



REPUBLIQUE  
ET CANTON  
DE GENEVE



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

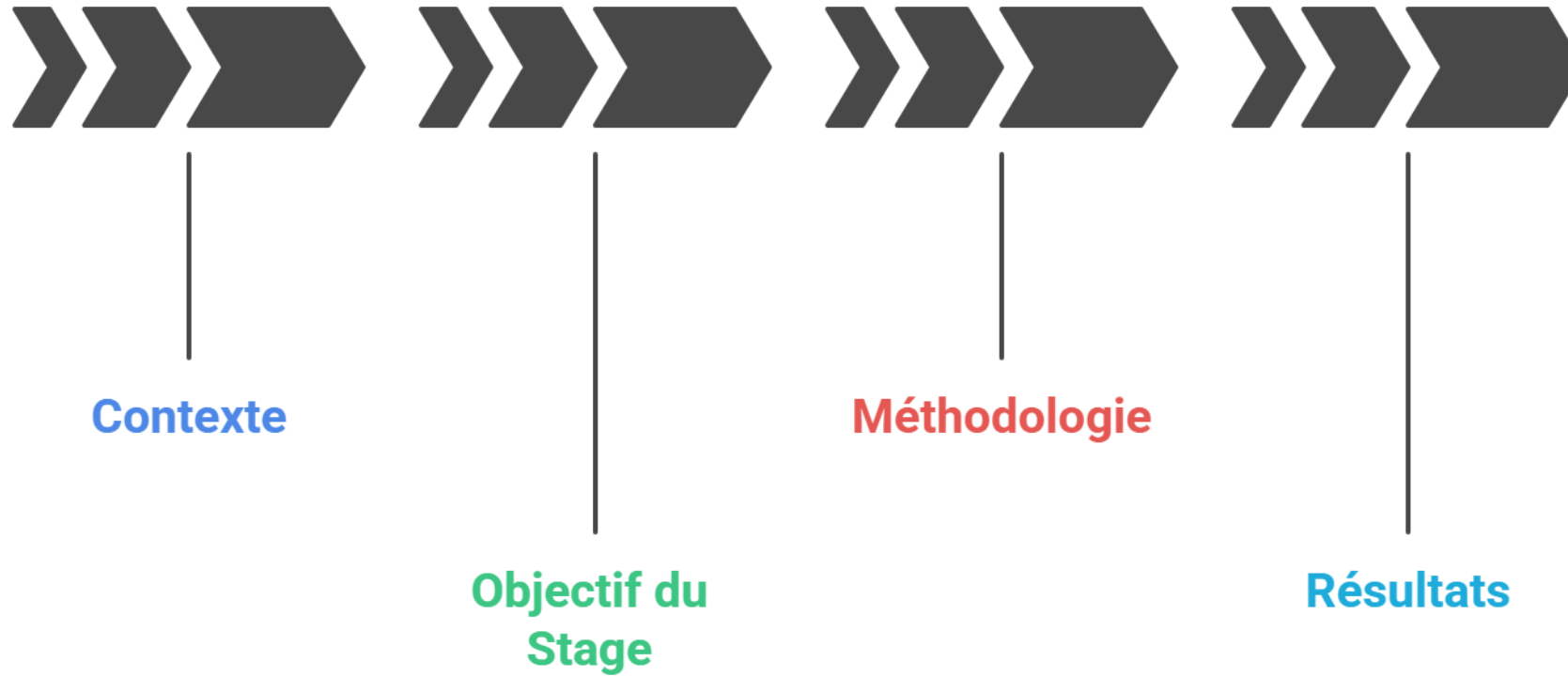
# Intégration des données de micropolluants dans le Système d'information de l'Eau

Monica Suarez Cobos

Stage dans le cadre du Certificat Complémentaire en Géomatique  
Office cantonal de l'eau

11.12.2025

# Sommaire



# Surveillance de la qualité des eaux de surface



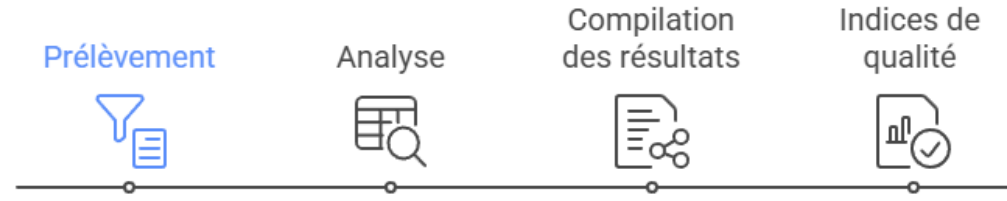
Secteurs du suivi sur le canton de Genève (OCEau, 2023)

- SIEau : Responsable de la gestion, de la sécurité et du développement des systèmes d'information liés aux ressources en eau.
- Monitoring - L'OCEau, via le SSPMA, assure le suivi de la qualité des eaux de surface sur tout le canton de Genève.

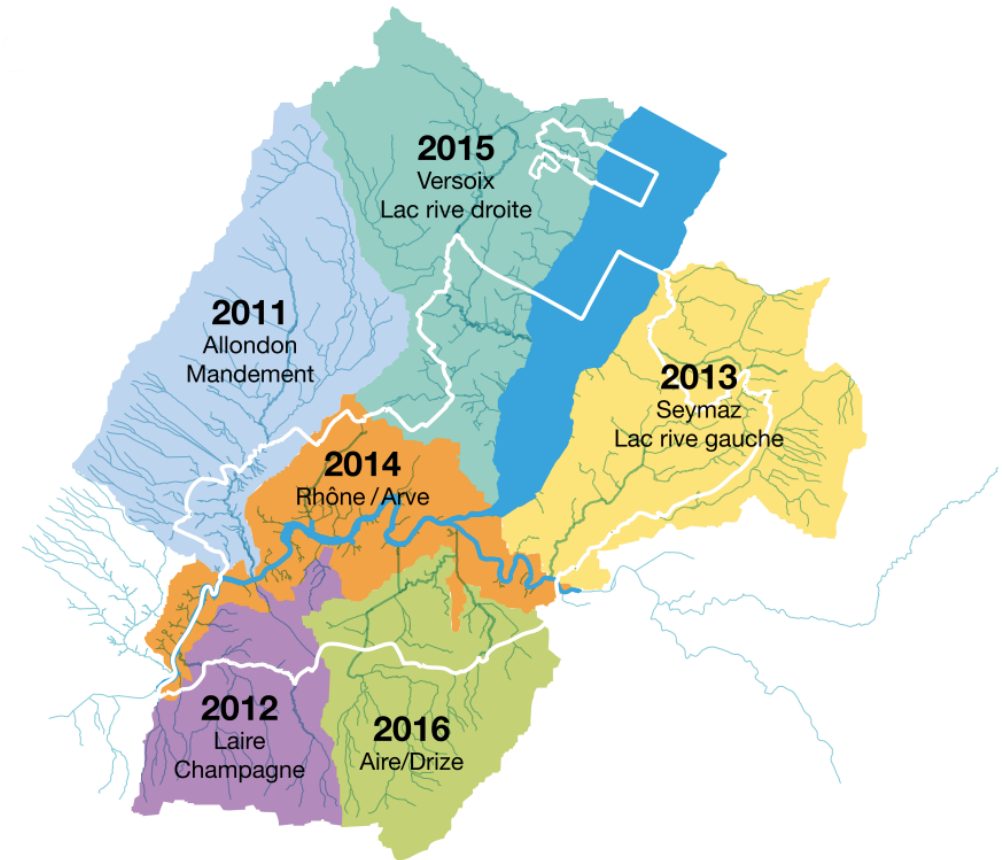
*SIEau : Système d'information de l'eau*

*SSPMA : Service de la surveillance et de la protection des eaux et des milieux aquatiques*

# Surveillance de la qualité des eaux de surface



- Prélèvements ponctuels (instantanés) : Réalisés une fois par mois sur différents points.
- Chaque année, un des six bassins versants du canton fait l'objet d'une étude approfondie.
- Prélèvements composites (automatiques).



