - 2 Micropolluant

| paramètre      | unité | Ineris |     | SEQ-EAU V2 (limite inférieure) |     |       |          |         |
|----------------|-------|--------|-----|--------------------------------|-----|-------|----------|---------|
|                |       | VGE    | MAC | Très bon                       | bon | moyen | médiocre | mauvais |
| Bromoxynil     | µg/l  | 0.5    |     |                                |     |       |          |         |
| Diméthénamid   | µg/l  | 0.2    | 1.3 |                                |     |       |          |         |
| Florasulam     | µg/l  |        |     |                                |     |       |          |         |
| Isoxaben       | µg/l  | 0.6    | 2.8 |                                |     |       |          |         |
| Pendiméthaline | µg/l  | 0.07   | 0.5 | 0.03                           | 0.3 | 1.1   | 2        |         |
| Prosulfocarbe  | µg/l  | 0.4    | 12  | 0.01                           | 0.1 | 1     | 2        |         |
| Total          | µg/l  |        |     | 0.5                            | 2   | 3.5   | 5        |         |

| paramètre      | unité | Arrêté du 27/7/2018 (limite inférieure) |           |       |          |         |
|----------------|-------|---|-----------|-------|----------|---------|
|                |       | Très bon                                | bon       | moyen | médiocre | mauvais |
| Bromoxynil     | µg/l  |   |           |       |          |         |
| Diméthénamid   | µg/l  |   |           |       |          |         |
| Florasulam     | µg/l  |   |           |       |          |         |
| Isoxaben       | µg/l  |   |           |       |          |         |
| Pendiméthaline | µg/l  |   | 0.02 µg/l |       |          |         |
| Prosulfocarbe  | µg/l  |   |           |       |          |         |

MAC : Concentration Maximale Admissible en eau douce

VGE eau douce : Moyenne Annuelle dans l'eau (eau non destinée à la production d'eau potable)

La concentration moyenne annuelle est calculée en faisant la moyenne des concentrations obtenues sur une année. Une concentration mesurée inférieure à la limite de quantification est remplacée, dans le calcul de la moyenne, par cette limite de quantification divisée par deux.

Lorsque la valeur moyenne calculée est inférieure à la limite de quantification maximale, il est fait référence à la valeur en indiquant «inférieure à la limite de quantification».

Lorsque le paramètre a été quantifié au moins une fois au cours de l'année, on compare la concentration maximale mesurée dans l'année à la NQE-CMA :

- si elle lui est supérieure, la norme n'est pas respectée;
- inversement, si elle lui est inférieure ou égale, la NQE-CMA est respectée.

Aucune donnée n'existe pour le Florasulam. Pour les autres molécules nous utiliserons les valeurs de l'Ineris et les valeurs du SEQ Eau V2, lorsqu'elles existent.

## 1 - 5 Demi-vie

Le temps nécessaire pour faire disparaître la moitié de la dose apportée d'une molécule est appelé temps de demi-vie ( $t_{1/2}$  ou DT50). Le temps de demi-vie est l'une des constantes qui caractérisent un pesticide.

Le tableau ci-dessous indique les DT50 et le comportement des pesticides utilisés.

| Molécule       | DT50 Ineris                           | Comportement dans l'environnement (Ineris)  |
|----------------|---------------------------------------|---|
| Bromoxynil     |                                       | DT50 dans le sol : 7j (Canada)  |
| Diméthénamid   | DT50 système = 13.7 à 16.4 j).        | Le Diméthénamide n'est pas hydrolysable. Le diméthénamide est photolysable de 13.7 à 16.4 jours, en fonction des conditions. Des demi-vies comprises entre 23 et 33 jours pour l'ensemble du système (eau/sédiment) ont été déterminées. DT50 dans le sol : 20j (Canada)  |
| Florasulam     |                                       | Pas de donnée disponible  |
| Isoxaben       | DT50 dans le sol : de 2.07 à 6.6 mois | L'isoxaben est résistant à l'hydrolyse, son temps de demi-vie est supérieur à 32 jours. L'isoxaben est photolysable de 4 à 30 jours, en fonction des conditions. L'isoxaben n'est pas facilement biodégradable. Sa demi-vie dans le sol est de 2,07 à 6,6 mois.   |
| Pendiméthaline | DT50 système total = 4 - 28 j).       | La pendiméthaline est dégradée par photolyse à la surface de l'eau, son temps de demi-vie est de 7 à 94j, en fonction des conditions. Dans un système sédiment/eau, la substance tend à se dissiper de l'eau vers les sédiments puis de s'y dégrader (DT50 système total = 4 - 28 j). DT50 dans le sol : 44j (Canada) |
| Prosulfocarbe  |                                       | Le prosulfocarbe n'est pas hydrolysable. Le prosulfocarbe n'est pas susceptible d'être dégradé par photolyse également. Le prosulfocarbe n'est pas facilement biodégradable   |

Ces données récoltées sur le site de l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques) pour ces différentes molécules, sont parfois incomplètes ou absentes. D'autres données récoltées dans d'autres pays peuvent servir de guide.

Il en ressort un manque d'information sur l'impact environnemental, de ces différentes molécules et de la persistance de ces éléments dans l'environnement.

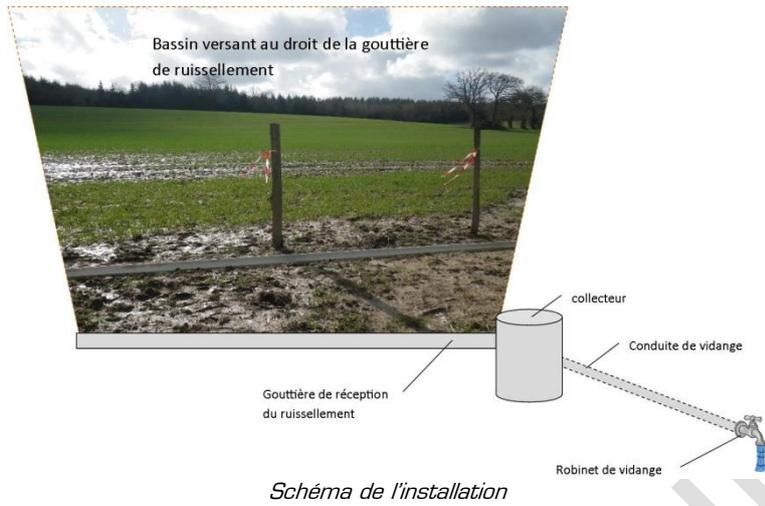
## 2 - Suivi du ruissellement

### 2 - 1 Description

Afin d'étudier le ruissellement, un collecteur de 300 mm de diamètre, a été installé à la sortie d'une gouttière de 8m de long, qui reçoit les écoulements superficiels, en cas de fortes pluies. La gouttière est installée à la limite entre la culture et la bande enherbée, à 5m du Vicoin.

Un robinet permet de vidanger le collecteur entre 2 épisodes pluvieux.

Les prélèvements sont réalisés ponctuellement, à la suite d'épisodes pluvieux importants, où un ruissellement superficiel est observé sur la parcelle cultivée.

*Photos de l'installation*

## *2 - 2 Suivi physico-chimique*

Les prélèvements sont réalisés à la sortie du robinet, à l'aide d'un seau inerte (photo ci-contre).

Les paramètres analysés sont les mêmes que ceux étudiés dans le réseau de drainage.



## 3 - Processus de transfert

### *3 - 1 Infiltration et ruissellement*

Le schéma ci-dessous figure les différentes phases et processus d'infiltration dans un réseau de drainage, et lors d'un ruissellement.

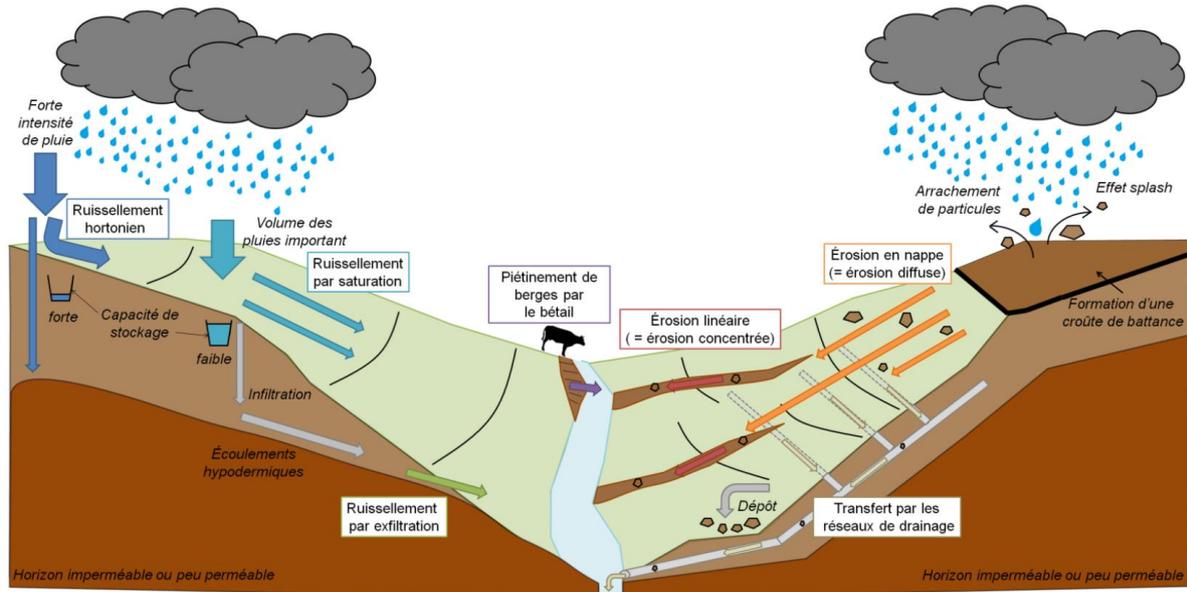


Figure 4 : Ruissellements, érosion hydrique et écoulements dans les réseaux de drainage dans un bassin versant

### 3 - 2 Transfert des nitrates

Texte issu de : Agence française pour la biodiversité - Irstea - Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole - Août 2017

L'ion nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) est une des formes minérales de l'azote, la plus facilement disponible et assimilable par les végétaux. Très soluble et peu retenu par les composés du sol, l'ion nitrate est facilement emporté par l'eau et constitue l'une des premières causes de pollution des eaux souterraines et superficielles. Il est notamment à l'origine, avec le phosphore, du phénomène d'eutrophisation et, à forte dose, peut se révéler toxique pour la vie animale.

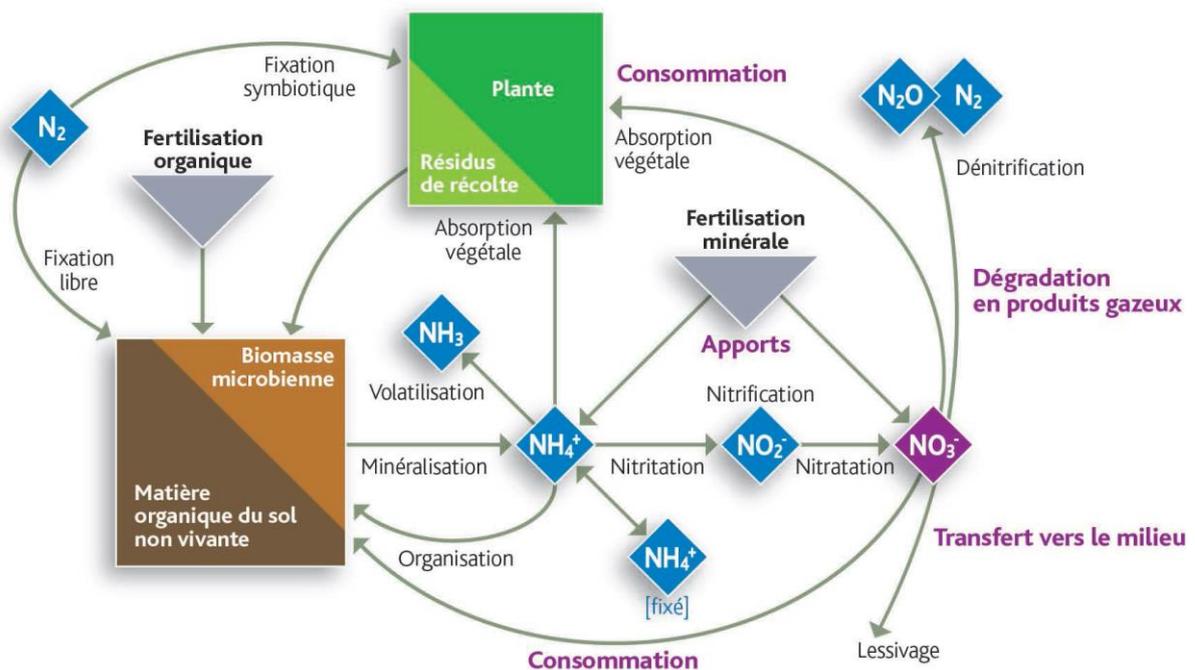


Figure 5 : Le cycle de l'azote (Nicolardot et al., 1996)

Les nitrates sont entraînés vers les milieux aquatiques récepteurs selon trois modes de transfert principaux : par les écoulements de subsurface dans le sol, via les drainages enterrés et par l'infiltration profonde vers les nappes. Ces transferts surviennent généralement durant les périodes d'excédent hydrique (principalement l'hiver), lorsque la réserve utile des sols est atteinte et qu'il y a peu de consommation par la végétation. L'eau en surplus circule alors verticalement ou latéralement à travers le sol en entraînant l'ion nitrate avec elle pour rejoindre les nappes souterraines ou les cours d'eau (processus de lixiviation). Les transferts de nitrate par ruissellement semblent en revanche négligeables mais peuvent concerner d'autres formes d'azote

### *3 - 3 Transfert des matières phosphorées*

Texte issu de : *Agence française pour la biodiversité - Irstea - Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole - Août 2017*

Comme l'azote, le phosphore est un nutriment indispensable à la bonne croissance des cultures. Si le phosphore ne présente pas de toxicité particulière pour le vivant, son excès est en revanche l'une des principales causes d'eutrophisation des milieux aquatiques de surface. Les sources de rejets dans l'environnement sont multiples : sources diffuses liées aux apports d'engrais minéraux ou organiques mais aussi sources ponctuelles liées aux rejets d'effluents de stations d'épuration et de réseaux d'assainissement, parfois défectueux, qui collectent des eaux chargées en détergents d'origine domestique ou industrielle.

