



Le Bassin de la Vesdre

Qualité des eaux Modélisation Impact inondations 14/15 juillet 2021

Verviers, 22 Avril 2024

E. Everbecq, A. Grard, P. Magermans
Dr J-F. Delière, Pr
PeGIRE, Aquapole, ULiege



1

Introduction



Le bassin de la Vesdre

1. Généralités sur le bassin de la Vesdre
2. Qualité des eaux du bassin de la Vesdre
3. Modélisation de la qualité des eaux de la Vesdre
4. Impact inondations 14/15 juillet 2021
5. Conclusions



2

1. Introduction : le bassin de la Vesdre



Bassin Versant : 703 km²

Longueur : 72,5 km

Principales villes

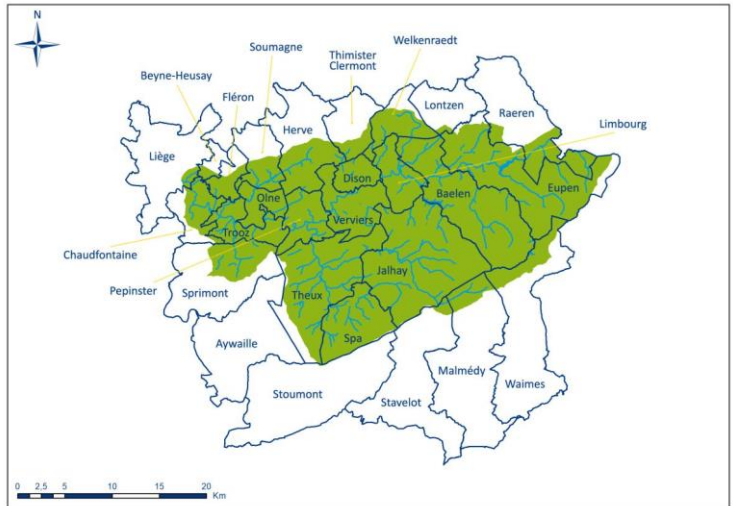
- Verviers
- Eupen
- Spa
- Herve

Riche, mais lourd passé industriel

- Industrie laine (Verviers, Eupen, Pepinster)
- Agro-alimentaire (Herve, Goé)

Epuraton « tardive »

- Collecteurs (1960-1970) → évacuer l'eau
- Stations épuration : 2000-2005



Source : <https://www.crvesdre.be/territoire/le-bassin-de-la-vesdre>

3

1. Introduction : l'épuration du bassin de la Vesdre



Wegnez

- Epure agglomération verviétoise
- 99 000 EH
- Mise en service : 2002

Goffontaine

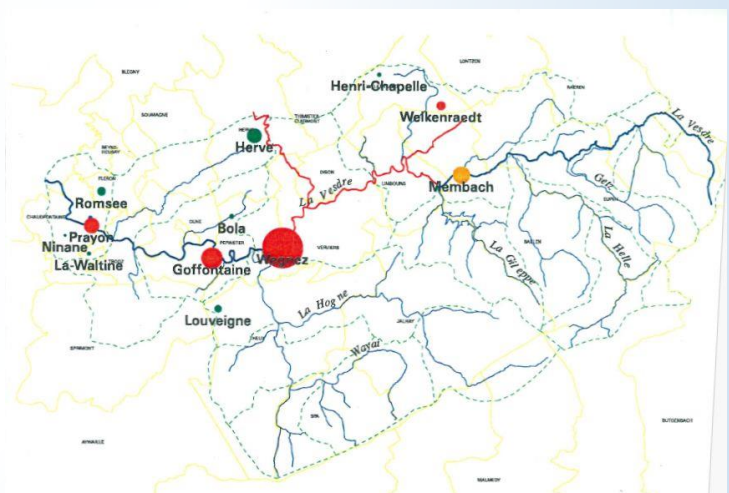
- Epure Spa, Theux, Pepinster
- 27 000 EH
- Mise en service : 2004

Membach

- Epure Eupen
- 24 400 EH
- Mise en service : 1998

Herve

- Epure Herve + industrie alimentaire
- 36 500 EH
- Mise en service : 1986 + mise à jour en 2014



4

1. Introduction : l'épuration du bassin de la Vesdre

Egouttage et collecte des eaux urbaines



Collecteur Wegnez

- Construction : 1961-1971
- Longueur collecteurs : 35 km
- Longueur égouts : > 300 km
- Eaux usées vallée de la Vesdre de Béthane à Wegnez + Baelen + Battice/Dison