NAWA : Observation nationale de la qualité des eaux de surface

Secteurs et chronologie du suivi (OCEau, 2019)

# Surveillance de la qualité des eaux de surface

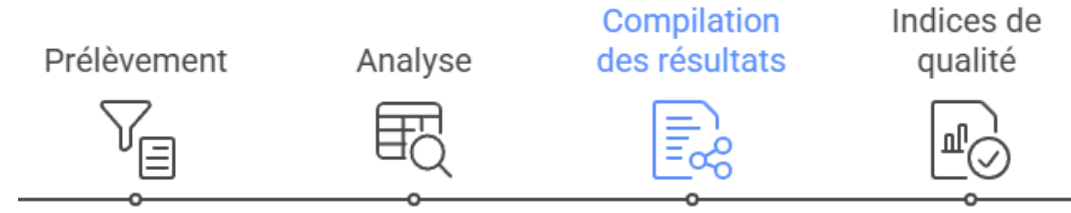


- Les échantillons sont traités en laboratoire par chromatographie couplée à la spectrométrie de masse en tandem.
- Évaluation de l'état des cours d'eau
  - Indicateurs de pression (impacts anthropiques)
  - Indicateurs d'état (réponse écologique).



*Échantillons prêts à être analysés (OCEau, 2019)*

# Surveillance de la qualité des eaux de surface



- Exemple d'une feuille Excel avec les résultats suite à une campagne d'échantillonnage.



REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE

Département du territoire

OCEau - Service de l'écologie de l'eau

Laboratoire de la protection des eaux et de l'environnement

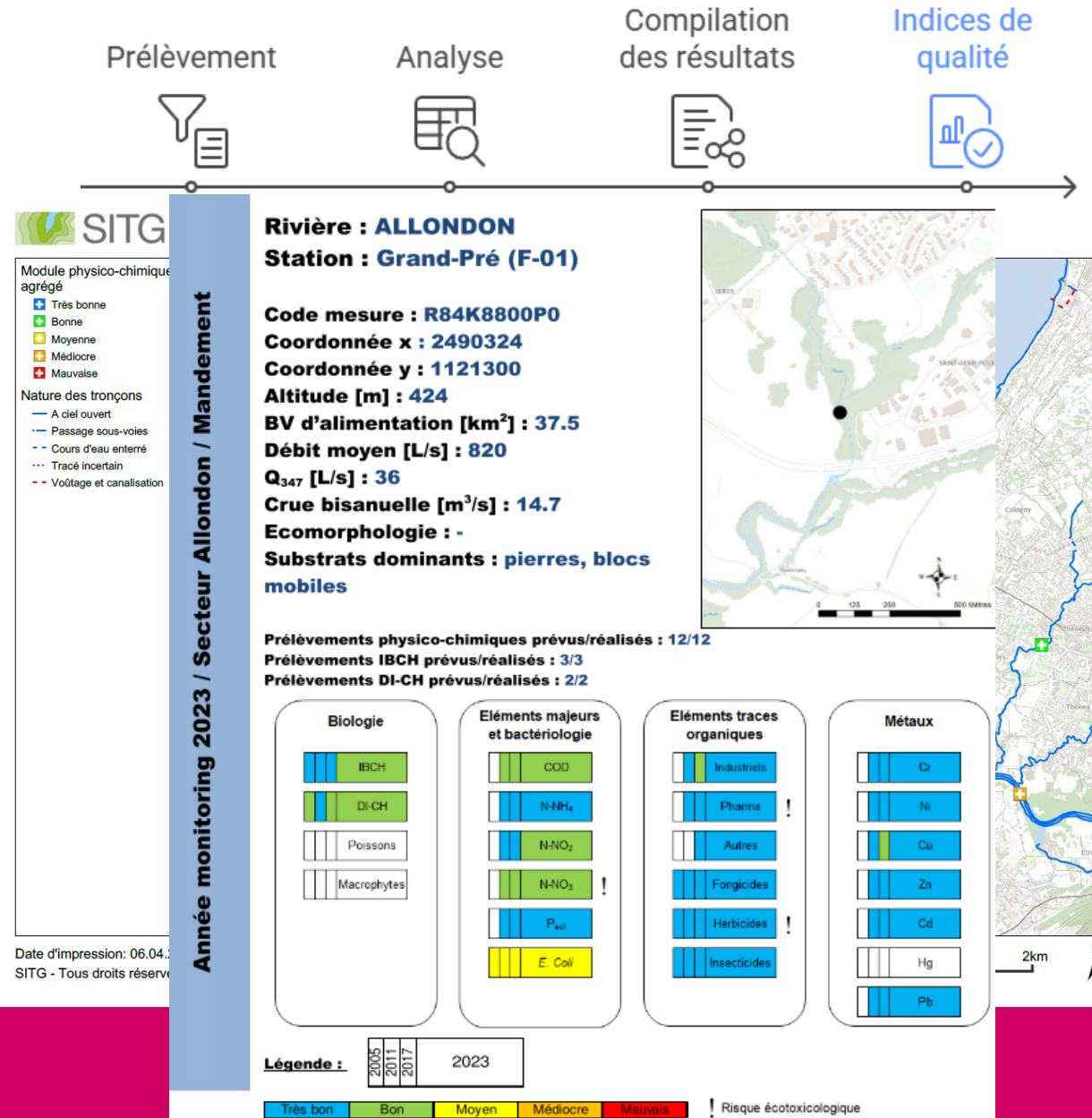
23-2511/2

Demande d'analyse SECOE (BJE)

Concerne : campagne rivière 2023

| ID_GE | Pesticides [ng/L] | Type de produit | N° CAS      | LOQ | Unité | Incertitude relative | Méthode     | ID WISKI (Déc.2021) | R1  | R2  | R3  | R4  |
|-------|-------------------|-----------------|-------------|-----|-------|----------------------|-------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|
| 104   | Cotinin           | Autres          | 486-56-6    | 30  | ng/L  | 30%                  | DI-LC-MS/MS | Cotinin             |     |     |     |     |
| 403   | Lamotrigin        | Pharmaceutique  | 84057-84-1  | 30  | ng/L  | 30%                  | DI-LC-MS/MS | Lamotrigin          | <30 | <30 | 34  | 51  |
| 412   | Sitagliptin       | Pharmaceutique  | 486460-32-6 | 30  | ng/L  | 30%                  | DI-LC-MS/MS | Sitagliptin         |     | <30 | <30 | 37  |
| 418   | Valsartan         | Pharmaceutique  | 137862-53-4 | 30  | ng/L  | 30%                  | DI-LC-MS/MS | Valsartan           |     | 33  | 34  | 44  |
| 380   | Amisulpride       | Pharmaceutique  | 71675-85-9  | 20  | ng/L  | 11%                  | DI-LC-MS/MS | Amisulprid          |     |     | <20 | <20 |
| 381   | Amoxicillin       | Pharmaceutique  | 26787-78-0  | 30  | ng/L  | 12%                  | DI-LC-MS/MS | Amoxicillin         |     |     |     |     |
| 102   | Aspartame         | Autres          | 22839-47-0  | 20  | ng/L  | 10%                  | DI-LC-MS/MS | Aspartam            |     |     |     |     |
| 382   | Atenolol          | Pharmaceutique  | 29122-68-7  | 30  | ng/L  | 13%                  | DI-LC-MS/MS | Atenolol            |     |     |     |     |
| 383   | Azithromycin      | Pharmaceutique  | 83905-01-5  | 30  | ng/L  | 15%                  | DI-LC-MS/MS | Azithromycin        |     | <30 | <30 | <30 |
| 297   | Benzothiazole     | Industrie       | 95-16-9     | 260 | ng/L  | 30%                  | DI-LC-MS/MS | Benzothiazol        |     |     |     |     |
| 298   | Benzotriazole     | Industrie       | 95-14-7     | 40  | ng/L  | 22%                  | DI-LC-MS/MS | Benzotriazol        | 53  | 105 | 228 | 136 |
| 384   | Bezafibrate       | Pharmaceutique  | 41859-67-0  | 10  | ng/L  | 8%                   | DI-LC-MS/MS | Bezafibrat          |     |     |     |     |
| 103   | Caffeine          | Autres          | 58-08-2     | 70  | ng/L  | 15%                  | DI-LC-MS/MS | Koffein             | 89  | 103 | 86  | 135 |
| 385   | Candesartan       | Pharmaceutique  | 139481-59-7 | 30  | ng/L  | 13%                  | DI-LC-MS/MS | Candesartan         |     |     |     | <30 |