L'assimilation du phosphore par les cultures est généralement limitée car celui-ci est difficilement disponible du fait de sa très forte affinité pour les particules de sol. Contrairement à l'azote, le phosphore ne subit pas de processus de transformation qui pourrait permettre un échange avec l'atmosphère (pas de forme gazeuse). Le phosphore a alors tendance à s'accumuler de manière plus ou moins prolongée dans le sol selon les conditions physico-chimiques (conditions rédox, pH...).

Si des phénomènes de remobilisation peuvent se produire avec un passage en solution d'une fraction du phosphore présent dans le sol (de l'ordre de 5 à 10 %, rarement plus), l'essentiel des apports de phosphore vers les milieux aquatiques s'effectue sous forme particulaire, en présence de ruissellements érosifs, lorsque les particules de sols sont arrachées puis entraînées par l'eau. Le devenir du phosphore est alors intimement lié à celui des matières en suspension.

### *3 - 4 Transfert des pesticides*

Texte issu de : *Agence française pour la biodiversité - Irstea - Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole - Août 2017*

En milieu agricole, les produits phytosanitaires regroupent un ensemble de substances (insecticides, herbicides, fongicides, molluscides), principalement destinées à lutter contre les organismes nuisibles pour les cultures (bio-agresseurs, plantes adventices).

Ils peuvent être appliqués de différentes manières (pulvérisation ciblant le sol ou le feuillage, traitements des semences et des plants...), à des doses et des époques spécifiques selon l'objectif recherché. Sur le plan sanitaire et environnemental, ils peuvent présenter une forte toxicité pour la vie animale, notamment en raison des phénomènes de bioaccumulation au travers de la chaîne alimentaire et d'effets cocktails encore mal connus.

La contamination des milieux aquatiques par les produits phytosanitaires fait intervenir un grand nombre de facteurs relativement complexes à appréhender. On retiendra que, lors d'un traitement et selon les conditions d'application (vent, humidité...), une proportion variable de

substance ne joue pas son rôle, soit qu'elle n'atteigne pas sa cible, soit que son effet soit retardé ou partiel. Cette quantité de substance résiduelle est alors soumise à différents processus de rétention, de dégradation ou de dispersion dans l'environnement.

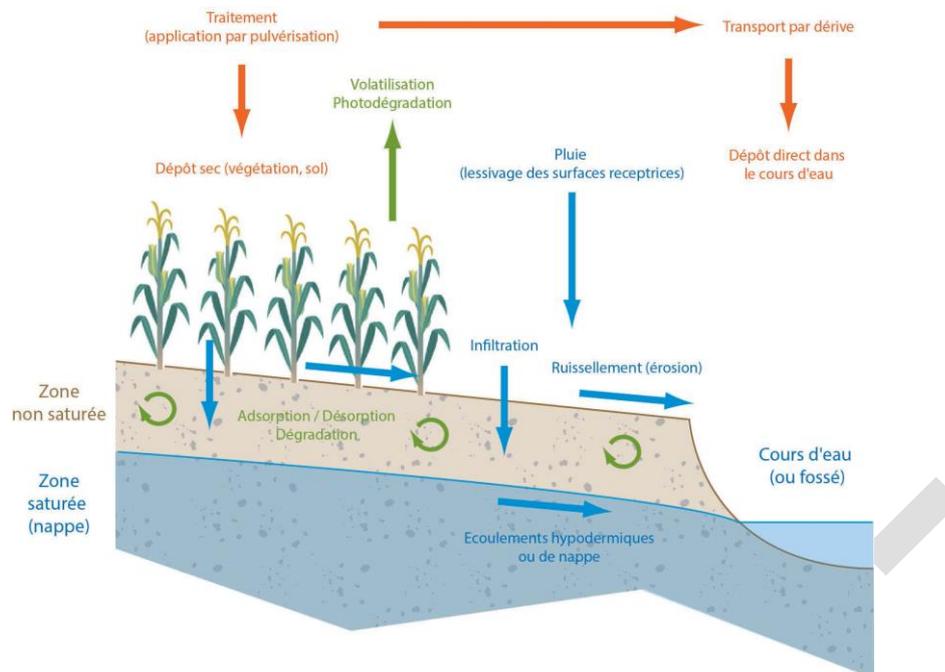


Figure 6 : Processus de rétention, de dissipation et de dispersion des pesticides dans le milieu.

En l'absence de pluies succédant à l'application et selon la substance appliquée, une partie sera susceptible de se volatiliser ou soumise à la photodégradation, phénomènes qui permettront de diminuer progressivement la quantité de substance résiduelle. Lorsqu'une pluie survient, les surfaces traitées (feuillage, sol) seront en revanche lessivées et les produits seront entraînés par l'eau au contact du sol et à travers celui-ci. On comprend ainsi que la durée séparant l'application de la première pluie significative constitue l'un des facteurs les plus importants vis-à-vis du risque de transferts des produits phytosanitaires (en termes de quantité « disponible » pour ces transferts).

### 3 - 5 Transfert des matières en suspension

Texte issu de : Agence française pour la biodiversité - Irstea - Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole - Août 2017

Les matières en suspension (MES) sont des particules solides, organiques et/ou minérales, généralement fines, transportées par l'eau et à l'origine de sa turbidité.

Les MES contribuent elles aussi à la dégradation des écosystèmes aquatiques : par réduction de la pénétration de la lumière, colmatage des habitats de la faune benthique et des frayères ou encore envasement des plans d'eau. Elles participent aussi à la modification de la composition chimique du milieu aquatique en véhiculant des éléments potentiellement polluants (bactéries, contaminants adsorbés dont phosphore, pesticides et métaux lourds). Les MES sont donc à la fois un facteur intrinsèque de dégradation de la qualité de l'eau et un vecteur de contaminants.

En milieu agricole, les MES proviennent en grande partie de la désagrégation et l'entraînement des particules de sols liés à l'érosion hydrique survenant dans les parcelles. Ce processus peut

apparaître lorsqu'un sol à faible stabilité structurale (pauvre en argile et en matière organique) et peu couvert est exposé aux pluies.

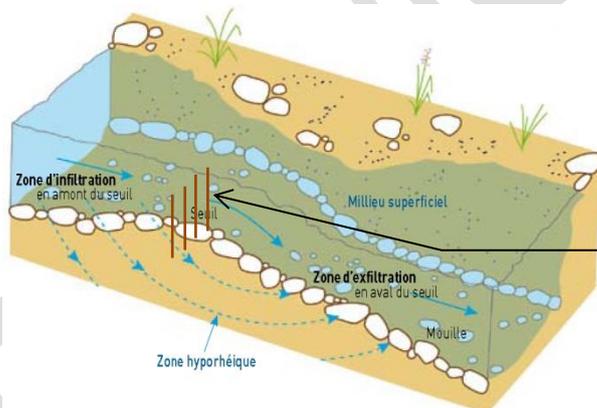
Parallèlement, les processus de lessivage à l'œuvre dans certains sols peuvent aussi conduire à retrouver des MES dans les eaux de drainage ou de percolation profonde. Les particules concernées sont alors généralement très fines (argiles).

## 4 - Suivi du colmatage

Le colmatage désigne les dépôts de sédiments fins ou de matières organiques issus du développement des activités humaines, qui s'infiltrent dans les interstices du benthos et de l'hyporhéos (Vanek, 1997). Il entraîne une modification des habitats, de la structure et de la stabilité du substrat, (...) conduisant à l'apparition de processus anaérobies (Bou 1977, Brunke 1999).

La méthode est basée sur le protocole CARHYCE, étant donné qu'aucune méthode fiable et reproductible n'est disponible. Il permet d'évaluer la profondeur d'oxygénation du substrat via le développement de bactéries sulfo-réductrices sur des supports en bois (Marmonier et al., 2004).

Cette méthode consiste à implanter dans les sédiments des substrats artificiels en bois pour une durée d'un mois. Au contact des zones désoxygénées, ces substrats artificiels changent de couleur, passant du brun jaunâtre au noir. L'activité des bactéries provoque ce changement de couleur, et permet d'observer les conditions d'oxygénation du milieu.



*Echanges entre le cours d'eau et la zone hyporhéique (Hyporhéos) - J. Gibert, UCBL HBES*

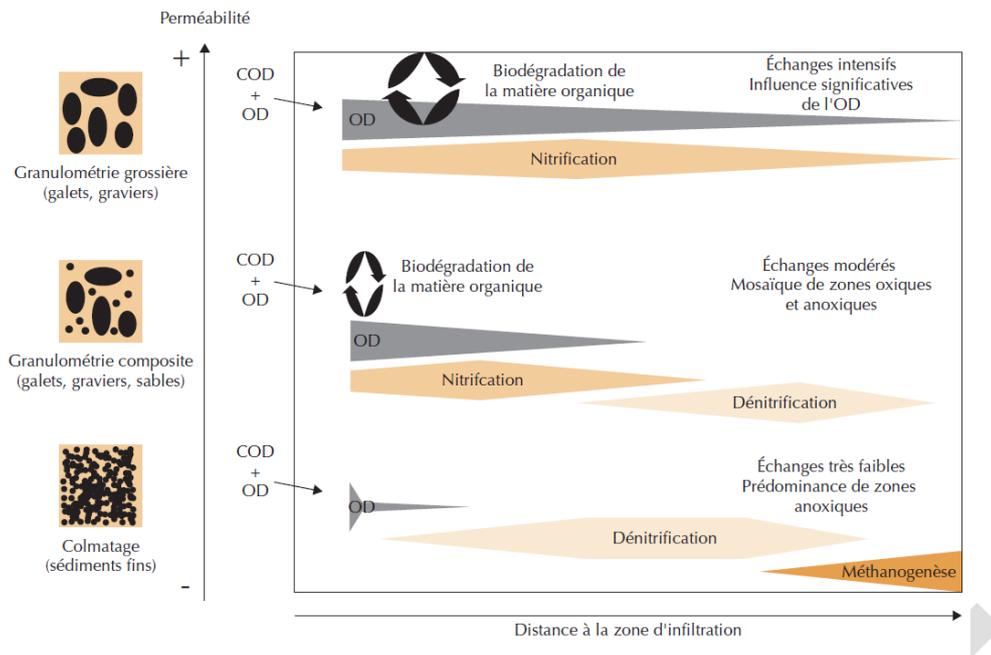
Zone d'implantation des bâtonnets



*Bâtonnet planté dans un radier*



*Exemple de bâtonnets récupérés après un mois de pose*



COD : carbone organique dissous.

OD : oxygène dissous.

Nitrification : production de nitrate à partir d'ammonium.

Dénitrification : élimination des nitrates en azote atmosphérique.

Méthanogénèse : réduction de composés organiques en méthane.

*Fonctionnement et processus biogéochimiques dans la zone hyporhéique en fonction du type de granulométrie (DATRY 2008)*

## 5 - Macro-invertébrés

La détermination de la qualité biologique des cours d'eau est basée notamment sur l'étude des invertébrés benthiques : invertébrés colonisant la surface et les premiers centimètres des sédiments immergés de la rivière et dont la taille est supérieure ou égale à 500  $\mu\text{m}$ .

Le peuplement benthique, intègre dans sa structure toute modification, même temporaire, de son environnement (perturbation physico-chimique ou biologique d'origine naturelle ou anthropique). Ces invertébrés constituent un maillon essentiel de la chaîne trophique de l'écosystème aquatique et interviennent dans le régime alimentaire de la plupart des espèces de poissons.

### 5 - 1 Protocole de prélèvement

#### 5 - 1 - 1 Protocole adapté aux cours d'eau peu profonds

Le prélèvement est réalisé conformément au protocole NF T 90-333, et l'analyse est réalisée selon la norme XP T 90-388. Le but est de réaliser un échantillonnage séparé des habitats dominants et marginaux. Il répond à trois objectifs principaux :

- Fournir une image représentative du peuplement d'invertébrés d'une station, mais en séparant la faune des habitats dominants et des habitats marginaux ;
- Répondre aux exigences de la DCE et être en meilleure cohérence avec les différentes méthodes utilisées au niveau européen ;
- Permettre le calcul de l'IBG-DCE, proche de l'IBGN (norme NF T90-350, 2004) ;
- Calculer l'Indice Invertébrés Multi-Métrique (I2M2), qui remplace l'indice IBG-DCE.

Pour obtenir un échantillon représentatif de la mosaïque des habitats dominants d'un site donné, et échantillonner les habitats marginaux. Le protocole préconise d'échantillonner 12 prélèvements en combinant :

- un échantillonnage des habitats dominants basé sur 8 prélèvements unitaires ;
- un échantillonnage des habitats marginaux, basé sur 4 prélèvements, qui permettra de garantir une conformité suffisante avec l'ancien protocole IBGN.

Les limites retenues tiennent compte de l'information écologique supplémentaire apportée par une identification au genre par rapport à la famille.

### 5 - 2 Protocole d'analyse



Les étapes suivantes sont réalisées au laboratoire, selon la norme XP T90-388 : traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau.

Les prélèvements sont triés au travers de tamis d'ouverture de 10 mm à 500 µm. Le prélèvement est scindé en plusieurs fractions. Dans chaque fraction, les invertébrés sont triés et regroupés, avant identification.

L'identification est réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire (objectif \*80) et d'un microscope (objectif \*100). Nous disposons de plusieurs ouvrages de détermination et de nombreuses publications, notamment le guide : Tachet H., 2010, Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie, systématique ...

Le dénombrement des invertébrés est exhaustif jusqu'à 20 individus. Au-delà, une estimation des abondances est réalisée.