Collecteur Goffontaine

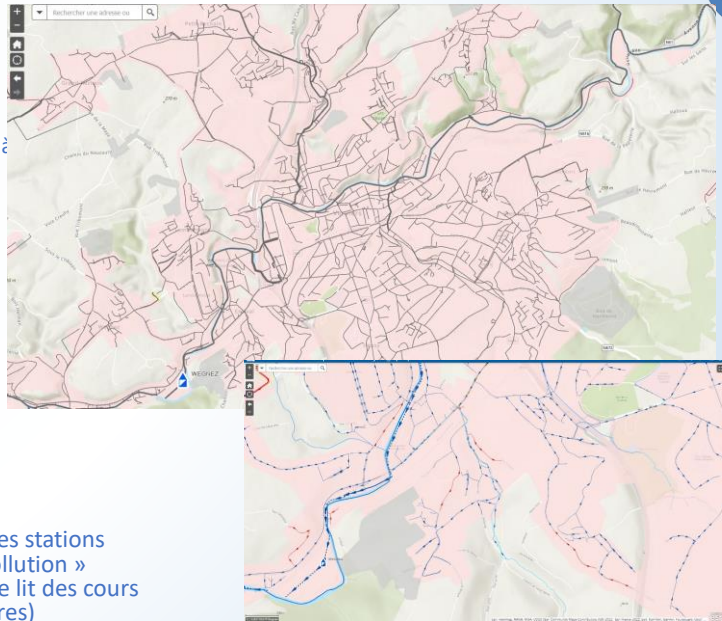
- Construction :
- Remise en état : 2002-2004
- Longueur collecteurs : 17.6 km
- Longueur égouts : ~ 130 km
- Eaux usées : Bassin Hoegne / Wayai

Collecteur Membach

- Construction :
- Eaux usées Eupen
- Longueurs collecteurs : 16 km
- Longueur égouts : ~ 90 km

Conclusions

- Egouts et collecteurs construits avant les stations d'épuration → « concentration de la pollution »
- Collecteurs généralement posés dans le lit des cours d'eau (avec chambres de visites régulières)



Source : SPGE - PASH

5

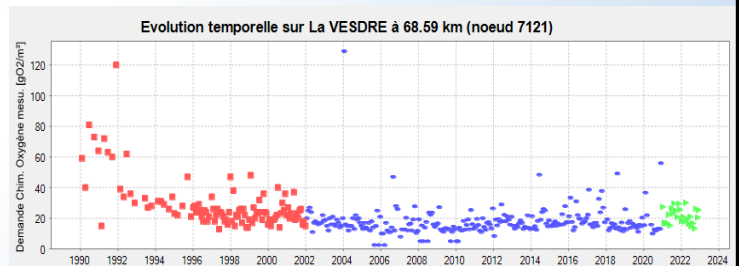
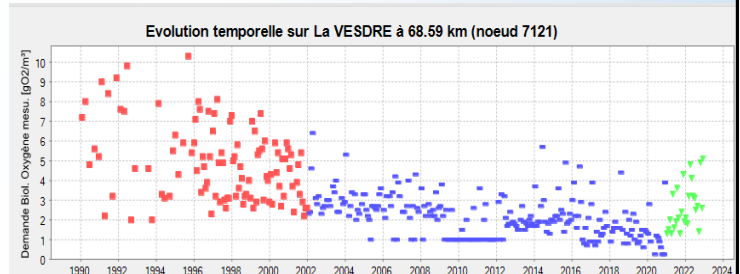
2. Qualité des eaux de la Vesdre

Historique à Chaudfontaine (aval)

- Rappel avant 2002-2005, les eaux usées de la plus grande partie du bassin sont collectées mais non traitées
- qualité des eaux médiocre
- Pas de mesures SPW entre l'amont de Wegnez et Chaudfontaine

DBO5-DCO (« matière organique », pollution carbonée)

- Concentrations élevées vers 1990 (→ 100 g DCO/m³)
- Baisse dans les années 1990 (avant mise en service STEPs) : cause probable : diminution rejets industriels
- Pas de baisse supplémentaire après 2000 : l'autoépuration de la Vesdre est importante → à Chaudfontaine la plus grosse partie est dégradée