# Surveillance de la qualité des eaux de surface

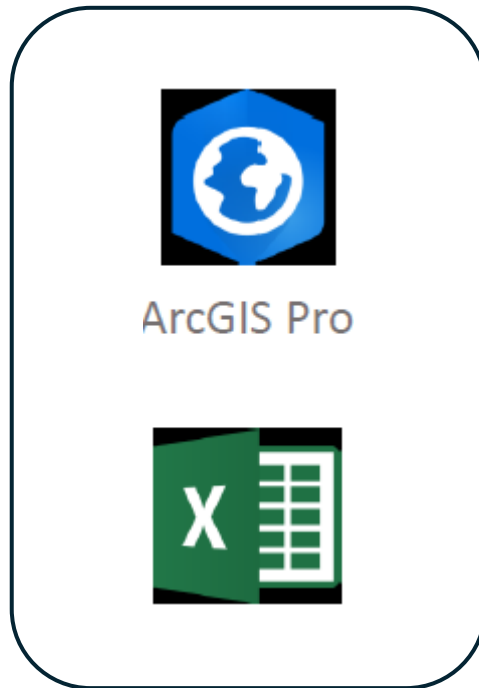


# Objectif du stage

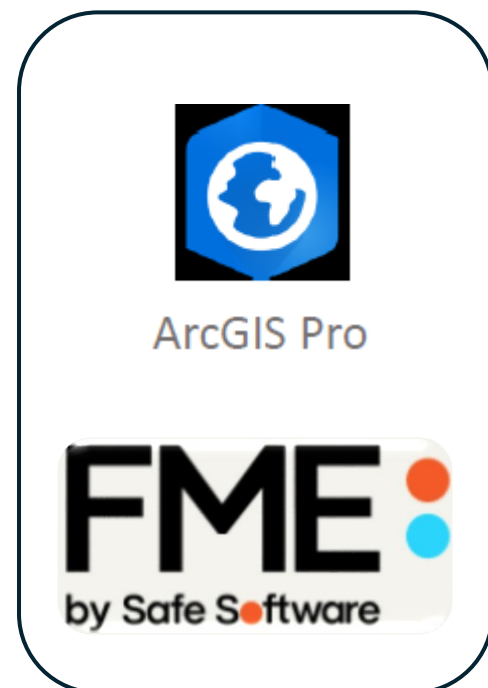
- 🎯 Optimiser le traitement des mesures des micropolluants.
- 🎯 Automatiser leur traitement.
- 🎯 Intégrer ces données dans le système d'information.

# Méthodologie

## Données



## Traitement de données



## Résultat



# Compréhension du processus d'analyse

- 🧠 Prise de connaissance des étapes du processus.
- 🧠 Micropolluants analysés: pesticides, médicaments, PFAS, substances industrielles, autres.
- 🧠 Compréhension des indices de qualité, de l'indice de risque par substances et de la note écotoxicologique.

# Données

## Tableau des paramètres chimiques – ID\_GE

| HYB_PARAMETRES_CHIMIQUES |                                                                                                    |       |                       |                   |              |            |            |            |                       |                          |         |                         |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------|-------------------|--------------|------------|------------|------------|-----------------------|--------------------------|---------|-------------------------|
| PARAMETRE                | Field: Add Calculate Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy Rows: Insert |       |                       |                   |              |            |            |            |                       |                          |         |                         |
|                          | OBJECTID *                                                                                         | ID_GE | PARAMETRE             | ID_OFEV           | TYPE         | CAS        | CAS_GESDEC | CAS_OFEV   | EXIGENCE_OEAUX_AIG... | EXIGENCE_OEAUX_CHRONIQUE | PNEC    | UNITE (Exigences-PNE... |
| Aclonifen                | 48                                                                                                 | 75    | U                     | U-geloest         | Métal        | 7440-61-1  | 7440-61-1  | < Null>    | < Null>               | < Null>                  | 0,3     | µg/L                    |
| Azoxystrobin             | 49                                                                                                 | 76    | Hg                    | Hg-tot            | Métal        | 7439-97-6  | < Null>    | < Null>    | 0,01                  | 0,01                     | 0,047   | µg/L                    |
| Chlorpropham             | 50                                                                                                 | 101   | Acesulfam             | Acesulfam         | Autres       | 33665-90-6 | 33665-90-6 | 33665-90-6 | < Null>               | < Null>                  | 72400   | ng/L                    |
| Chlorpyrifos-ethyl       | 51                                                                                                 | 102   | Aspartame             | Aspartam          | Autres       | 22839-47-0 | 22839-47-0 | 22839-47-0 | < Null>               | < Null>                  | 39300   | ng/L                    |
| Chlorpyrifos-methyl      | 52                                                                                                 | 103   | Caffeine              | Koffein           | Autres       | 58-08-2    | 58-08-2    | 58-08-2    | < Null>               | < Null>                  | 87000   | ng/L                    |
| Benalaxyl                | 53                                                                                                 | 104   | Cotinin               | Cotinin           | Autres       | 486-56-6   | 486-56-6   | 486-56-6   | < Null>               | < Null>                  | 10000   | ng/L                    |
| Cypermethrin             | 54                                                                                                 | 105   | Cyclamate             | Cyclamat          | Autres       | 100-88-9   | 100-88-9   | 100-88-9   | < Null>               | < Null>                  | < Null> | ng/L                    |
| Dichlobenil              | 55                                                                                                 | 106   | DEET                  | DEET              | Autres       | 134-62-3   | 134-62-3   | 134-62-3   | < Null>               | < Null>                  | 88000   | ng/L                    |
| Diflufenican             | 56                                                                                                 | 107   | OMC                   | Ethylhexylmeth... | Autres       | 5466-77-3  | 5466-77-3  | 5466-77-3  | < Null>               | < Null>                  | 6000    | ng/L                    |
|                          | 57                                                                                                 | 108   | Sucralose             | Sucralose         | Autres       | 56038-13-2 | 56038-13-2 | 56038-13-2 | < Null>               | < Null>                  | 29700   | ng/L                    |
|                          | 58                                                                                                 | 109   | Triclosan             | Triclosan         | Autres       | 3380-34-5  | 3380-34-5  | 3380-34-5  | < Null>               | < Null>                  | 50      | ng/L                    |
|                          | 59                                                                                                 | 110   | 2,6-Dichlorobenzamide | 2-6-Dichlorben... | FMétaboli... | 2008-58-4  | 2008-58-4  | 2008-58-4  | 100                   | 100                      | 270000  | ng/L                    |
|                          | 60                                                                                                 | 111   | 2-Imidazolidinethione | 2-Imidazolidin... | FMétaboli... | 96-45-7    | 96-45-7    | 96-45-7    | 100                   | 100                      | 730     | ng/L                    |