### 5 - 3 Indices

#### 5 - 3 - 1 Indice cours d'eau peu profonds (IBG-DCE)

L'IBG est recalculé à partir des habitats marginaux et dominants (phase A et B). Cet indice varie de 1 à 20 et les notes se répartissent en cinq classes de qualité :

|          |            |         |          |          |               |
|----------|------------|---------|----------|----------|---------------|
| Note IBG | 20 - 17    | 16 - 13 | 12 - 9   | 8 - 5    | 4 - 1         |
| Qualité  | Très bonne | bonne   | passable | mauvaise | Très mauvaise |

Tableau 7 : Correspondance entre les notes IBG et leur code couleur

#### 5 - 3 - 2 Indice Invertébré Multi-Métrique (I2M2)

Contrairement à l'IBGN, l'I2M2 permet de prendre en compte 10 catégories de pressions liées à la qualité physico-chimique de l'eau ainsi que 7 catégories de pressions liées à l'hydromorphologie et à l'occupation du sol.

| Physico-chimie                       | Hydromorphologie         |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Matières organiques oxydables (MOOX) | Voies de communication   |
| Matières azotées (hors nitrates)     | Ripisylve                |
| Nitrates                             | Intensité d'urbanisation |
| Matières phosphorées                 | Risque de colmatage      |
| Matières en suspension (MES)         | Instabilité Hydrologique |

|   |   |
|---|---|
| Acidification                                 | Niveau d'anthropisation du bassin versant |
| Métaux  | Niveau de rectification                   |
| Pesticides                                    |   |
| Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) |   |
| Micropolluants organiques                     |   |

Tableau 8 : Catégories de pression prises en compte pour l'I2M2 (Mondy et al. 2012)

Plus de 2500 métriques ont été testées lors de l'élaboration de l'indice I2M2, pour répondre à ces pressions. Cinq métriques ont été retenues pour le calcul de l'indice :

- L'indice de diversité de Shannon-Weaver, calculé à l'échelle des habitats les plus biogènes (bocaux B1+B2). Il permet d'évaluer l'hétérogénéité et la stabilité de l'habitat en prenant en compte la richesse et l'abondance relative de chaque taxon. Plus l'indice est élevé, plus la diversité taxonomique est grande.
- L'indice ASPT (Average Score Per Taxon, Armitage et al., 1983), calculé à l'échelle des habitats dominants (bocaux B2+B3), correspond au niveau de polluo-sensibilité moyen (de 0 à 10) de l'assemblage faunistique. Chaque taxon (identifié à la famille) représenté par au moins un individu est affecté d'un score selon le niveau de polluo-sensibilité du taxon (ex : 10 pour les Perlodidae, 3 pour les Planorbidae...);
- La fréquence relative des taxons polyvoltins, calculée à l'échelle de tous les habitats (bocaux B1+B2+B3). C'est une modalité du trait biologique « Nombre de générations par an » (Tachet & al. 2010). Elle renseigne sur l'instabilité d'un habitat (pressions anthropiques +/- intenses, et/ou fréquentes). C'est un avantage adaptatif, qui permet à des taxons de produire plusieurs générations par an. Les taxons polyvoltins ont donc plus de chance de survivre à des perturbations du milieu que les taxons à cycle long.
- La fréquence relative des taxons ovovivipares, calculée à l'échelle de tous les habitats (bocaux B1+B2+B3). C'est une modalité du trait biologique « Mode de reproduction » (Tachet & al. 2010). Elle renseigne sur les dégradations de l'habitat (notamment d'un point de vue de la qualité physico-chimique de l'eau). c'est un avantage adaptatif permettant l'incubation et l'éclosion des œufs dans l'abdomen de la femelle, avant expulsion des petits dans le milieu aquatique. Les taxons ovovivipares ont donc plus de chances que les autres taxons de survivre dans un cours d'eau perturbé.
- La richesse taxonomique, calculée à l'échelle de tous les habitats (bocaux B1+B2+B3), permet de décrire l'hétérogénéité de l'habitat à un instant donné (plus il y a de niches écologiques potentielles dans un milieu et plus il y a de taxons).

Conformément aux exigences de la DCE, chaque métrique s'exprime sous la forme d'EQR (Ecological Quality Ratio) qui correspond à la mesure d'un écart entre une situation observée et une situation de référence (absence de perturbation anthropique) sur une échelle de 0 (mauvais) à 1 (référence).

Un sous-indice est calculé par type de pression, il est le résultat de la combinaison des 5 métriques.

L'indice final (I2M2) est la moyenne arithmétique des 17 sous-indices :

$$I_2M_2 = \frac{\sum(i_2m_2^{pressure})}{17}$$

### 5 - 3 - 3 OD Invertébrés

Par ailleurs, un « outil diagnostique » associé à l'I2M2 permet de produire un diagramme présentant les probabilités de pressions anthropiques sur le peuplement benthique. Un risque de pression est considéré comme significatif lorsqu'il est supérieur à 0,5.

*Cet outil est à utiliser avec prudence, il donne une indication sur la probabilité qu'un ou plusieurs types de pression soient susceptibles d'avoir un effet significatif sur le peuplement d'invertébrés. Les probabilités d'impact ne constituent pas des preuves irréfutables de la présence d'une pression. Ces informations peuvent orienter le gestionnaire mais nécessitent d'être confirmés par l'étude d'autres types de données.*

#### 5 - 3 - 4 Indices complémentaires

Quatre indices complémentaires ont été calculés à partir des listes faunistiques :

##### L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') :

Cet indice est basé sur le nombre d'individus d'une espèce donnée, sur le nombre total d'individus et sur la richesse taxonomique.

| Note H'          | <1   | 1 à 3                                 | >3                                 |
|------------------|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| Caractéristiques | structure du peuplement très déséquilibrée | structure du peuplement déséquilibrée | structure du peuplement équilibrée |

##### L'indice d'équitabilité (J') ou de Régularité (R) de Pielou:

Cet indice représente le rapport de H à l'indice maximal théorique (Hmax).

| J'                             | Proche de 1  | Proche de 0.8         | Proche de 0  |
|--------------------------------|--|-----------------------|--|
| Caractéristiques du peuplement | Milieu favorable au développement des espèces, pas d'espèces prédominantes | proche de l'équilibre | déséquilibré, milieu favorable au développement de certaines espèces, souvent peu exigeantes |

##### L'Indice EPT :

L'indice EPT correspond à la somme du nombre de taxons dans chacun des trois ordres suivant : Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères, taxons considérés comme les plus polluosensibles.

##### Les traits biologiques :

A l'aide des données écologiques des taxons issues de : Tachet & al. 2010, *Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie*, les éléments suivants ont été évalués :

Le degré de trophie qui permet de distinguer les eaux eutrophes riches en nutriments (azote et phosphore), des eaux oligotrophes, eaux pauvres pour ces deux éléments.

La valeur saprobiale des taxons qui permet d'établir la proportion d'invertébrés polluo-résistants (polysaprobies et mésosaprobies), et d'invertébrés faiblement polluo-résistants (xénosaprobies et oligosaprobies).

#### 5 - 4 Etat écologique

La définition de l'état écologique est définie à l'aide de l'arrêté du 27 juillet 2018. Il est calculé à l'aide de l'hydro-écorégion (HER), du rang de la masse d'eau du cours d'eau, et des résultats des indices IBG-DCE ou I2M2.

L'état écologique est défini à l'aide d'une grille où l'on retrouve cinq classes d'état écologique. Les valeurs limites de chaque classe sont exprimées en EQR (Ecological Quality Ratio).

## 5 - 4 - 1 Etat écologique avec l'I2M2

| HER2 | Rang LB | Limites inférieures des classes d'état de l'I2M2 |       |       |          |         |
|------|---------|--|-------|-------|----------|---------|
| 117  | 3/5     | 0.665  | 0.443 | 0.295 | 0.148    | 0       |
|      |         | Très bon   | bon   | moyen | médiocre | mauvais |

Tableau 9 : Bornes des classes d'état écologique de l'I2M2

PS : Actuellement seule la classe d'état définie par l'IBG, est retenue. Ce n'est qu'à partir de 2019, que l'I2M2 remplacera l'IBG.

## 5 - 4 - 2 Etat écologique avec l'IBG-DCE

Le Vicoin et ses affluents appartiennent à l'hydro-écorégion du Massif armoricain Nord Est (n°55), la masse d'eau du cours d'eau est de rangs 3 à 5 dans le bassin Loire-Bretagne.

| HER2 | Rang LB | Valeur référence du type | Limites inférieures des classes d'état d'IBG en EQR |         |         |          |         |
|------|---------|--------------------------|---|---------|---------|----------|---------|
| 55   | 3/5     | 16                       | 0.93750   | 0.81250 | 0.56250 | 0.31250  | 0       |
|      |         |                          | très bon  | bon     | moyen   | médiocre | mauvais |

Tableau 10 : Bornes des classes d'état écologique de l'IBG

La note EQR pour l'IBG est calculée de la manière suivante :

$$\text{EQR IBG} = (\text{IBG observé} - 1) / (\text{note de référence du type} - 1)$$

## IV - ANALYSE DES RESULTATS

### 1 - Relevés météo

#### 1 - 1 Relevés station Laval

Les données sont issues de la station Météo France de Laval (53).

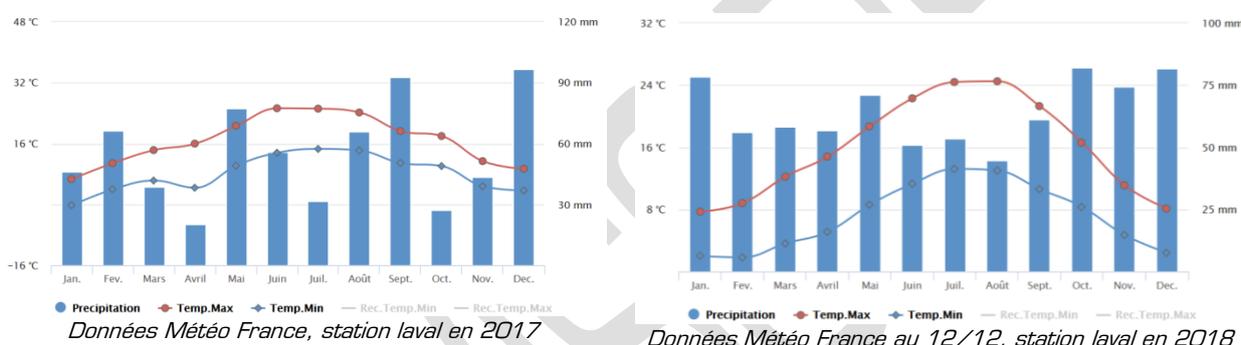


Tableau 11 : Données météo, station de Laval en 2017 et 2018

En 2017, les précipitations sur Laval étaient légèrement plus faibles que la normale (740 mm), avec 662 mm au total. Alors qu'en 2018, les précipitations sont légèrement supérieures à la normale, avec toutefois un été très sec entre juillet et octobre.

#### 1 - 2 Relevés du syndicat

##### 1 - 2 - 1 Relevés mensuelles

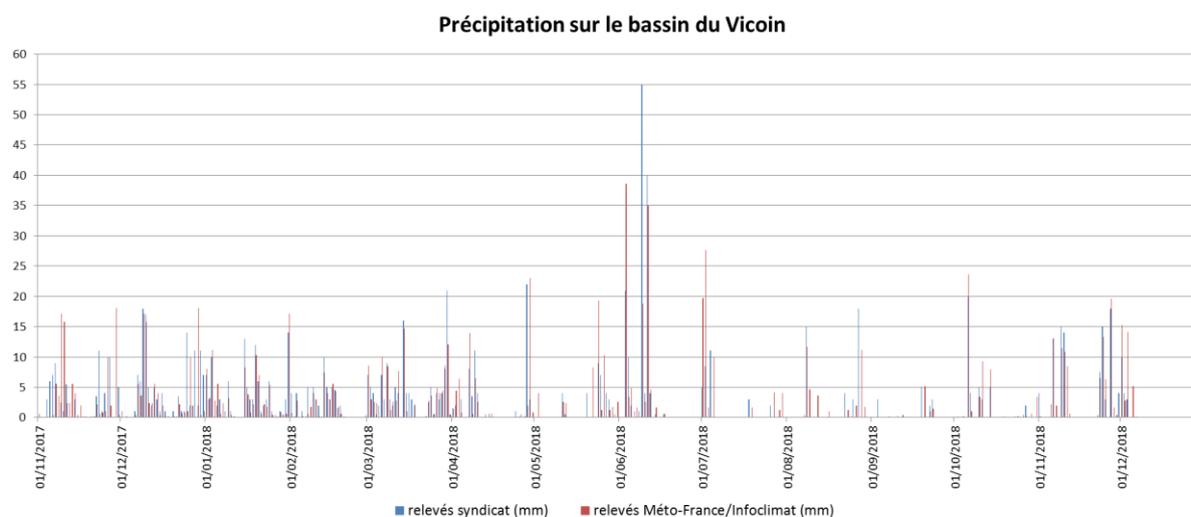
Les données ci-dessous permettent de comparer les données mensuelles obtenues sur les sites internet de Météo France, et les données du syndicat récoltées (où).

L'écart entre les deux sources de données est faible de l'ordre de 10% en 2017 et moins de 1% en 2018, ce qui témoigne de la fiabilité de celle-ci.

|                   | janv-17 | févr-17 | mars-17 | avr-17 | mai-17 | juin-17 | juil-17 | août-17 | sept-17 | oct-17 | nov-17 | déc-17 | Total |
|-------------------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|
| Syndicat (mm)     |         |         |         | 29     | 81     | 58      | 51.5    | 52.5    | 108     | 33.5   | 71.5   | 125.7  | 610.7 |
| Météo France (mm) | 46      | 66.2    | 38.5    | 20.3   | 77.2   | 55.7    | 31.7    | 65.9    | 92.8    | 27.3   | 43.4   | 96.7   | 511   |
|                   | janv-18 | févr-18 | mars-18 | avr-18 | mai-18 | juin-18 | juil-18 | août-18 | sept-18 | oct-18 | nov-18 | déc-18 | Total |
| Syndicat (mm)     | 106.5   | 55      | 129     | 60     | 32     | 138     | 29.5    | 40      | 13      | 39     | 96.5   |        | 738.5 |
| Météo France (mm) | 99.9    | 41.2    | 108.7   | 64     | 53.7   | 112.6   | 69.8    | 37.6    | 8.4     | 50.8   | 97     |        | 743.7 |

Le total de 2017, n'a été effectué qu'entre avril et décembre, afin de comparer les données. Actuellement nous avons les données de précipitations du syndicat, jusqu'au 3/12/2018 inclus.

## 1 - 2 - 2 Précipitation journalière



**Tableau 12 : Précipitations journalières**

Ce graphique permet de visualiser les données journalières récoltées par le syndicat et météo-France. On constate une bonne corrélation des données entre les deux sources.