Source mesures : SPW - Aquaphyc

6

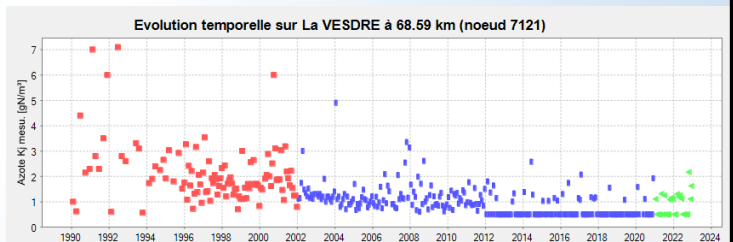
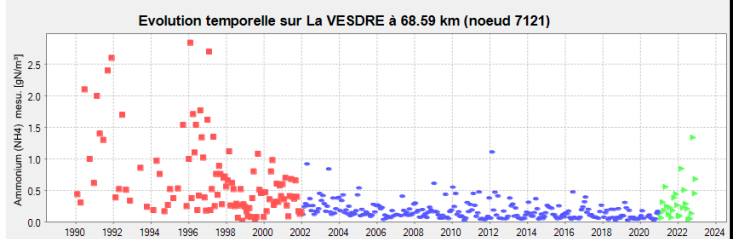
2. Qualité des eaux de la Vesdre

Historique à Chaudfontaine (aval)

- ❑ Rappel avant 2002-2005, les eaux usées de la plus grande partie du bassin sont collectées mais non traitées
- ❑ → qualité des eaux médiocre
- ❑ Pas de mesures SPW entre l'amont de Wegnez et Chaudfontaine

NH₄ - NKj (pollution azotée)

- ❑ Concentrations élevées dans les années 1990
- ❑ Baisse (NH₄) à partir années 2000 (mise en service des stations d'épuration)
- ❑ Augmentation après juillet 2021
- ❑ L'ammonium est dégradé en nitrites puis nitrates par des bactéries autotrophes moins « efficaces » que les bactéries hétérotrophes qui dégradent le carbone → à Chaudfontaine l'autoépuration de l'ammonium n'est pas finie



7

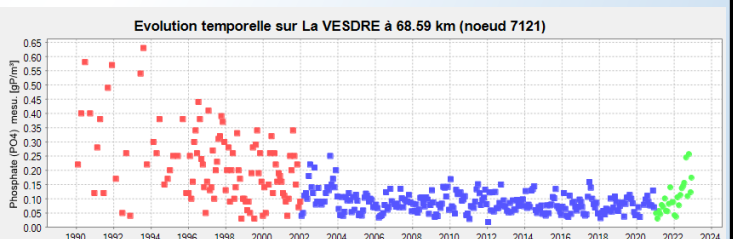
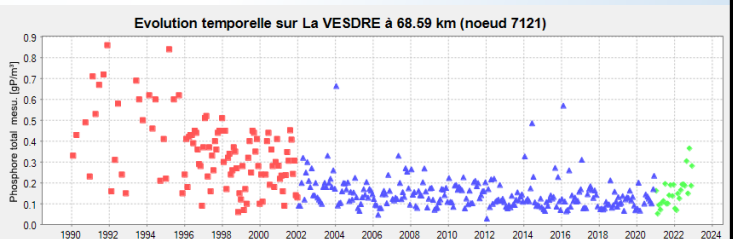
2. Qualité des eaux de la Vesdre

Historique à Chaudfontaine (aval)

- ❑ Rappel avant 2002-2005, les eaux usées de la plus grande partie du bassin sont collectées mais non traitées
- ❑ → qualité des eaux médiocre
- ❑ Pas de mesures SPW entre l'amont de Wegnez et Chaudfontaine

Phosphore total - Phosphates

- ❑ Concentrations élevées dans les années 1990
- ❑ Baisse à partir années 2000 (mise en service des stations d'épuration)
- ❑ Augmentation après juillet 2021
- ❑ Quelques valeurs plus élevées en phosphore total (→ ? Apports diffus en période de crue)



8

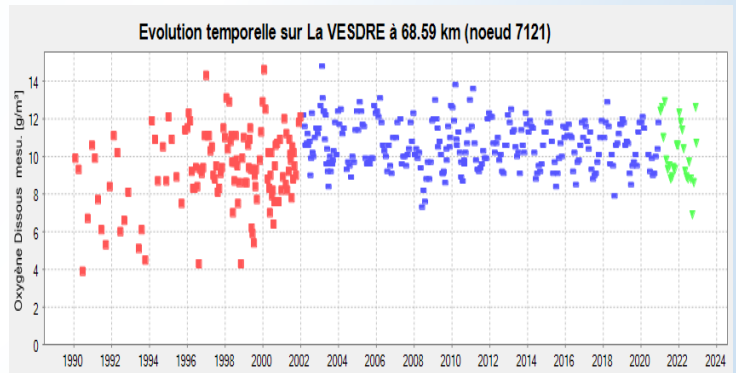
2. Qualité des eaux de la Vesdre

Historique à Chaudfontaine (aval)