| PNEC |
|------|
| 120  |
| 200  |
| 4000 |
| 0,46 |
| 1    |
| 1170 |
| 0,03 |
| 630  |
| 10   |
| ...  |

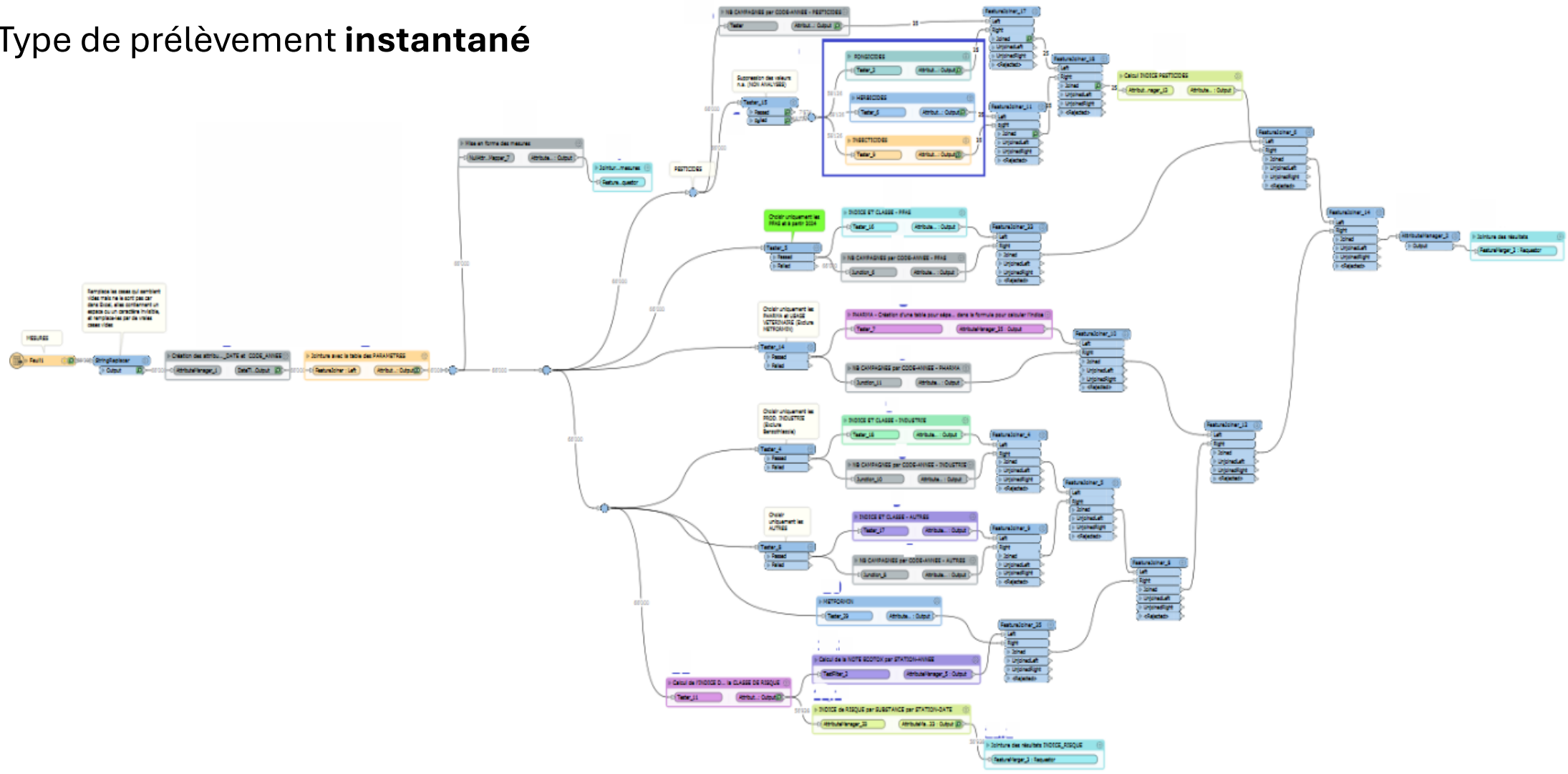
# Données

## Tableau des mesures

| ID_STATIC  | COURS_E  | STATION    | ID_ECHANTILLON  | TYPE_PRELEVEMENT | DEBUT_PRELEVEMENT | FIN_PRELEVEMENT | ID_G | PARAMETRE                      | VALEUR     | LOQ | UNITE | INCERTITUDE RELATIVE | METHODE            |
|------------|----------|------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|------|--------------------------------|------------|-----|-------|----------------------|--------------------|
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 113  | Chlorothalonil_R417888         | 70,2772037 | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 114  | Chlorothalonil_R471811         | 484,750041 | 20  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 280  | Dimethachlor-ESA               | 44,567754  | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 281  | Dimethachlor-OA                | <10        | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 282  | Dimethenamid-ESA               | 59,335199  | 20  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 289  | Metolachlor-OA                 | 47,3022154 | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 118  | N,N-DMS                        | 684,862205 | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 255  | Propyzamide                    | 10,0495626 | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 294  | Terbutylazine-2-hydroxy        | <10        | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 181  | Aclonifen                      | 2125       | 30  | ng/L  | 0,25                 | DLLME-GC-MS/MS     |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 204  | Diflufenican                   | 14         | 10  | ng/L  | 0,25                 | DLLME-GC-MS/MS     |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 206  | Dimethachlor                   | 24         | 20  | ng/L  | 0,2                  | DLLME-GC-MS/MS     |
| R111K135P0 | Ecra     | Embouchure | 23-2511/3 - R14 | Instantané       | 07/03/2023 00:00  |                 | 207  | Dimethenamid                   | 21         | 20  | ng/L  | 0,25                 | DLLME-GC-MS/MS     |
| R97K50P0   | Pralie   | Embouchure | 23-2511/3 - R16 | Instantané       | 08/03/2023 00:00  |                 | 185  | Atrazine                       | <10        | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R97K50P0   | Pralie   | Embouchure | 23-2511/3 - R16 | Instantané       | 08/03/2023 00:00  |                 | 273  | Atrazine-2-hydroxy             | 13,740982  | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R97K50P0   | Pralie   | Embouchure | 23-2511/3 - R16 | Instantané       | 08/03/2023 00:00  |                 | 275  | Atrazine-desethyl              | 13,0795528 | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R97K50P0   | Pralie   | Embouchure | 23-2511/3 - R16 | Instantané       | 08/03/2023 00:00  |                 | 276  | Atrazine-desethyl-desisopropyl | 17,7553528 | 10  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R95K116P0  | Missezon | Embouchure | 23-2511/3 - R17 | Instantané       | 08/03/2023 00:00  |                 | 114  | Chlorothalonil_R471811         | <20        | 20  | ng/L  | 0,3                  | DI-LC-MS/MS        |
| R94K42P0   | Crêt     | Embouchure | 23-2511/3 - R18 | Instantané       | 08/03/2023 00:00  |                 | 220  | Glyphosate                     | n.a.       | 20  | ng/L  | 0,3                  | Dérivatisation-SPE |
| R94K42P0   | Crêt     | Embouchure | 23-2511/3 - R18 | Instantané       | 08/03/2023 00:00  |                 | 272  | AMPA                           | n.a.       | 20  | ng/L  | 0,3                  | Dérivatisation-SPE |

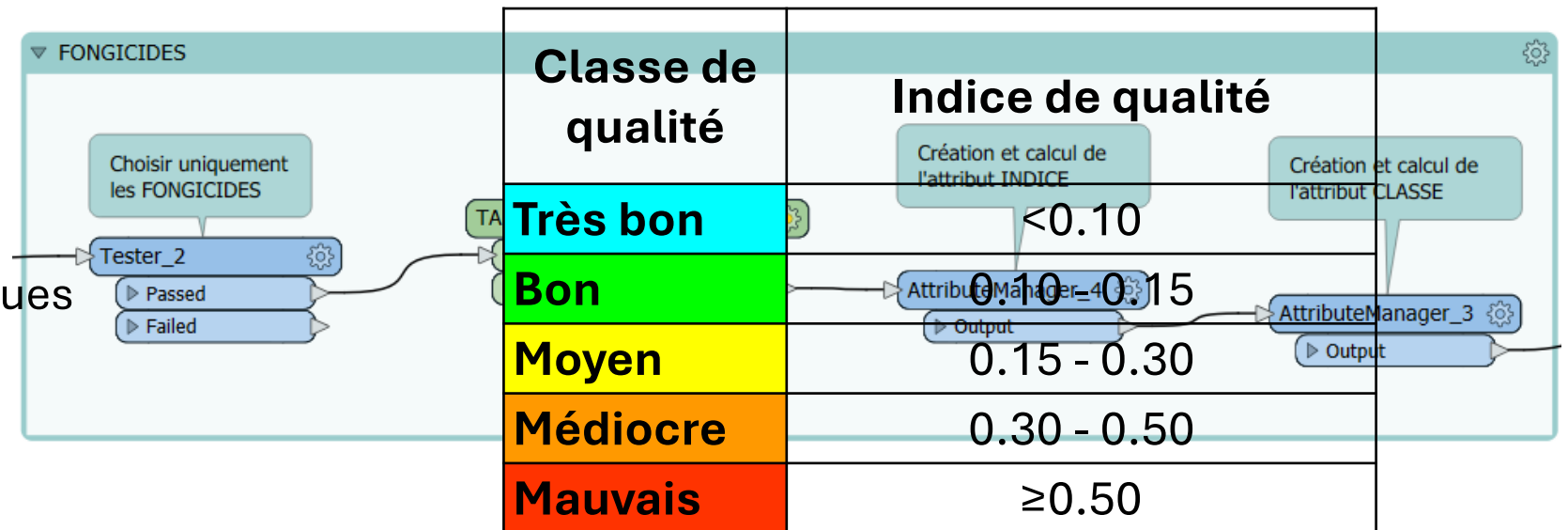
# Modèle FME

- Type de prélèvement **instantané**



# Modèle FME

- Type de prélèvement **instantané**
- Indices de qualité de micropolluants
  - Les indices de qualité sont classés en :
    - Pesticides
      - Fongicides
      - Insecticides
      - Herbicides
    - PFAS
    - Produits pharmaceutiques
    - Produits industriels
    - Autres