## 2 - Hydrologie du Vicoin

### 2 - 1 Hydrologie reconstituée du Vicoin

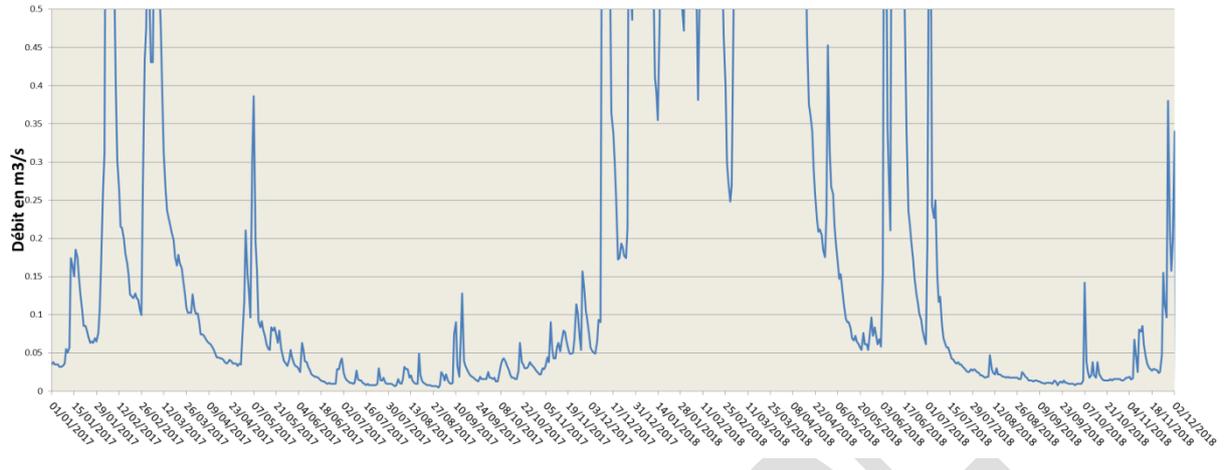
Ci-dessous est figuré le débit du Vicoin reconstitué au niveau du pont de la Grande Prise, avec un bassin versant estimé à 37.2 km<sup>2</sup>. Les données sont issues de la banque hydro, et de la station de Nuillé-sur-Vicoin (M35040010). Les données sont indiquées jusqu'au 2/12/2018.



**Tableau 13 : Hydrologie reconstituée du Vicoin**

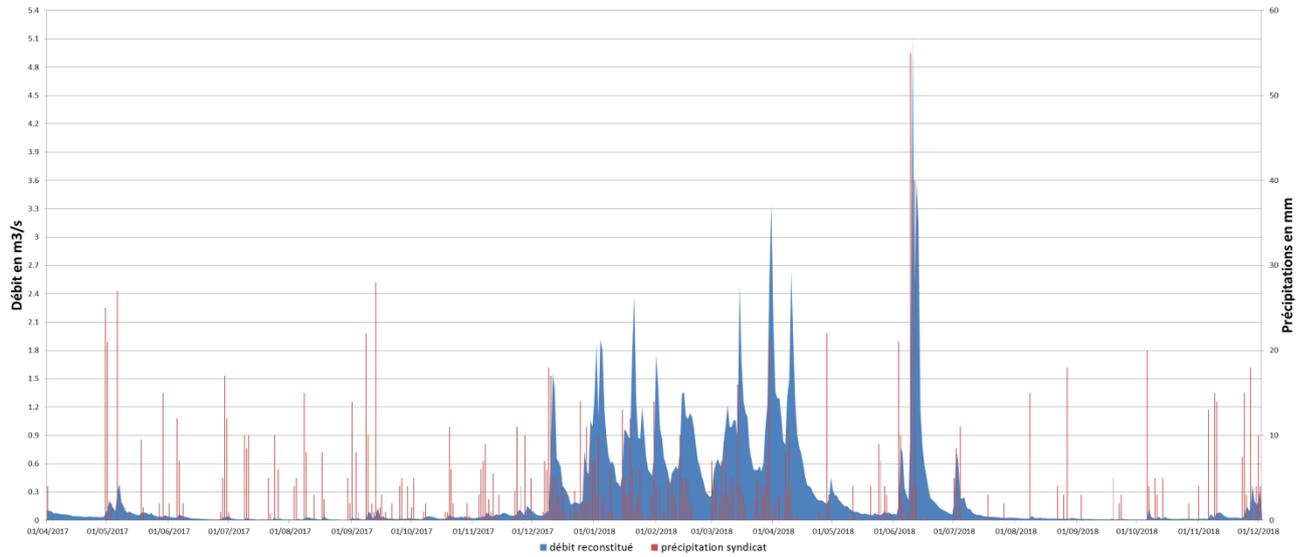
Ces données mettent en évidence une faible hydrologie du Vicoin en 2017, et ceci tout au long de l'année. En 2018, le débit du Vicoin est très élevé entre la mi-décembre 2017 et avril 2018. Une forte crue quinquennale est même observée le 10 juin 2018. De la mi-juillet 2018 à fin novembre, les débits baissent très sensiblement comme on peut l'observer ci-dessous.

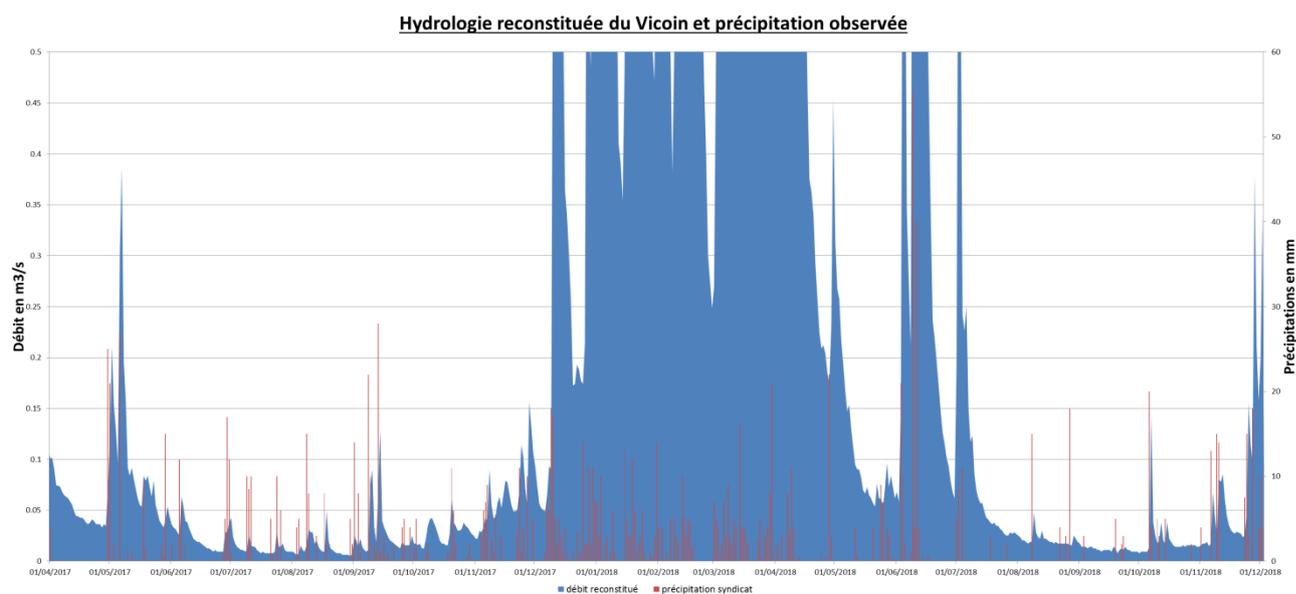
débit reconstitué du Vicoin à la Grande Prise



## 2 - 2 Hydrologie du Vicoin et précipitation

Hydrologie reconstituée du Vicoin et précipitation observée





**Tableau 14 : Hydrologie reconstituée du Vicoin et précipitation**

Ces graphiques permettent d'observer la bonne corrélation, entre les débits reconstitués et les précipitations observées par le syndicat.

On observe une succession de pluies au printemps 2017, celles-ci ont peu d'impact sur le débit du Vicoin. Une grande partie de ces précipitations est récupérée par les plantes et le sol. Durant l'automne puis l'hiver 2017/2018, les sols sont progressivement à nus ou la végétation est en repos, et les précipitations plus importantes. Les sols se saturent en eau, à partir du mois d'octobre 2017, et mécaniquement le débit du Vicoin augmente.

A partir de mai 2018, les précipitations sont moins fréquentes mais plus marquées (du 9 au 11 juin), avec un débit estimé de 5,16 m³/s. A partir de juillet les pluies sont éparées et peu importantes, avec un été chaud, ce qui favorise une baisse importante du débit du Vicoin. Ce n'est qu'à partir de novembre, que les précipitations redémarrent de façon significative.

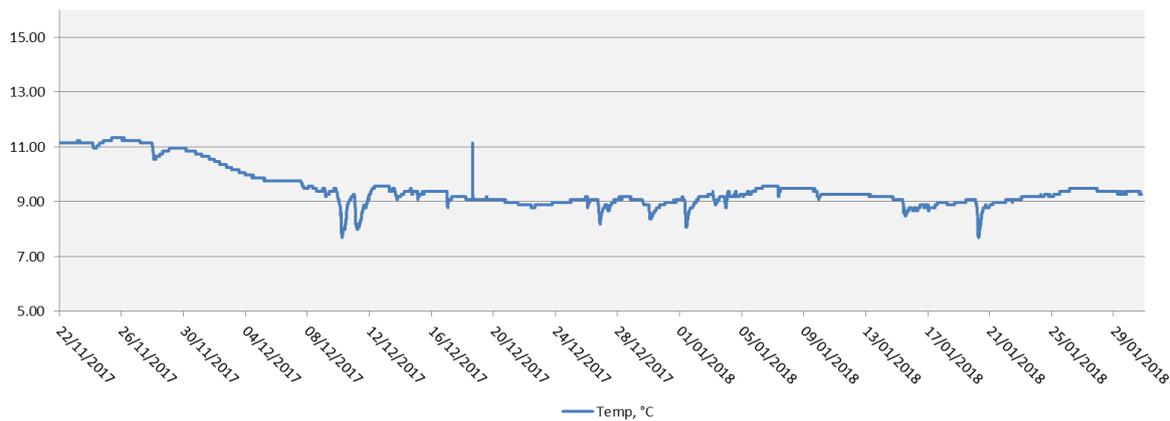
## 3 - Suivi du réseau de drainage

### 3 - 1 Suivi thermique

Ces graphiques permettent de visualiser la température de l'eau, au sein du système de mesure.

Le déploiement de l'appareil a débuté le 21 novembre 2017. Celui-ci a été arrêté, le 30 janvier 2018, jusqu'au 13 mars 2018, en raison d'un problème de mesure de la hauteur d'eau. Les données de température sont fiables et ont été figurées ci-dessous.

### Température de l'eau du réseau de drainage



Le premier graphique présente les données du 21 novembre, jusqu'au 30 janvier. La température varie entre 11 °C et 8°C. On observe une forte augmentation de la température le 18 décembre, qui correspond au retrait temporaire de la sonde pour la lecture des données.

Localement on remarque des chutes de température qui correspondent à un refroidissement de l'air, ou à une élévation du niveau du Vicoin, qui vient perturber le système de mesure.

### Température de l'eau du réseau de drainage

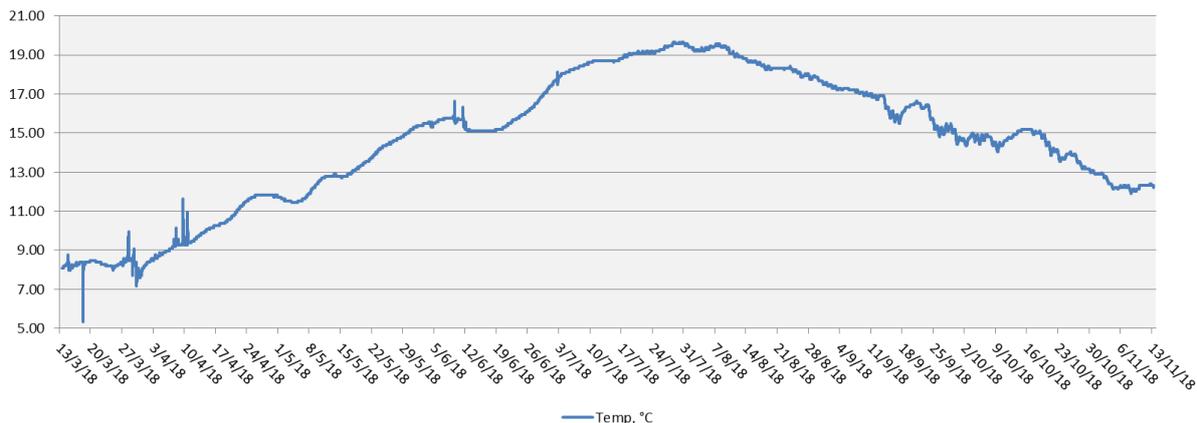


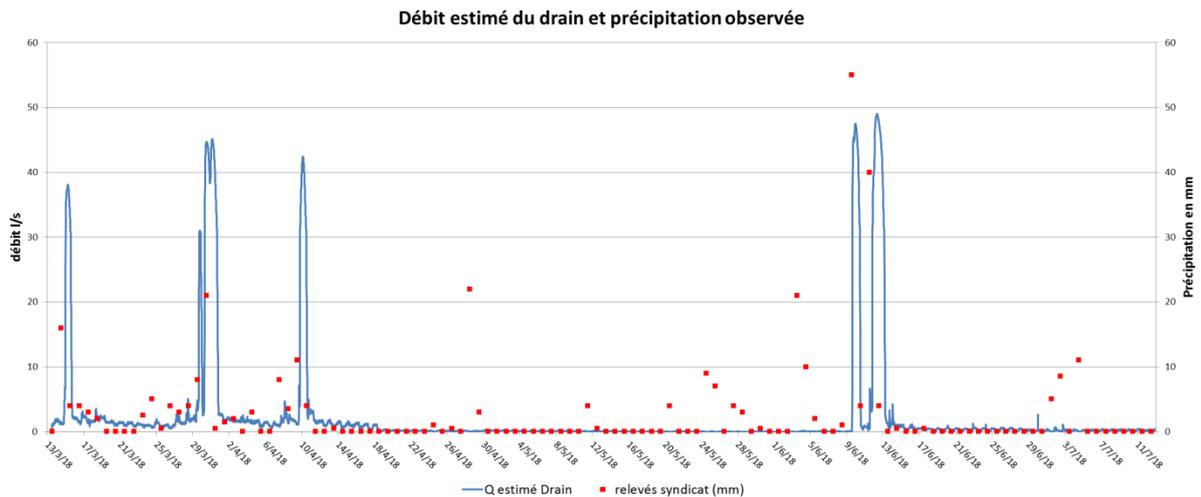
Figure 15 : Température de l'eau du réseau de drainage

A partir de mars, on observe une élévation progressive de la température, entre 8 °C jusqu'à 19.5 °C fin juillet. Progressivement cette température baisse pour arriver à 12°C au mois de novembre.