# Modèle FME

## ■ Type de prélèvement **instantané**

### • Les indices de qualité sont classés en :

#### ➤ Pesticides

- Fongicides
- Insecticides
- Herbicides

#### ➤ PFAS

#### ➤ Produits pharmaceutiques

#### ➤ Produits industriels

#### ➤ Autres

*Équation 3. Indice des PFAS*

$$\begin{aligned} \text{Indice PFAS} = & \frac{\frac{Nb < 2 \text{ et détectés}}{Nb \text{ composés analysés}}}{5} + \frac{Nb \geq 2 \text{ et } < 5}{Nb \text{ composés analysés}} * 2 + \frac{Nb \geq 5 \text{ et } < 20}{Nb \text{ composés analysés}} * 10 \\ & + \frac{Nb \geq 20 \text{ et } < 50}{Nb \text{ composés analysés}} * 20 + \frac{Nb \geq 50}{Nb \text{ composés analysés}} * 100 \end{aligned}$$

*Nb < 2 et détectés* : Nombre de substances ayant une concentration inférieure à 2 ng/L ou ayant été détectées, c'est-à-dire les substances dont la valeur est inférieure à la limite de quantification, sont prises en compte.

*Nb composés analysés* : Nombre total de substances analysées.

# Modèle FME

## ■ Type de prélèvement **instantané**

- Indices de qualité de micropolluants
- Le calcul de l'indice de risque (IR) doit être effectué en tenant compte de 3 conditions :
- Indice de risque pour chaque substance par station par date

|                                                                                                     | Appréciation au<br>moyen de l'indice<br>de risque | Indice de risque      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|
| a. $IR = \frac{\text{Concentration mesurée}}{PNEC}$ ; S'il y a une valeur de concentration définie. |                                                   |                       |
| b. $IR = 0$ ; P                                                                                     | Très faible                                       | Non-déterminée (n.d.) |
| c. $IR = \frac{LOQ}{PNEC}$                                                                          | Faible                                            | 0.1 - 1.0             |
|                                                                                                     | Moyen                                             | 1.0 - 2.0             |
|                                                                                                     | Important                                         | 2.0 - 10              |
|                                                                                                     | Très important                                    | $\geq 10$             |
|                                                                                                     | Non-défini                                        | Non-défini (-98)      |

PNEC : concentration prédite sans effet  
LOQ : limite de quantification

# Modèle FME

## ■ Type de prélèvement **instantané**

- ~~Notes écotoxiques~~ Notes écotoxiques de micropolluants
- Indice de risque pour chaque substance par station par date
- Note écotox

*Équation 6. Note écotoxique*

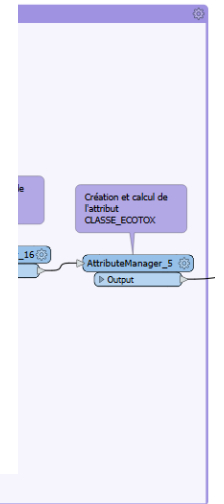
$$Note\ écotoxique = \frac{(2 * x_1) + (6 * x_2) + (10 * x_3)}{2 + 6 + 10}$$

| Classe   | Note écotoxique                     |
|----------|-------------------------------------|
| Très bon | 0                                   |
| Moyen    | 0 - 4                               |
| Médiocre | IR compris entre 1 et 2.<br>4 - 5.5 |
| Mauvais  | IR compris entre 2 et 10.<br>≥ 5.5  |

$x_1$  : Nombre de substances

$x_2$  : Nombre de substances

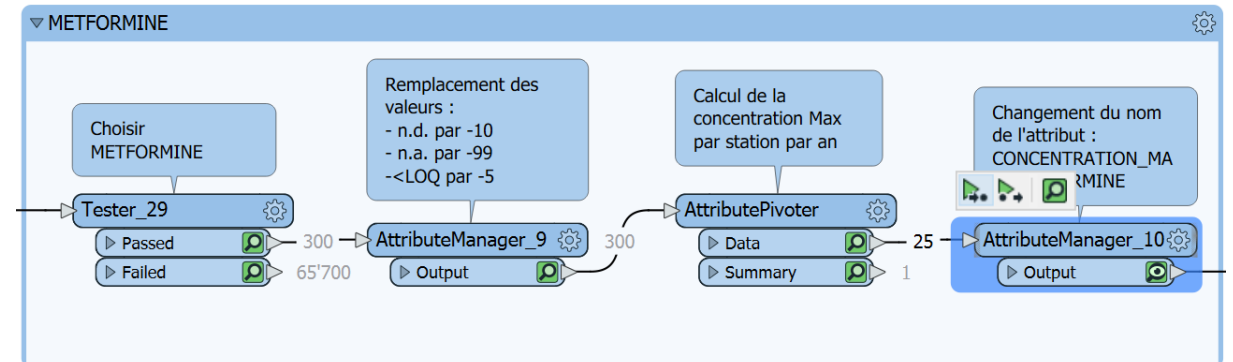
$x_3$  : Nombre de substances avec un IR supérieur à 10.



# Modèle FME

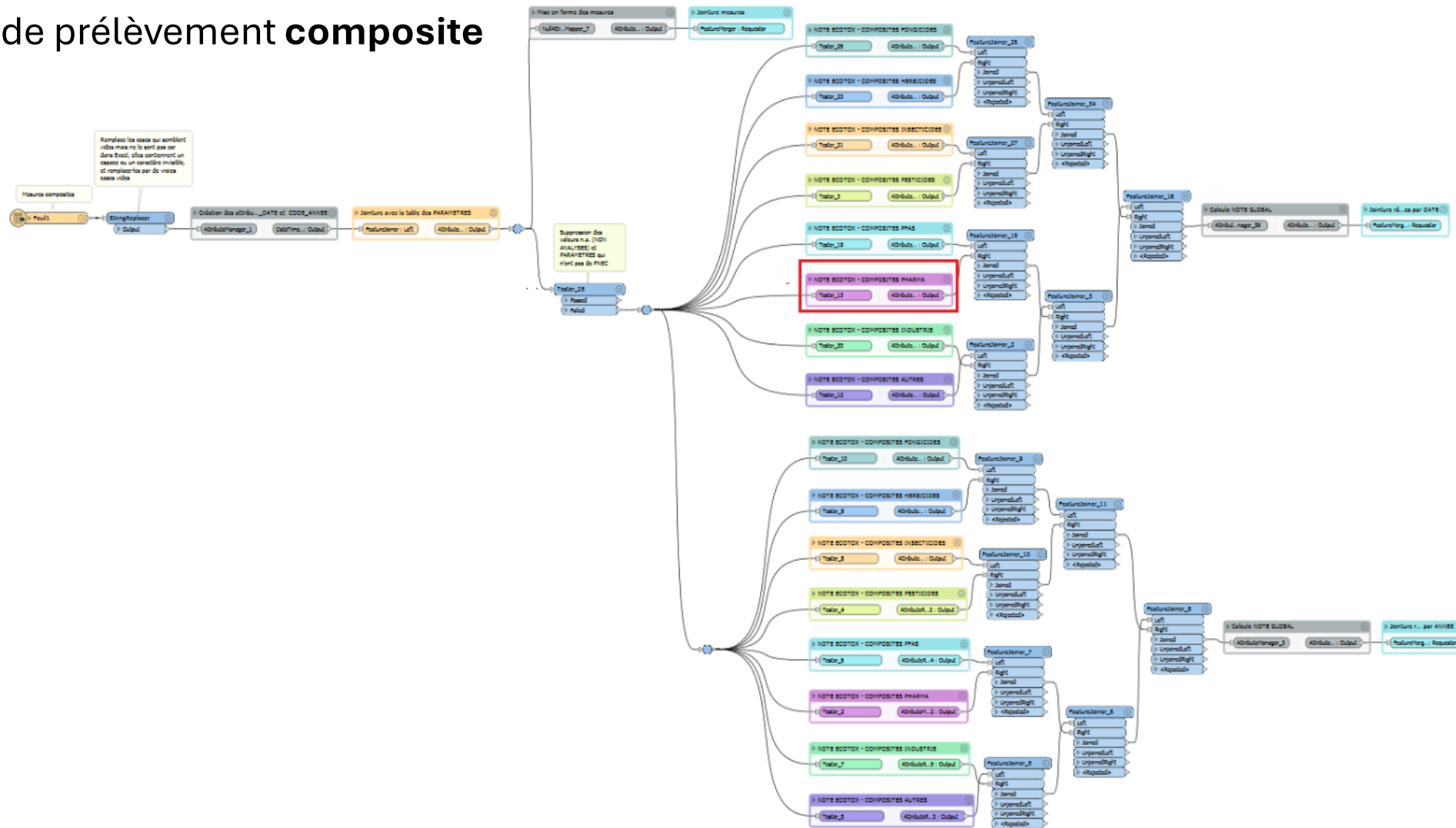
## ■ Type de prélèvement **instantané**

- Indices de qualité de micropolluants
- Indice de risque pour chaque substance par station par date
- Note écotoxicologique par station par année
- Concentration maximale de la metformine



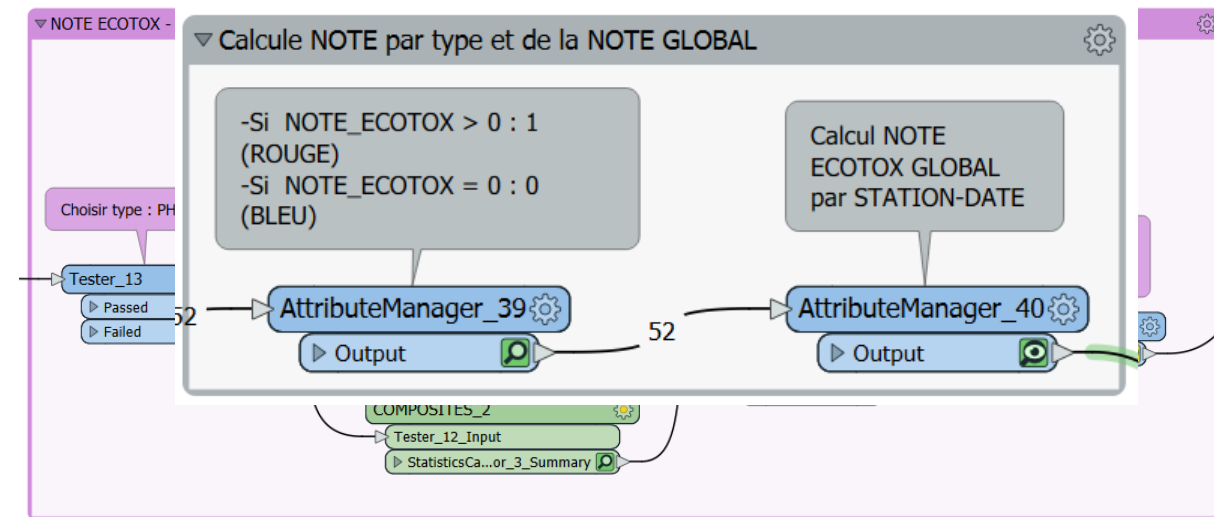
# Modèle FME

## ■ Type de prélèvement composite



# Modèle FME

- Type de prélèvement **composite**
- Mise en forme de la date
- Mise à jour des mesures
- **Note écotoxicologique** par **type** de micropolluant par station par **date**
- **Note écotoxicologique globale** par station par **date**
- **Note écotoxicologique** par **type** de micropolluant par station par **année**
- **Note écotoxicologique globale** par station par **année**



# Modèle FME

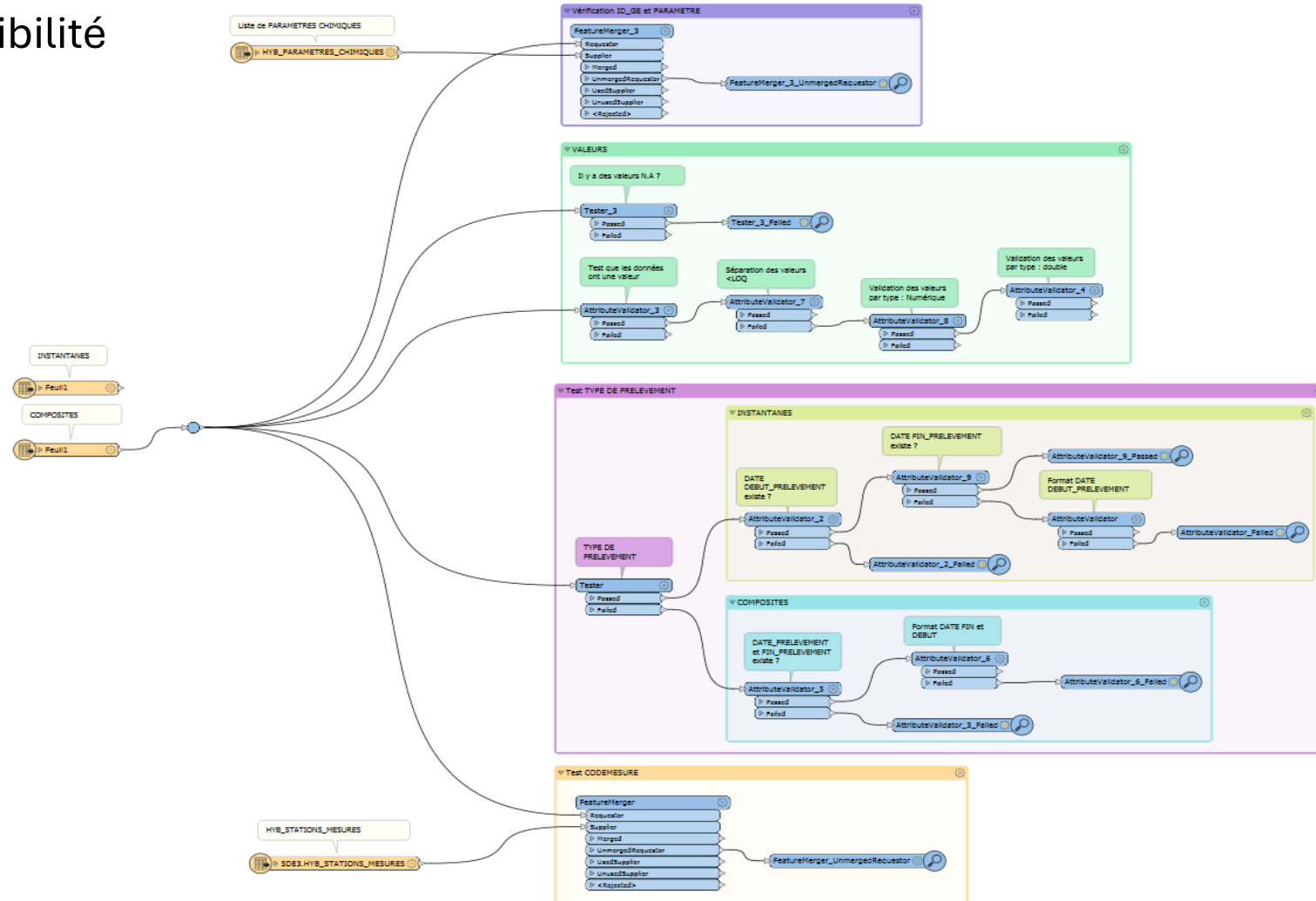
- Type de prélèvement **composite**
  - Note écotoxicologique - indice NAWA

|  | Note écotoxicologique                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Si AUCUNE substance n'a une concentration mesurée $\geq$ PNEC, la note sera 0, c'est-à-dire bonne               |
|  | Si une ou plusieurs substances ont une concentration mesurée $\geq$ PNEC, la note sera 1, c'est-à-dire mauvaise |

NAWA : Observation nationale de la qualité des eaux de surface  
PNEC : concentration prédite sans effet