Comme pour la première période, on observe localement des petites hausses de températures, qui correspondent à la montée du Vicoin (ex : crue du 9 et 11 juin 2018), ou à des baisses de températures de l'air.

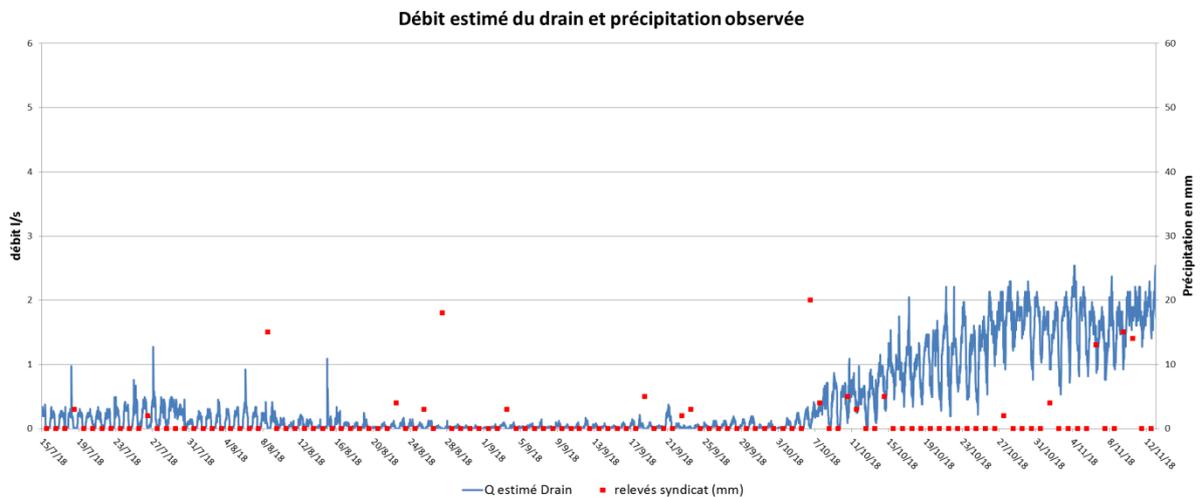
### 3 - 2 Estimation du débit restitué

Le débit estimé du système de drainage est indiqué pour la période du 13/3/2018 au 13 novembre 2018. Les graphiques ci-dessous représentent l'évolution du débit estimé et des précipitations observées.



Ce graphique permet de visualiser le comportement du réseau de drainage en fin de période hivernale, au printemps et en début d'été. Durant les mois de mars et d'avril, on observe un débit de 1 à 2 l/s, hormis lors de 3 épisodes pluvieux plus importants, où l'on observe une augmentation du débit dans le réseau de drainage, avec des pics estimés à 40 l/s. Lors de la crue importante du mois de juin, on observe même deux pics de débit à près de 50 l/s. En dehors de cette période, les débits estimés entre mi-avril et la mi-juillet sont inférieurs à 1 l/s.

Les faibles précipitations du mois d'avril et du mois de mai, n'ont que peu d'influence sur le débit restitué, car une grande partie de l'eau est capté par le sol, les plantes ou évaporé.



**Figure 16 : Débit estimé du drain et précipitations observées**

Durant cette période estivale et de début d'automne, on observe un très faible débit restitué, avec moins de 0.5 l/s en juillet, et de l'ordre de 0.1 à 0.2 l/s en août et septembre. Ce qui est normal, compte tenu des faibles précipitations observées sur cette période, d'un couvert végétal important et des fortes chaleurs, qui ont favorisé l'évaporation. Les précipitations du mois d'octobre, une baisse des températures et l'arrêt de la croissance du maïs ont permis une augmentation progressive du débit, celui-ci restant toutefois faible, entre 1 et 2 l/s.

### 3 - 3 Suivi macro-polluants

#### 3 - 3 - 1 Résultats

|      |      | 20/11/2017 | 11/12/2017 | 15/01/2018 | 27/02/2018 | 13/03/2018 | 17/04/2018 | 04/06/2018 | 30/07/2018 | 13/11/2018 | Moyenne | Q90   |
|------|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|-------|
| MEST | mg/l | 2          | 580        | 780        | 2          | 15         | 5          | 43         | 4          | 4          | 179     | 780   |
| NO3  | mg/l | 13         | 15         | 8.6        | 17         | 16         | 16         | 13         | 18         | 9.4        | 14      | 18    |
| Ptot | mg/l | <0.05      | 0.955      | 0.952      | <0.005     | 0.143      | 0.027      | 0.106      | 0.015      | 0.05       | 0.25    | 0.952 |
| PO4  | mg/l | 0.045      | 0.236      | 0.16       | <0.01      | 0.099      | 0.027      | 0.177      | 0.015      | 0.05       | 0.09    | 0.236 |

Comme nous avons plus de 4 prélèvements dans l'année, nous avons calculé une moyenne annuelle et le percentile 90. Les prélèvements ont été réalisés régulièrement après des épisodes pluvieux afin de voir l'évolution après celles-ci, ainsi qu'en période de basses eaux, et à différentes périodes du calendrier cultural.

Les résultats montrent une saturation des drains en MEST, en période hivernale, après de fortes pluies (11 décembre et 15 janvier, ainsi qu'au mois de juin après les nombreux épisodes pluvieux. Les matières en suspension renvoient à une mauvaise qualité de l'eau, et participent activement au colmatage des ruisseaux. (Photo du 15 janvier 2018).

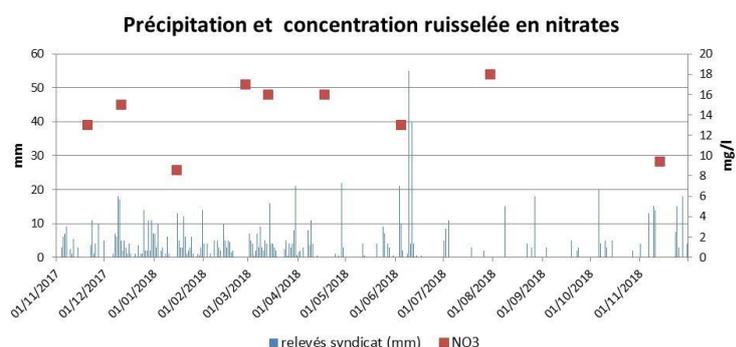


Lors de ces épisodes pluvieux, on constate un départ important des matières phosphorées, ainsi que lors du prélèvement du 13 mars. Le phosphore Total renvoie à une qualité moyenne à médiocre de la qualité de l'eau, pour la moyenne annuelle et le percentile 90. Alors que les orthophosphates renvoient à une bonne qualité.

Les nitrates montrent des concentrations régulières entre 8.6 et 18 mg/l. Les nitrates renvoient à une qualité moyenne de la qualité de l'eau, pour la moyenne annuelle et le percentile 90.

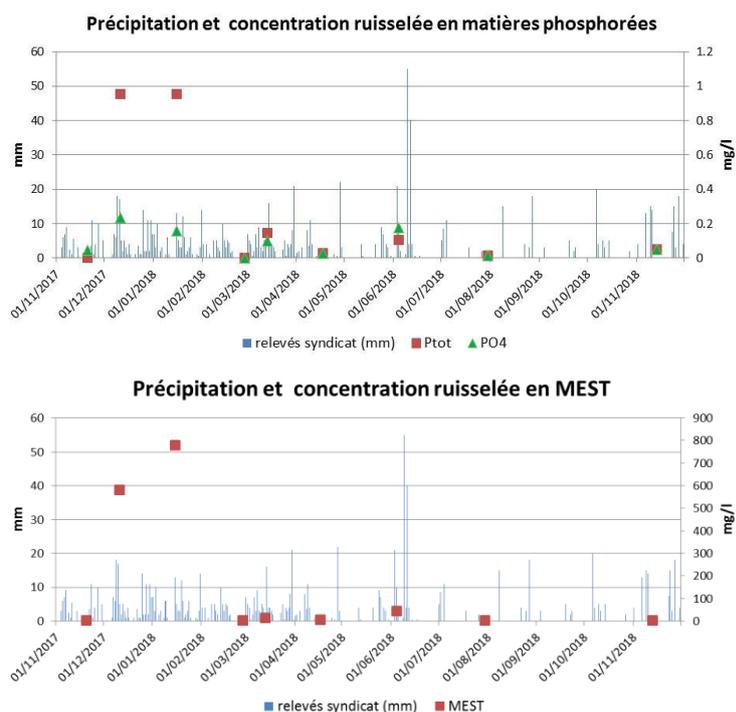
Ces données mettent en évidence un transfert rapide des éléments, via le réseau de drainage, après des épisodes pluvieux marquant.

#### 3 - 3 - 2 Résultats et précipitations



Les nitrates ne montrent pas la même évolution que les matières phosphorées et les matières en suspension.

Les nitrates drainées semblent moins dépendantes des précipitations tombées. Les valeurs oscillent entre 8.6 mg/l en janvier et 18 mg/l en juillet.



Les matières phosphorées et les matières en suspension présentent le même type de courbes. On observe deux pics de concentration en décembre et janvier, lorsque les sols sont à nus ou avec un couvert végétal très faible, et lorsque les précipitations sont importantes. En juin, des fortes précipitations, avec un couvert végétal important, et un sol non saturé en eau, ont limité le départ des limons.

Les matières phosphorées sont également assimilées par les cultures, alors qu'une partie des nitrates n'est pas assimilée par la plante, et se retrouve exportée vers le ruisseau par le réseau de drainage.

### 3 - 4 Suivi pesticides

#### 3 - 4 - 1 Résultats

|                |             | MAC   | moyenne annuelle (LQ/2) | moyenne annuelle (LQ=0) | 20/11 /2017   | 11/12 /2017  | 15/01 /2018  | 27/02 /2018   | 13/03 /2018   | 17/04 /2018   | 04/06 /2018   | 30/07 /2018   | 13/11 /2018 |
|----------------|-------------|-------|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Bromoxynil     | µg/l        | 0.01  | 0.01                    | 0                       | <0.02         | <0.02        | <0.02        | <0.02         | <0.02         | <0.02         | <0.02         | <0.02         |             |
| Diméthénamid   | µg/l        | 0.202 | <b>0.057</b>            | 0.054                   | <0.01         | <b>0.2</b>   | 0.032        | <0.01         | <0.01         | <0.01         | <b>0.202</b>  | <0.01         |             |
| Florasulam     | µg/l        | 0.01  | 0.01                    | 0                       | <0.02         | <0.02        | <0.02        | <0.02         | <0.02         | <0.02         | <0.02         | <0.02         |             |
| Isoxaben       | µg/l        | 0.85  | 0.165                   | 0.159                   | <0.02         | <b>0.85</b>  | 0.37         | <0.02         | <0.02         | <0.02         | 0.051         | <0.02         |             |
| Pendiméthaline | µg/l        | 0.018 | <b>0.005</b>            | <b>0.003</b>            | <0.005        | <b>0.018</b> | <b>0.008</b> | <0.005        | <0.005        | <0.005        | <0.005        | <0.005        |             |
| Prosulfocarbe  | µg/l        | 0.69  | <b>0.101</b>            | <b>0.094</b>            | <0.02         | <b>0.69</b>  | 0.062        | <0.02         | <0.02         | <0.02         | <0.02         | <0.02         |             |
| <b>Total</b>   | <b>µg/l</b> |       | <b>0.349</b>            | <b>0.3104</b>           | <b>0.0475</b> | <b>1.778</b> | <b>0.492</b> | <b>0.0475</b> | <b>0.0475</b> | <b>0.0475</b> | <b>0.2855</b> | <b>0.0475</b> |             |

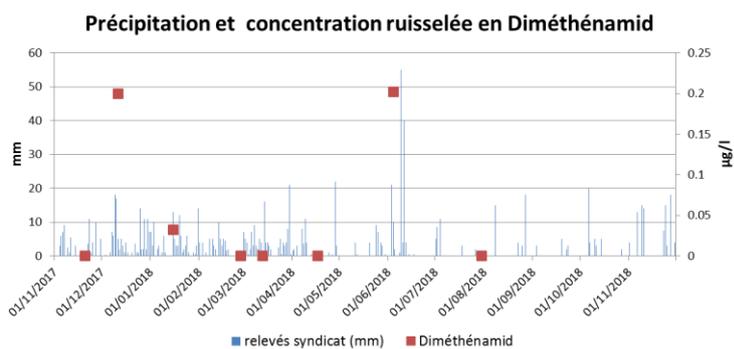
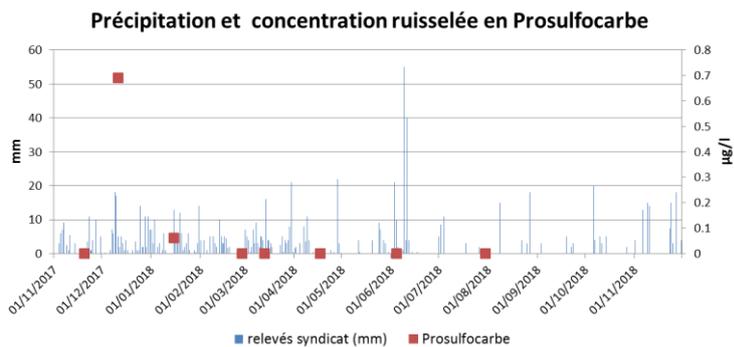
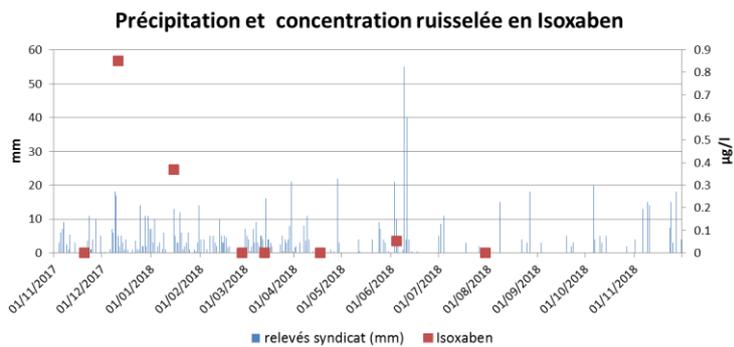
Les résultats du 13/11/2018 sont en attentes.