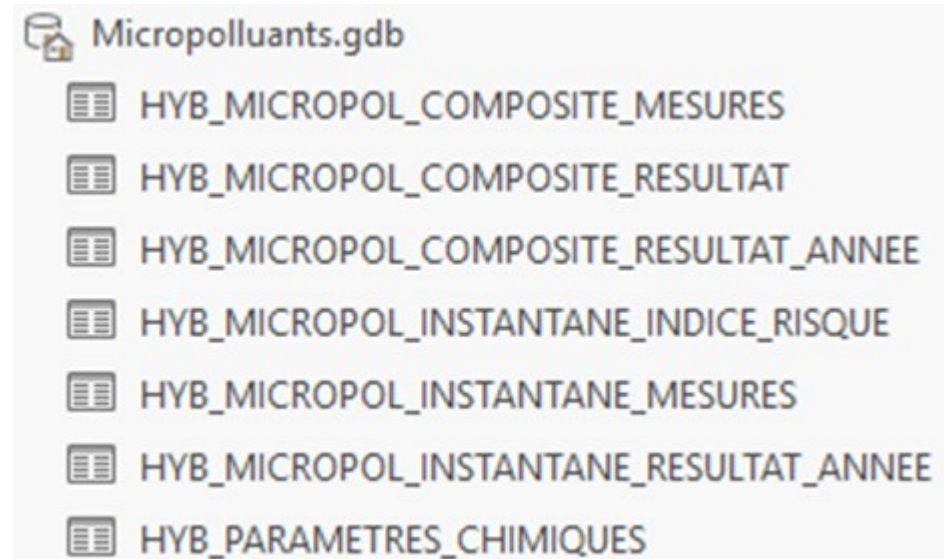
# Modèle FME

- Test de plausibilité



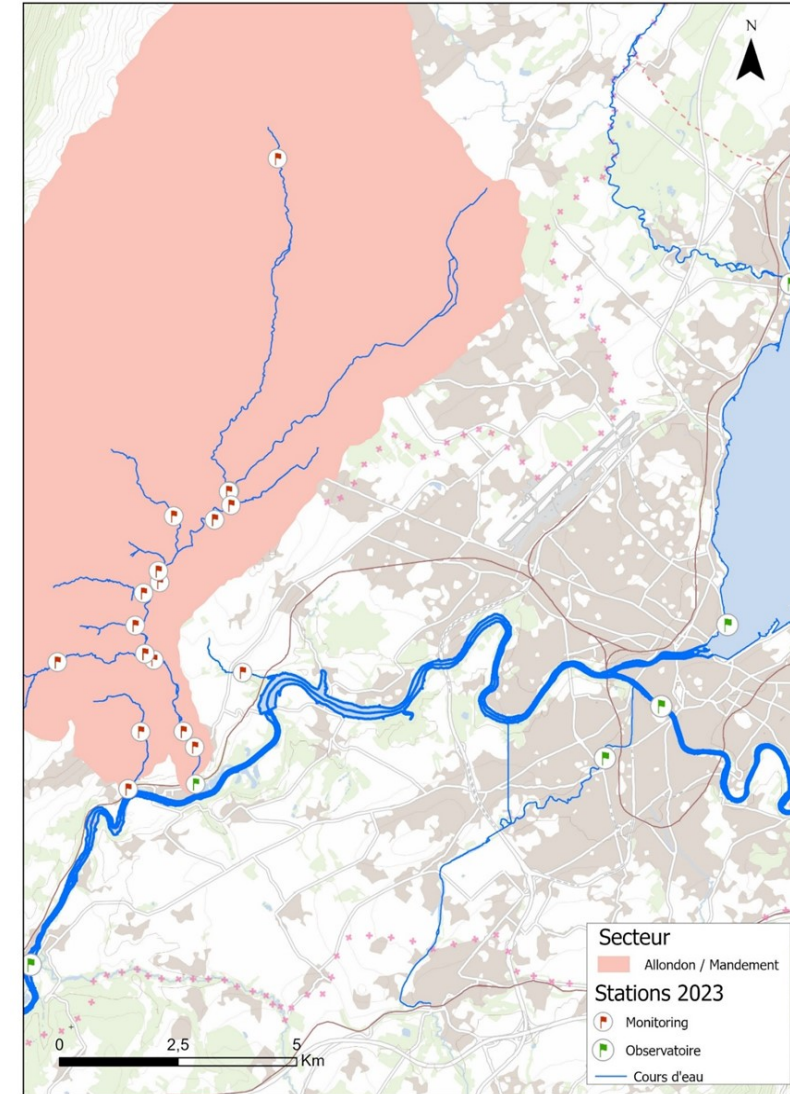
# Les stations du monitoring 2023

- Liste des tableaux créés sur la géodatabase



# Les stations du monitoring 2023

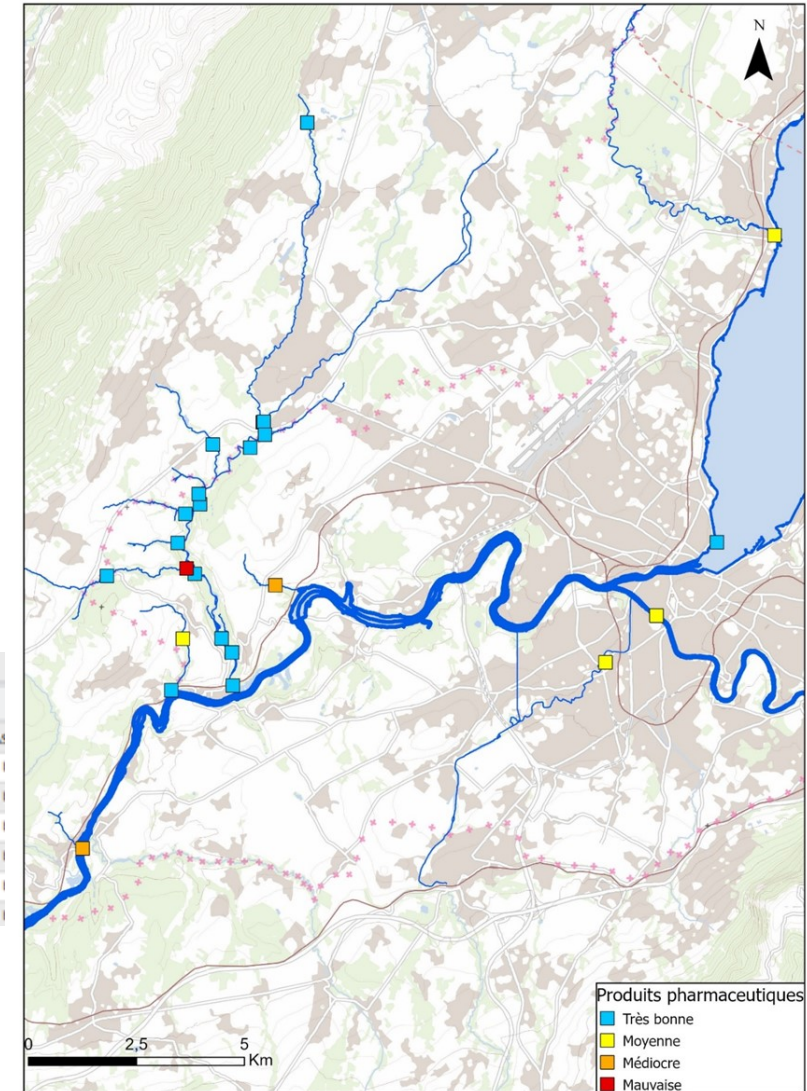
- Emplacement des stations de mesure du secteur Allondon/Mandement et les stations observatoires



# Les stations du monitoring 2023

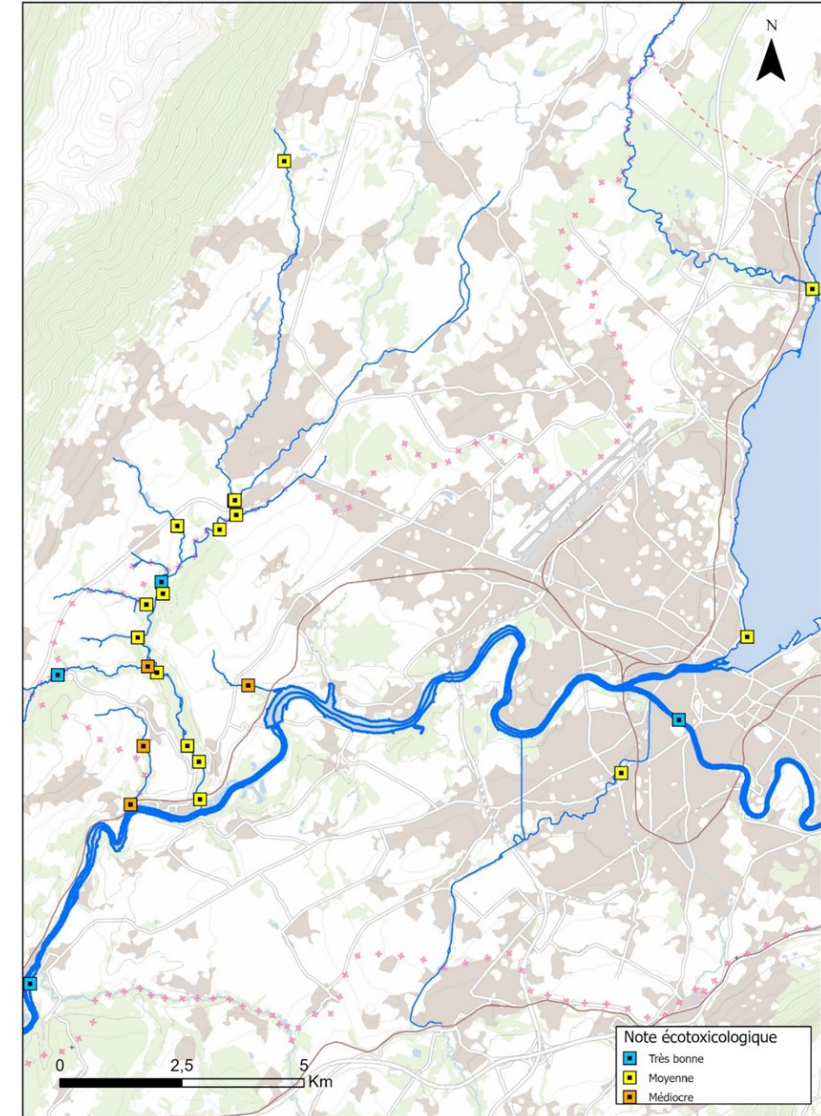
- État des stations du secteur Allondon/Mandement en 2023 en ce qui concerne les produits pharmaceutiques.

| HYB_MICROPOL_INSTANTANE_RESULTAT X                                                                   |            |                 |       |              |                  |                  |                  |                  |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|-------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Field: Add Calculate Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy Rows: Insert v |            |                 |       |              |                  |                  |                  |                  |                    |
|                                                                                                      | OBJECTID * | CODE_ANNEE      | ANNEE | CODEMESURE * | INDICE_FONGICIDE | CLASSE_FONGICIDE | INDICE_HERBICIDE | CLASSE_HERBICIDE | INDICE_INSECTICIDE |
| 1                                                                                                    | 1          | R84K445PO_2023  | 2023  | R84K445PO    | 0,001            | Très bon         | 0,053            | Très bon         | 0                  |
| 2                                                                                                    | 2          | R85K1700PO_2023 | 2023  | R85K1700PO   | 0,538            | Mauvaise         | 0,516            | Mauvaise         | 0,007              |
| 3                                                                                                    | 3          | R113K000PO_2023 | 2023  | R113K000PO   | 0,616            | Mauvaise         | 0,165            | Moyen            | 0,012              |
| 4                                                                                                    | 4          | R3K96PO_2023    | 2023  | R3K96PO      | 0,004            | Très bon         | 0,014            | Très bon         | 0                  |
| 5                                                                                                    | 5          | R84K152PO_2023  | 2023  | R84K152PO    | 0                | Très bon         | 0,001            | Très bon         | 0,002              |
| 6                                                                                                    | 6          | R145K565PO_2023 | 2023  | R145K565PO   | 0,001            | Très bon         | 0,042            | Très bon         | 0,002              |



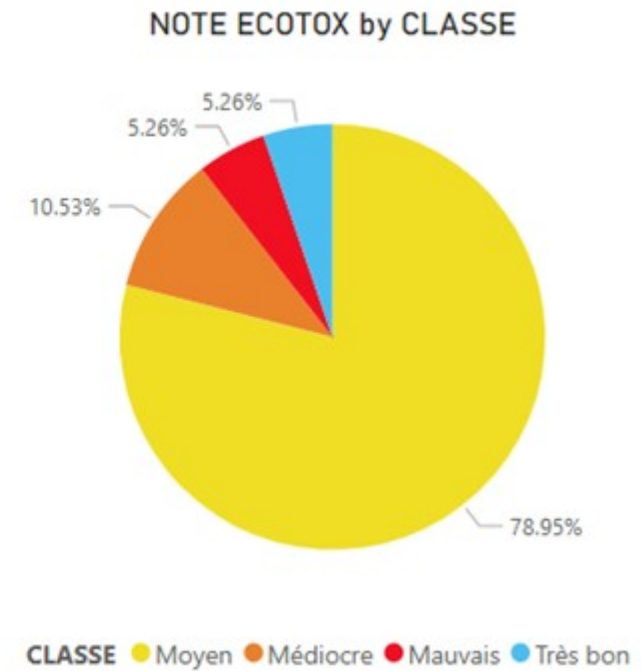
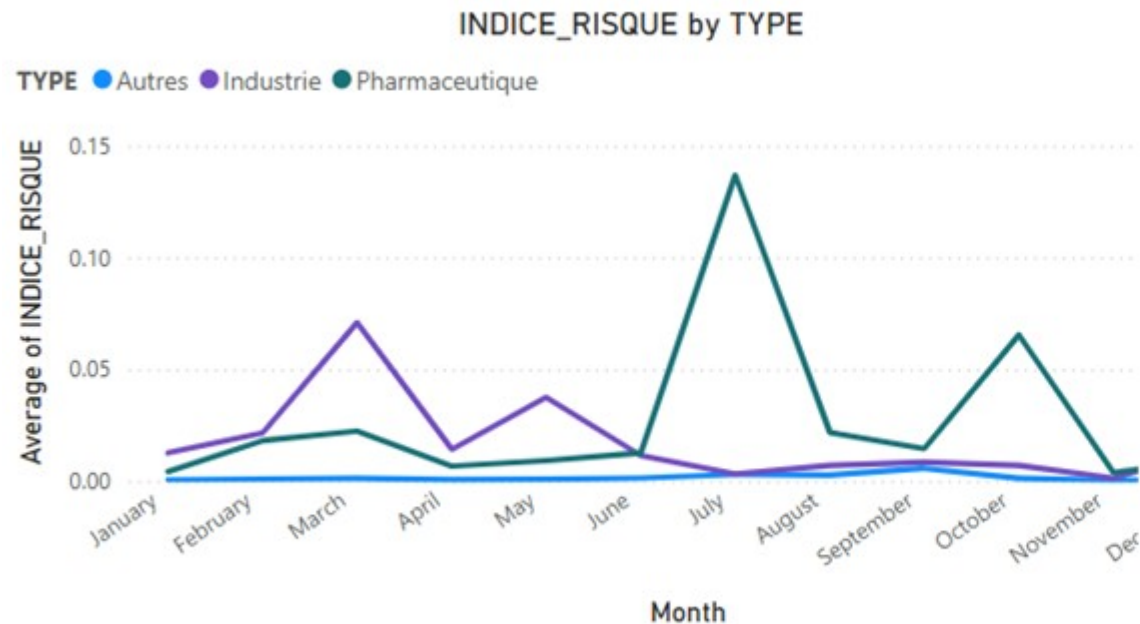
# Les stations du monitoring 2023

- État écotoxicologique de chacune des stations du secteur Allondon/Mandement en 2023



# Les stations du monitoring 2023

- Exemple de Dashboard



# Conclusion

- 👉 Automatisation du traitement des micropolluants avec FME et ArcGIS
- 👉 Gain de temps et fiabilité accrue
- 👉 Réduction des erreurs humaines
- 👉 Intégration des données historiques



Merci pour votre  
attention