Les résultats montrent l'absence de détection du Bromoxynil (Manille), ainsi que du Florasulam (Hauban).

Le Pendiméthaline (Penro) est toujours retrouvé dans des concentrations inférieures au seuil de détection, ou inférieures à la limite supérieure de la classe de qualité : bonne du SEQ Eau. Sur l'année, cette molécule est peu retrouvée ou dans des concentrations faibles. La présence de cette molécule, est toutefois anormale, car le Penro n'a pas été utilisé en 2017/2018.

Comme pour les macro-polluants, on constate un pic de concentration pour le Diméthénamid (Isard), l'Isoxaben (Hauban) et le Prosulfocarbe (Defi), en période hivernale, après de fortes pluies (11 décembre et 15 janvier, ainsi qu'au mois de juin pour le Diméthénamid). Ces résultats renvoient ponctuellement à une qualité dégradée pour ces molécules, notamment le 11 décembre 2017, peu de temps après le désherbage avec Hauban et Defi.

### 3 - 4 - 2 Résultats et précipitations



### 3 - 5 Estimation du flux

A partir de ces données, nous pouvons estimer un flux de polluants.

Compte tenu des incertitudes liées au système de mesure, le flux est estimé pour certaines journées, et pas sur une période ou une année.

On distingue un prélèvement en hiver le 13 mars 2018, avec un débit moyen de 1.33 l/s, le 4 juin 2018 avec un débit de 0.05 l/s et le 30 juillet avec un débit de 0.16 l/s.

Les flux n'ont pas été estimés lorsque les concentrations sont inférieures au seuil de détection.

L'Isoxaben et le Prosulfocarbe présentent le même type de courbes. On observe deux pics de concentration en décembre et janvier, lorsque les sols sont à nus. Les traitements utilisant ces deux molécules, ont été employés en novembre 2017. Le transfert de ces molécules dans un sol saturé en eau, a été rapide vers le réseau de drainage.

Au mois de juin 2018, on observe une légère augmentation pour l'Isoxaben, lors des fortes précipitations. Des traces de cette molécule sont persistantes dans le sol, plusieurs mois après le traitement au Hauban.

Le Diméthénamid a été retrouvé à de nombreuses reprises, en décembre et janvier, 6 mois après le traitement, et en juin 2018 lors des importants épisodes pluvieux.

|              |      | Concentration moyenne |          |         | Flux estimés (g/ha/j) |          |         |
|--------------|------|-----------------------|----------|---------|-----------------------|----------|---------|
|              |      | 13/3/2018             | 4/6/2018 | 30/7/18 | 13/3/2018             | 4/6/2018 | 30/7/18 |
| Diméthénamid | µg/l | <0.01                 | 0.202    | <0.01   |                       | 0.049    |         |
| Isoxaben     | µg/l | <0.02                 | 0.051    | <0.02   |                       | 0.012    |         |

|      |      |       |       |       | Flux estimés (kg/ha/j) |      |      |
|------|------|-------|-------|-------|------------------------|------|------|
| MEST | mg/l | 15    | 43    | 4     | 90.6                   | 10.3 | 2.9  |
| NO3  | mg/l | 16    | 13    | 18    | 96.6                   | 3.1  | 13.3 |
| Ptot | mg/l | 0.143 | 0.106 | 0.015 | 0.86                   | 0.02 | 0.01 |
| PO4  | mg/l | 0.099 | 0.177 | 0.015 | 0.6                    | 0.04 | 0.01 |

Les données montrent une exportation importante de MEST et de nitrates, en période hivernale, ou lors des épisodes pluvieux, tel le 4 juin, où il est tombé 21 mm le 3 juin et 10 mm le 4 juin. Lors de ces précipitations de juin, les pesticides contenus dans le sol ont été drainés, à des valeurs de 0.049 g/ha/j pour le Diméthénamid et 0.012 g/ha/j pour l'Isoxaben.

Si on garde le débit du 13 mars avec les concentrations relevées le 15 janvier 2018, où les sols étaient à nus et où il avait plu la semaine suivante. On estime des flux très importants en MEST (4.7 t/ha), en Nitrates (52 kg/ha), Phosphore total (5.7 kg/ha), en pesticides : Isoxaben 2.2 g/ha, Prosulfocarbe 0.4 g/ha et 0.2 g/ha pour le Diméthénamid.

Ces valeurs sont à relativiser, compte tenu du faible nombre d'analyses sur une journée, mais elles reflètent la différence importante de flux, que l'on peut avoir lorsque les sols sont à nus, ou lors de forts épisodes pluvieux.

## 4 - Suivi du ruissellement

### 4 - 1 Suivi macro-polluants

#### 4 - 1 - 1 Résultats

|      |      | 11/12/2017 | 17/01/2018 | 13/03/2018 |
|------|------|------------|------------|------------|
| MEST | mg/l | 1700       | 610        | 130        |
| NO3  | mg/l | 2.1        | <0.23      | 0.36       |
| Ptot | mg/l | 1.11       | 0.132      | 2.35       |
| PO4  | mg/l | 0.27       | 0.211      | 1.68       |

Comme nous avons moins de 4 prélèvements dans l'année, aucune moyenne ou calcul du percentile 90 n'a été effectuée. Les prélèvements ont été réalisés après des forts épisodes pluvieux, et lorsqu'un ruissellement en surface a été observé.

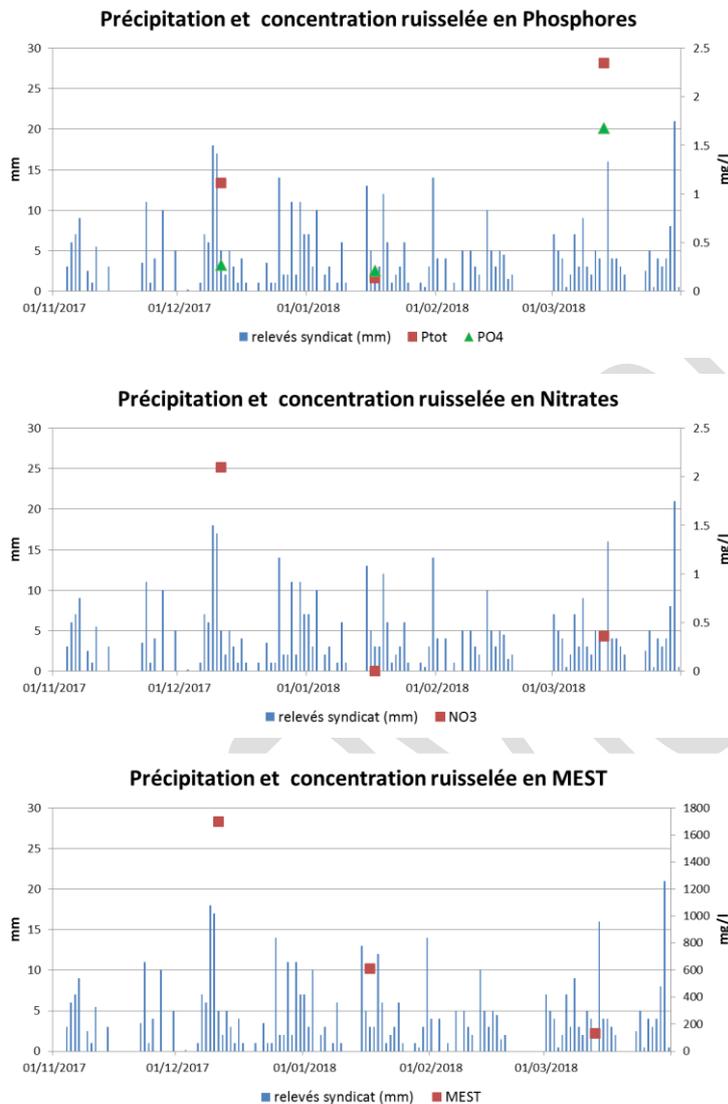
Les résultats montrent un fort lessivage des sols, avec un départ de certains éléments fertilisants, notamment le phosphore total et les orthophosphates.

Pour rappel, le phosphore est, avec l'azote et le potassium, l'un des trois nutriments indispensables à la croissance des végétaux. Il est concentré dans la partie superficielle du sol, sous forme minérale ou organique. Le phosphore minéral provient de l'altération des roches, tandis que le phosphore organique résulte de la dégradation des végétaux par la faune et la flore du sol. Dans les milieux cultivés, la teneur en phosphore du sol est appauvrie puisque le

phosphore contenu dans les plantes récoltées ne retourne pas aux sols. L'apport de fertilisants phosphatés minéraux ou organiques (fumiers, lisiers) est alors nécessaire.

Comme il n'a pas été apporté de phosphore minéral, l'origine éventuelle de ce phosphore provient du lessivage des sols et des restes du fumier de bovins, importés pour les cultures.

#### 4 - 1 - 2 Résultats et précipitations



Les trois graphiques montrent un pic de concentrations pour le prélèvement du 11 décembre, après un épisode pluvieux de 35 mm en deux jours.



20/11/2018



15/01/2018

Les résultats du 17 janvier montrent une chute importante pour les différents paramètres étudiés, malgré des précipitations importantes. Cette baisse peut s'expliquer par un couvert végétal plus important.

Le prélèvement du mois de mars (13/03/2018) montre une légère augmentation pour les MEST et les nitrates, mais une forte hausse pour les matières phosphorées.

#### 4 - 2 Suivi pesticides

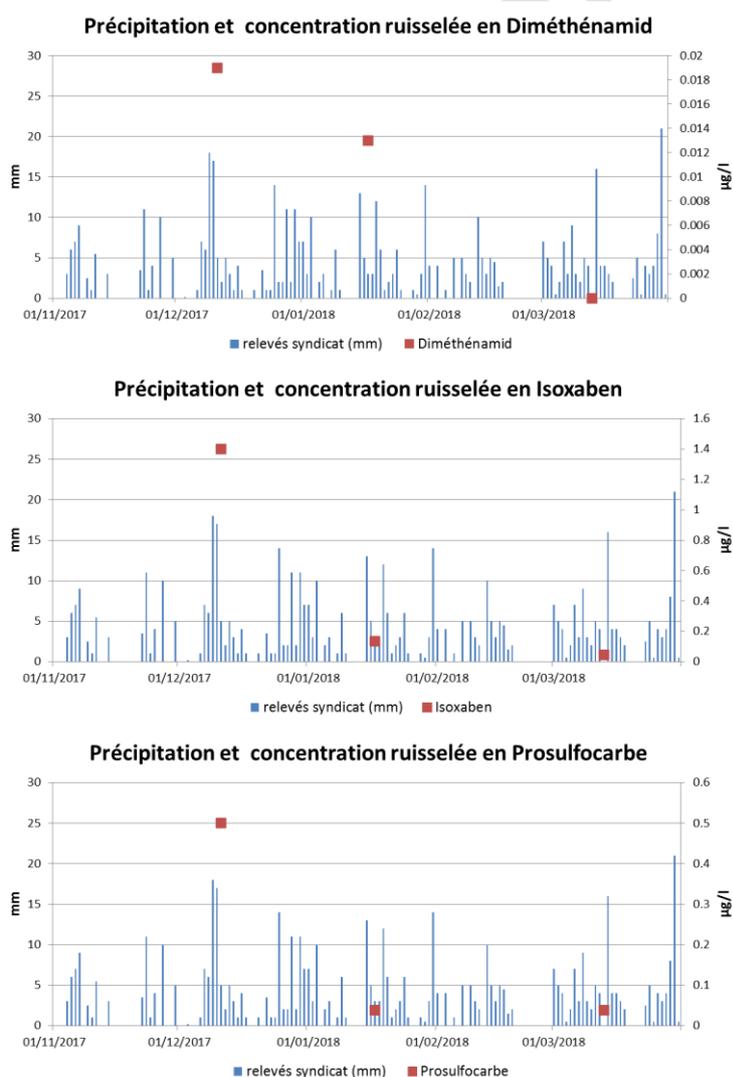
##### 4 - 2 - 1 Résultats

|                |      | MAC   | moyenne annuelle (LQ/2) | moyenne annuelle (LQ=0) | 11/12/2017   | 17/01/2018   | 13/03/2018   |
|----------------|------|-------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Bromoxynil     | µg/l | 0.01  | 0.010                   | 0.000                   | <0.02        | <0.02        | <0.02        |
| Diméthénamid   | µg/l | 0.019 | 0.012                   | 0.011                   | 0.019        | 0.013        | <0.01        |
| Florasulam     | µg/l | 0.01  | 0.010                   | 0.000                   | <0.02        | <0.02        | <0.02        |
| Isoxaben       | µg/l | 1.4   | 0.527                   | 0.527                   | 1.4          | 0.135        | 0.046        |
| Pendiméthaline | µg/l | 0.01  | 0.005                   | 0.003                   | 0.01         | <0.005       | <0.005       |
| Prosulfocarbe  | µg/l | 0.5   | 0.192                   | 0.192                   | 0.5          | 0.038        | 0.038        |
| <b>Total</b>   | µg/l |       | <b>0.756</b>            | <b>0.733</b>            | <b>1.949</b> | <b>0.209</b> | <b>0.112</b> |

Aucune analyse ne montre des résultats supérieurs aux valeurs de concentrations maximales annuelles admissibles (MAC) Le Florasulam (Hauban, novembre 2017) et le Bromoxynil (Manille, juillet 2017) n'ont jamais été détectés. Le Pendiméthaline (Penro) est peu présent et respecte les grilles du SEQ Eau V2.

Le Diméthénamid (Isard, juin 2017), le Prosulfocarbe (Defi, novembre 2017) et l'Isoxaben (Hauban, novembre 2017) ont été retrouvés, à des valeurs différentes, mais avec une évolution similaire (cf. graphiques ci-dessous).

#### 4 - 2 - 1 Résultats et précipitations



Ces données mettent en évidence un ruissellement de ces molécules en décembre, dès le traitement réalisé en novembre pour Hauban (Isoxaben) et Defi (Prosulfocarbe).

On remarque également un ruissellement toujours actif de Diméthénamid, malgré un traitement réalisé six mois avant. Ce qui témoigne d'une grande persistance de cette molécule dans le sol, alors que la demi-vie de cette molécule est théoriquement 6 fois inférieure à celle de l'Isoxaben.

#### 4 - 1 Estimation du flux

A partir des données topographiques, des précipitations et des volumes collectés (100 l) lors des prélèvements, on peut estimer un flux.

Ces données sont toutefois à relativiser car elles ne prennent en compte qu'un résultat d'analyse, par jour.

|                |                        | Concentration moyenne |            | Flux estimés ( $\mu\text{g}/\text{ha}/\text{j}$ ) |                                |
|----------------|------------------------|-----------------------|------------|---|--------------------------------|
|                |                        | 11/12/2017            | 17/01/2018 | 11/12/2017<br>41 mm en 3 jours                    | 17/01/2018<br>18 mm en 3 jours |
| Diméthénamid   | $\mu\text{g}/\text{l}$ | 0.019                 | 0.013      | 2.35  | 1.60                           |
| Isoxaben       | $\mu\text{g}/\text{l}$ | 1.4                   | 0.135      | 173   | 16.6                           |
| Pendiméthaline | $\mu\text{g}/\text{l}$ | 0.01                  | <0.005     | 1.23  |                                |
| Prosulfocarbe  | $\mu\text{g}/\text{l}$ | 0.5                   | 0.038      | 61.73   | 4.69                           |

|      |                      |      |       | Flux estimés ( $\text{kg}/\text{ha}/\text{j}$ ) |       |
|------|----------------------|------|-------|---|-------|
|      |                      |      |       |   |       |
| MEST | $\text{mg}/\text{l}$ | 1700 | 610   | 210   | 75    |
| NO3  | $\text{mg}/\text{l}$ | 2.1  | <0.23 | 0.26  |       |
| Ptot | $\text{mg}/\text{l}$ | 1.11 | 0.132 | 0.14  | 0.016 |
| PO4  | $\text{mg}/\text{l}$ | 0.27 | 0.211 | 0.03  | 0.026 |

Les flux n'ont pas été estimés lorsque les concentrations sont inférieures au seuil de détection.

Les données montrent comme pour le système de drainage, une exportation importante de MEST lors des forts épisodes pluvieux, avec un sol nu ou peu recouvert. Ces teneurs sont moins importantes, pour les nitrates, car ils sont contenus dans le sol. Alors que les matières phosphorées issues en partie du fumier de bovins, sont plus présentes à la surface du sol.

Pour les pesticides, on observe un flux moins important que dans le système de drainage, mais les traitements réalisés en novembre (Hauban : Isoxaben et Défi : Prosulfocarbe), présentent les teneurs les plus élevées en décembre, lorsque le sol est à nu.

Ces valeurs sont à relativiser, compte tenu du faible nombre d'analyses sur une journée, mais elles reflètent la différence importante de flux, que l'on peut avoir lorsque les sols sont à nus, ou lors de forts épisodes pluvieux.

#### 5 - Suivi du colmatage



Mise en place novembre 2017



Mise en place avril 2018



Mise en place novembre 2018

Les photos ci-dessus représentent les bâtonnets récupérés au cours de l'année 2018, en aval du drain.

|  |            |           |            |            |
|--|------------|-----------|------------|------------|
| Date de dépose                               | 20/11/2017 | 18/4/2018 | 30/7/2018  | 13/11/2018 |
| Date de récupération                         | 18/12/2017 | 30/7/2018 | 13/11/2018 |            |
| Profondeur d'apparition moyenne du colmatage | 4.4 cm     | 1.43 cm   | 0.24 mm    |            |

On constate un colmatage moyen des bâtonnets sur l'année de 2 cm, ce qui témoigne d'un fort colmatage des substrats du Vicoin (pierres et galets) par les fines.

Le colmatage est moins marqué en hiver, en raison éventuellement d'une durée de mise en place des bâtonnets plus courte que les autres bâtonnets, ainsi qu'un niveau d'eau supérieur en hiver, qui permet un léger décolmatage des substrats en surface.

Ce colmatage est préjudiciable aux peuplements macro-benthiques et piscicoles du Vicoin. Les taxons rhéophiles et lithophiles, exigeants vis-à-vis du colmatage des substrats et de la qualité de l'eau, trouvent des conditions défavorables à leur installation et leur développement. Parmi ces espèces, on retrouve :

- Des poissons, tels le chabot, la truite, la vandoise ou le barbeau ;
- Des macro-invertébrés, tels de nombreux EPT, comme certains Plécoptères (Perlidae, Perlodidae), Trichoptères (Goeridae, Odontoceridae, Philopotamidae ou Ephéméroptères (Heptageniidae)

## 6 - Les invertébrés benthiques

### 6 - 1 I2M2

| Le Vicoin à la Grande Prise             | 2018   |
|---|--------|
| Indice équivalent IBG (NF T 90-333)     | 13     |
| Indice Invertébré Multi-Métrique (I2M2) | 0.2989 |
| Richesse équivalente IBGN               | 24     |
| Richesse totale (XT 90-388)             | 30     |
| GFI                                     | 7      |
| Richesse taxonomique des EPT            | 11     |
| Etat écologique retenu (I2M2)           | moyen  |

Le Vicoin à la Grande Prise présente une qualité moyenne du peuplement macro-benthique, au sens de la DCE, avec un indice IBG de 13/20 et un indice I2M2 de 0.2989.

Le Groupe Faunistique Indicateur est bon (GFI de 7/9), mais la richesse et les effectifs en taxons polluo-sensibles sont moyens avec 11 taxons et 127 individus. La richesse totale est également moyenne avec 30 taxons.

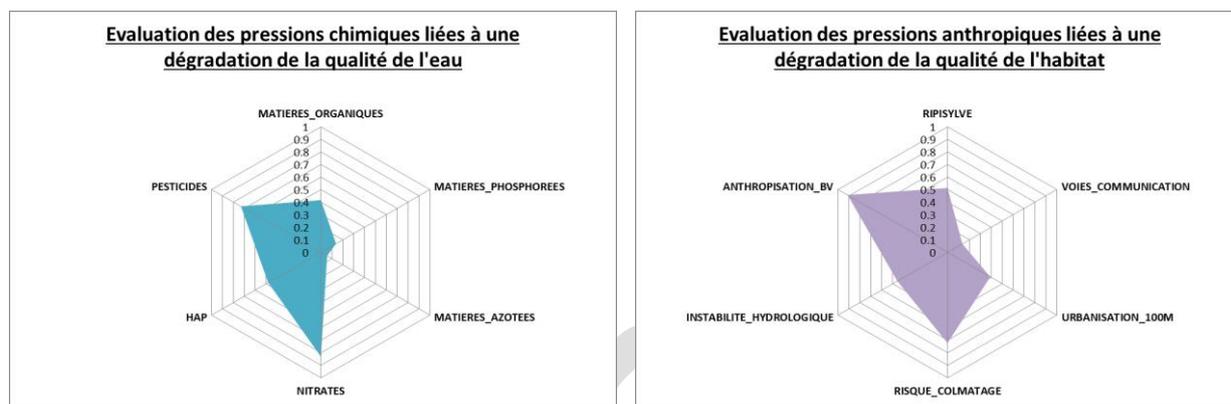
Les indices de diversité sont mauvais et attestent d'un déséquilibre de la structure du peuplement. Les chironomes invertébrés polluo-tolérants, inféodés aux sédiments fins, prédominent avec près de 44% des effectifs. Les traits biologiques des invertébrés témoignent d'un cours d'eau méso-eutrophe, avec une majorité d'invertébrés mésosapobes.

Tous ces indices mettent en évidence une dégradation de la qualité de l'eau du Vicoin, perturbation accentuée par les sédiments fins.

## 6 - 2 OD Invertébrés

L'outil diagnostique associé à l'I2M2 permet de produire deux diagrammes présentant les probabilités de pressions anthropiques sur le peuplement benthique. Un risque de pression est considéré comme significatif lorsqu'il est supérieur à 0,5.

Les données obtenues sur le Vicoin à la Grande Prise en aval du drain sont les suivantes :



| MATIERES_ORGANIQUES | MATIERES_PHOSPHOREES | MATIERES_AZOTEES | NITRATES      | HAP    | PESTICIDES    | RIPISYLVE     | VOIES_COMMUNICATION | URBANISATION_100M | RISQUE_COLMATAGE | INSTABILITE_HYDROLOGIQUE | ANTHROPISATION_BV |
|---------------------|----------------------|------------------|---------------|--------|---------------|---------------|---------------------|-------------------|------------------|--------------------------|-------------------|
| 0.4155              | 0.1384               | 0.057            | <b>0.8299</b> | 0.4821 | <b>0.7316</b> | <b>0.5122</b> | 0.1351              | 0.3902            | <b>0.7222</b>    | 0.4585                   | <b>0.9133</b>     |

Les graphiques et le tableau ci-dessus permettent d'observer :

- Une dégradation de la qualité de l'eau liée éventuellement à une des pressions suivantes : nitrates et pesticides, avec éventuellement des traces de HAP et de matières organiques ;
- Une dégradation de la qualité de l'habitat liée éventuellement à une des pressions suivantes : colmatage des substrats, modification anthropique du bassin versant et dégradation de la ripisylve, avec éventuellement une instabilité hydrologique du cours d'eau.

Ces données confirment la dégradation de la qualité de l'eau observée par les résultats d'analyses physico-chimiques (pesticides, nitrates, MES), ainsi que par le colmatage des bâtonnets.

## 7 - Données sur le bassin du Vicoin

Les données sont issues de celles de l'Agence de l'Eau de 2015, récoltées sur 2 stations sur le Vicoin, et ceci à titre de comparaison. Le traitement des données aux stations est réalisé selon les règles de l'état écologique des cours d'eau.

### 7 - 1 MEST Vicoin

| Code station | Station | Classe d'état PAES | commentaire |
|--------------|---------|--------------------|-------------|
|--------------|---------|--------------------|-------------|

|          |                                 |     |   |
|----------|---------------------------------|-----|---|
| 04127550 | VICOIN à GENEST-SAINT-ISLE (LE) | Bon | Les MES présentent une forte amplitude de variation des concentrations, en lien avec la pluviométrie et le ruissellement. Globalement, les valeurs de MES sont positionnées en bonne qualité. |
| 04127970 | VICOIN à NUILLE-SUR-VICOIN      | Bon | Cependant, des pics pouvant atteindre plusieurs dizaines à centaines de mg/l provoquent ponctuellement une altération importante de la qualité de l'eau.                                      |

## 7 - 2 Macro-polluant

### 7 - 2 - 1 Les nitrates

| Code station | Station                         | Classe d'état NITR |       | commentaire   |
|--------------|---------------------------------|--------------------|-------|---|
| 04127550     | VICOIN à GENEST-SAINT-ISLE (LE) | Bon à              | Moyen | Les nitrates présentent des évolutions saisonnières marquées avec des pics hivernaux. Ces pics peuvent notamment être liés au lessivage des nitrates présents dans les sols et au ruissellement. Ces phénomènes sont influencés par les conditions météorologiques. |
| 04127970     | VICOIN à NUILLE-SUR-VICOIN      | Bon à              | Moyen |   |

### 7 - 2 - 2 Les matières phosphorées

| Code station | Station                         | Classe d'état PHOS |  | commentaire   |
|--------------|---------------------------------|--------------------|--|---|
| 04127550     | VICOIN à GENEST-SAINT-ISLE (LE) | Bon                |  | Les matières phosphorées (Ptot et PO4) présentent des variations saisonnières plus ou moins marquées. Même à de faibles concentrations, le phosphore est en quantité suffisante pour favoriser un développement d'algues. |
| 04127970     | VICOIN à NUILLE-SUR-VICOIN      | Bon                |  | Les pics de concentrations sont notamment liés à l'entraînement des particules du sol contenant du phosphore, vers les cours d'eau, lors des événements pluvieux (pluies hivernales ou orages d'été).                     |

## 7 - 3 Pesticides

| Code station | Station                    | Classe d'état PEST |         | commentaire  |
|--------------|----------------------------|--------------------|---------|--|
| 04127970     | VICOIN à NUILLE-SUR-VICOIN | Bon                | A moyen | La principale molécule déclassante est le Carbendazime (fongicide) Les autres pesticides déclassants sont l'Iprodione - Glyphosate - Aldicarbe - Oxydéméton méthyl - DDD-p,p' - DDD-o,p' - Cyprodinil - Cymoxanil - Simazine - Carbofuran - Aclonifène - Bifénox - Diuron. |

## 8 - Synthèse

Tous ces résultats montrent l'impact réel des traitements et du système de culture, sur la qualité de l'eau rejeté par le système de drainage, ou lors des ruissellements superficiels.

On observe également l'impact des matières en suspension (MEST) sur le colmatage du Vicoin, ainsi que sur les peuplements macro-benthiques du ruisseau. Ces peuplements sont également affectés par la présence de pesticides, de HAP et de nitrates dans l'eau.

Comme les résultats le montrent, le transfert des pesticides et des macropolluants est plus important en période hivernale, lorsque les sols sont à nus et saturés en eau.

On retrouve principalement les traitements réalisés en novembre (Hauban : Isoxaben et Florasulam ; Défi : Prosulfocarbe), ainsi que le Diméthénamid (Isard) pourtant appliqué en juin.

Les matières en suspension sont également très présentes dans les résultats d'analyse, notamment en période hivernale, ainsi que les matières phosphorées.

Le nitrate est moins sensible aux phénomènes de ruissellements, il est retrouvé tout au long de l'année dans le sol et par conséquent dans le réseau de drainage.

PROVISOR

## V - PERSPECTIVES

### 1 - Suivi du dispositif

La poursuite du suivi semble d'autant plus pertinente si une modification des pratiques agricoles est envisagée, que ce soit en termes :

- de pratiques culturales ;
- de traitements ou modalités de traitement ;
- de dispositifs limitant les transferts.

### 2 - Moyens pour réduire les transferts

Ces données sont issues d'un document réalisé par l'agence de l'eau : *Leviers pour limiter les transferts de pollutions diffuses et de matières en suspension des surfaces agricoles aux milieux aquatiques, AELB, 2018.*

Outre la réduction de l'usage des intrants, pour réduire les transferts par ruissellement, érosion hydrique et drainage, plusieurs leviers existent : les pratiques agricoles et les dispositifs tampons

Différentes pratiques agricoles peuvent être mises en place pour réduire les transferts. Elles regroupent les aménagements parcellaires à l'échelle du bassin versant mais aussi toutes les pratiques qui, à l'échelle de la parcelle, protègent les sols, et en particulier pendant les périodes où ils sont plus sensibles au ruissellement et à l'érosion hydrique.

Certaines pratiques agricoles et les dispositifs tampons permettent de limiter les transferts de particules de sol et de pollutions diffuses aux milieux aquatiques. Pour plus d'efficacité, les dispositifs tampons doivent être installés en complément de changements de pratiques agricoles.

Afin de limiter au maximum les transferts, la complémentarité des dispositifs est à rechercher.

## 2 - 1 Les pratiques agricoles limitant les transferts

| Pratiques agricoles  | Définition - Caractéristiques   | Réglementation - Avantages et Inconvénients   |
|--|---|---|
| <b>A l'échelle du bassin versant et de l'aménagement parcellaire</b>                                       |   |   |
| Réduction de la taille des parcelles   | Parcelle de plus petite taille  | Les + : limiter l'apparition d'écoulements concentrés et les grands volumes d'eau restitués au bas des parcelles (coulées de boues)   |
| Modification de l'orientation des parcelles  | Rendecouper les parcelles pour que le côté le plus long soit perpendiculaire à la pente   | Les + : limiter l'apparition d'écoulements concentrés et les grands volumes d'eau restitués au bas des parcelles (coulées de boues)   |
| Mise en œuvre de bandes de cultures  | Bandes de culture travaillées perpendiculairement au sens de la pente, rôle de dispositif tampon  | Les + : limiter l'apparition d'écoulements concentrés et les grands volumes d'eau restitués au bas des parcelles (coulées de boues), augmentation de l'infiltration, piégeage des particules de sol<br>Les - : récolte plus contraignante   |
| Diversification de l'assolement  | Alternance des cultures sur une même parcelle<br>Alternance des cultures à l'échelle du bassin versant  | Les + : préservation de la fertilité et de la productivité du sol, réduction des pressions des parasites et des maladies, augmentation de la MO : augmentation de la stabilité structurale du sol et de la capacité de rétention du sol, stimulation de l'activité biologique : favorable à la dégradation et l'adsorption des phytosanitaires<br>Les - : gestion des assolements à l'échelle du BV implique un travail collectif souvent difficile à mettre en place<br>Pas de réglementation à ce jour sur la teneur en MO des sols   |
| Modification des entrées de champ et des tournières  | Positionnement de l'entrée de champ en point haut<br>Agrandissement des tournières perpendiculaires à la pente  | Les + : éviter la concentration des écoulements   |
| Maintien des prairies perméables   | Prairies jamais retournées  | Les + : limitent l'apparition d'écoulements concentrés, ralentissent les écoulements, favorisent l'infiltration et le dépôt des particules de sol   |
| <b>À l'échelle de la parcelle</b>  |   |   |
| <b>Gestion de l'interculture</b>   |   |   |
| Residus de cultures et couvert mort (mulch)  | Laisser les résidus de cultures<br>Laisser un couvert d'interculture en place jusqu'à la mise en place de la culture suivant  | Les + : protéger le sol de l'effet splash, limiter l'apparition d'une croûte de battance, limiter l'apparition d'écoulements concentrés<br>Les - : effets allélopathiques   |
| Couvert vivant   | Maximiser la couverture des sols par un couvert végétal tout au long de l'année et en particulier pendant les périodes à risque   | Les + : piège à nitrates, biodiversité, nettoyage/assainissement parcelles, amélioration structure du sol, restitution d'azote à la culture suivante<br>Les - : temps, gestion de l'interculture, compétition C/PAN semis culture suivante, effets allélopathiques, agents pathogènes et nuisibles<br>Réglementation : C/PAN si interculture de type C/PAN  |
| <b>Travail du sol</b>  |   |   |
| Réduction de l'intensité de travail du sol : techniques culturales simplifiées (TCS) ou sans labour (TCSL) | Systèmes de cultures basés sur la réduction du labour et la réduction des passages, d'outils de travail du sol, voire sur du non travail du sol (TCSL).<br>Elles concernent l'ensemble des opérations de travail du sol : labour, décompactage, sous-solage, travail superficiel, déchaumage, préparation du lit de semences, désherbage mécanique (binage), travail en bande, semis sur billon | Les + : bioporosité, réduction du transfert d'azote, protection du sol, limite l'affinement du sol et donc l'apparition d'une croûte de battance, moins de passages d'engins donc moins de traces de roues profondes, dégradation des produits phytosanitaires en raison d'une activité biologique plus importante, réduction des transferts de phytosanitaires en raison d'une meilleure adsorption liée à une plus grande proportion de MO<br>Les - : TCSL, risque au ruissellement car, parfois, diminution de la vitesse d'infiltration (conseil : maintenir mécaniquement une porosité verticale) ; délai de réapparition de la bioporosité long |
| Autres équipements agricoles   | Pneus basse pression ou jumeaux, effaceur de traces de roues, outils à dents vibrantes  | Les + : limitent l'apparition d'écoulements concentrés, préservent les motets dans l'inter-rang<br>Les - : multiplicité d'équipements -> conseil : association de matériel pour limiter le nombre de passage  |
| Semis  | Perpendiculaire à la pente, motteux, double semis : bande de culture avec une densité de semis supérieure au sein d'une parcelle, semis en réparti pour le maïs : répartition aléatoire des graines de maïs pour faire disparaître l'inter-rang, semis direct sous mulch  | Les + : réduction du ruissellement, limitation de la concentration des écoulements<br>Les - : équipements   |
| <b>Cultures à risque : perméables et scarifiées</b>  |   |   |
| Barbutage  | Technique qui consiste à créer des buttes tous les mètres dans les rangs de légumineuses  | Les + : réduction de la vitesse des écoulements, stockage temporaire d'eau dans les inter-buttes, réduction du transfert des intrants<br>Les - : temps, Conseil : l'associer à un autre matériel, coût  |
| Inter-rang des cultures scarifiées   | Binage pour augmenter la rugosité du sol  | Les + : ralentit les écoulements, détruit la croûte de battance, favorise l'infiltration de l'eau dans le sol<br>Les - : temps de travail   |
| Enherbement dans les plantations pérennes (vignes, vergers)  | Enherbement des inter-rangs des cultures de couverture  | Les + : ralentissement des écoulements, augmentation de l'infiltration, piégeage des sédiments,<br>Les - : en régions plus sèches compétition pour l'eau, entretien/gestion de l'enherbement  |
| <b>Protection des abords de cours d'eau</b>  |   |   |
| Cloûture et points d'abreuvement   | Mise en défens de zones sensibles (cloûture, points d'abreuvements (pompes à museau, etc.))   | Les + : limiter l'érosion des berges et les transferts de nitrates dans le cours d'eau (excréments du bétail)   |

## 2 - 2 Les dispositifs tampons

| Dispositifs  | Définition - Caractéristiques  | Réglementation - Avantages et Inconvénients   |
|--|--|---|
| <b>Enherbés</b>  | Zones de végétation spontanée ou implantée   | Les + : rustiques donc faciles à installer et entretenir et peu coûteux, ralentissent le ruissellement de surface, limitent l'apparition d'écoulements concentrés, protègent de l'effet splash, retiennent les sédiments, zones d'infiltration, habitats pour la biodiversité<br>Les - : parfois importante emprise au sol  |
| <b>Bandes</b>  | De largeur variable, avec une végétation herbacée, le long des cours d'eau définis par arrêté ministériel relatif aux règles BCAE (les cours d'eau concernés correspondent à ceux représentés par un trait bleu plein voire certains en trait bleu pointillé sur les cartes de l'IGN au 1/25000 <sup>e</sup> ) | Réglementation = BCAE / bande tampon : largeur minimale 5 m ou plus dans les zones vulnérables* nitrates, peut intégrer chemins (sols nus) et rpi/sy/s longéant des cours d'eau<br>Non autorisé : fertilisation, phytosanitaires, entassement de matériel agricole ou d'irrigation, stockage de produits ou sous-produits de récolte ou déchets (fumier), labour<br>Autorisé : travail superficiel du sol, pâturage, fauche ou broyage sur 20 m de large au maximum, amendements alcalins   |
| <b>Cours de parcelles</b>  | Bande enherbée pour les parcelles avec une double pente faisant converger les écoulements  |   |
| <b>Chenaux dans les talwegs</b>  | Écoulement non permanent   |   |
| <b>Chemins</b>   |  |   |
| <b>Bordures de champ étroites</b>                                      | < à 1 m, colonisées par la végétation spontanée, en limite de parcelle, de fossé ou de voie  |   |
| <b>Prairies</b>  | Naturelles ou implantées, pérennes ou temporaires, souvent destinées au pâturage ou production de fourrage, en fond de vallée = prairies de bas-fond ou prairies humides   |   |
| <b>Friches</b>   | Parcelles en déprise agricole, sans entretien, spontanément colonisées par la végétation   |   |
| <b>Ligneux</b>   | Zones de végétation avec des espèces arborées et arbustives  | Les + : diminuent ruissellement et flux de particules en surface, zones d'infiltration, protègent de l'effet splash, zone de stockage (polluants et carbone), réduction de la lixiviation des nutriments en excès (nitrates) en raison de l'évapotranspiration et de l'absorption racinaire, influent sur la recharge de la nappe en eau, influent sur les écoulements et flux de la nappe superficielle, favorisent le dépôt des sédiments, stabilisent les berges des cours d'eau, réduisent la dérive des phytosanitaires, habitat pour la biodiversité (Trame verte)<br>Les - : dispositifs exigeants en termes d'entretien et d'efficacité (délai) |
| <b>Ripisylves</b>  | Boisements plus ou moins larges, spécifiques des zones ripariennes, corridor plus ou moins continu le long des berges de cours d'eau<br>Végétation adaptée aux excès d'eau (saules, aulnes, peupliers, bouleaux)   | Les + : fonctions environnementales (thermie, habitat, biodiversité, laminage des crues), valorisation biomasse<br>Les - : coûts financier et temporel de l'entretien   |
| <b>Haies à plat ou sur talus</b>                                       | Structure végétale linéaire  | Réglementation = BCAE / maintien des particularités topographiques : absence de taille entre le 1/04 et 31/07 inclus<br>Les + : haies denses = peignes hydrauliques, favorisent l'apparition de zones avec conditions favorables pour la dénitrification, valorisation biomasse<br>Les - : entretien, compétition avec cultures   |
| <b>Bois et bosquets</b>  | Boisements sur surface variable dans des zones de terrains sensibles (fond de talweg) ou haut de versant   | Réglementation = BCAE / maintien des particularités topographiques : absence de taille entre le 1/04 et 31/07 inclus<br>Les + : celles faites de bois vivant comme le saule deviennent des haies, ralentissent les écoulements et favorisent le dépôt de sédiments<br>Les - : celles faites de bois mort devront être renouvelées, entretien, taille des fascines vivantes, dispositif temporaire car possibilité de réduction de son efficacité par l'accumulation de dépôts en amont  |
| <b>Fascines</b>  | Dispositifs construits et constitués de fagots de branchages maintenus entre deux rangées de pieux   | Influencent le chemin hydraulique, obstacles aux écoulements superficiels<br>Les + : mis en place pour évacuer les eaux pour limiter l'érosion ou assainir les parcelles agricoles<br>Les - : collectent et transfèrent aussi les contaminants d'origine agricole   |
| <b>Talus ou merrions</b>   | Petites levées de terre en bordure de parcelle ou dans une parcelle, d'une hauteur de 50 cm à 1,5 m, enherbées ou plantées de haies  | Les + : ralentissent les écoulements et augmentent le temps de séjour de l'eau et la possibilité de décantation et/ou dégradation des contaminants agricoles<br>Les + : stockent de l'eau, favorisent son infiltration  |
| <b>Fossés</b>  | Avec végétation permanente et dense (forte rugosité)   | Les + : permettent de gérer les écoulements concentrés issus du versant, des drains et des fossés, favorables aux dépôts de sédiments, à la dégradation des phytosanitaires et au captage des nutriments (nitrates et phosphore)<br>Les - : entretien nécessaire sur la durée (curage)  |
| <b>végétalisés à redents</b>   | Morcelés par une succession de petites buttes transversales  | Réglementation = BCAE / maintien des particularités topographiques : sur l'exploitation, mares > à 10 ares et ≤ 50 ares<br>Les + : ceux de faible profondeur permettent le développement de végétaux ce qui favorise la capture et la dégradation des contaminants agricoles  |
| <b>Plans d'eau</b>   | Artificiel ou naturel  |   |
| <b>Mares, étangs</b>   | Au maximum 5 000 m <sup>2</sup> et 2 m de profondeur, permanents ou temporaires  |   |
| <b>Retenues collinaires</b>  | Retenue alimentée uniquement par interception d'écoulements hors cours d'eau (définition AELB), généralement destinées à l'irrigation ou au soutien d'étiage   | Réglementation = Loi sur l'eau (OTA (installations, ouvrages, travaux et aménagements))<br>Soumis à la procédure (OTA (déclaration ou dossier d'autorisation, DDT))<br>Les + : stockent temporairement les eaux avant de les restituer aux cours d'eau et favorisent leur épuration<br>En parallèle : réduction du transfert des phytosanitaires avec ouverture contrôlée par l'agriculteur<br>En série : réduction du transfert des nitrates mais réduit l'efficacité pour les phytosanitaires   |
| <b>Zone tampon humide artificielle (ZTHA) ou zone tampon épuration</b> | Ouvrages rustiques, aménagés en aval d'un réseau de collecte d'écoulements (fossés ou drains). En milieu agricole, une ZTHA est un bassin de rétention, ou une mare existante, de profondeur et de hauteur d'eau variables, végétalisée ou non.  |   |