- ❑ Rappel avant 2002-2005, les eaux usées de la plus grande partie du bassin sont collectées mais non traitées
- ❑ → qualité des eaux médiocre
- ❑ Pas de mesures SPW entre l'amont de Wegnez et Chaudfontaine

Oxygène dissous

- ❑ Concentrations ponctuellement faibles dans les années 1990
- ❑ Concentrations « normales » à partir années 2000 (mise en service des stations d'épuration)
- ❑ Peu de différences après juillet 2021

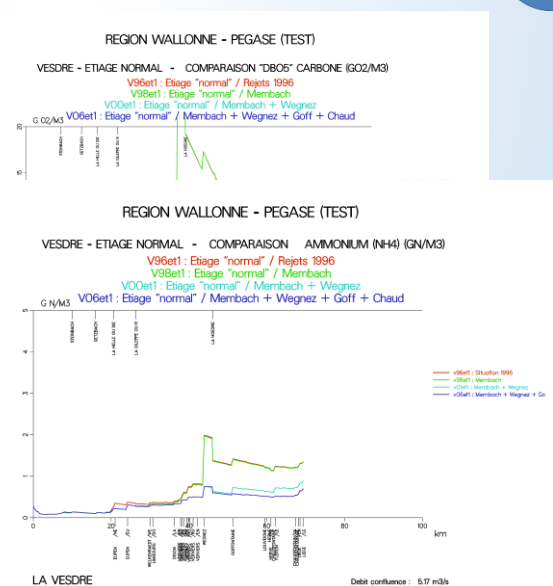


9

3. Simulation de la qualité des eaux de la Vesdre

Rappel : modèle Pegase → simulation de la relation pression - impact

- ❑ Simulations réalisées en 1998 avant la construction de la station d'épuration de Wegnez (simulation stationnaire, débit d'étiage)
- ❑ Différents scénarios « évolutifs »
 - ❑ Simulation « de référence » (pas de STEPs en service sur la Vesdre)
 - ❑ Simulation en supposant que seule la station de Membach (1998) est en fonctionnement
 - ❑ Simulation en supposant que les stations de Membach (1998) et Wegnez (2002) sont en fonctionnement
 - ❑ Simulation en supposant que les stations de Membach (1998), Wegnez (2002) et Goffontaine (2004) sont en fonctionnement
- ❑ **DBO5 :**
 - ❑ Impact maximal à l'aval direct de Wegnez
 - ❑ Avant mise en service Wegnez, autoépuration importante
- ❑ **NH4 :**
 - ❑ Impact moins « impressionnant »
 - ❑ L'autoépuration joue moins

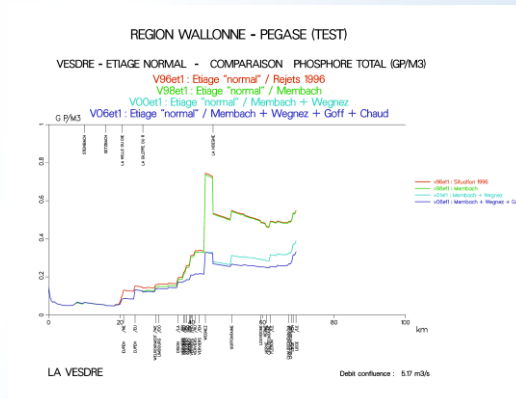


10

3. Simulation de la qualité des eaux de la Vesdre

Rappel : modèle Pegase → simulation de la relation pression - impact

- ❑ Simulations réalisées en 1998 avant la construction de la station d'épuration de Wegnez (simulation stationnaire, débit d'étiage)
- ❑ Différents scénarios « évolutifs »
 - ❑ Simulation « de référence » (pas de STEPs en service sur la Vesdre)
 - ❑ Simulation en supposant que seule la station de Membach (1998) est en fonctionnement
 - ❑ Simulation en supposant que les stations de Membach (1998) et Wegnez (2002) sont en fonctionnement
 - ❑ Simulation en supposant que les stations de Membach (1998), Wegnez (2002) et Goffontaine (2004) sont en fonctionnement
- ❑ Phosphore :
 - ❑ Impact maximal à l'aval direct de Wegnez
 - ❑ Amélioration avec la confluence de la Hoëgne (→ dilution)
- ❑ Oxygène dissous :
 - ❑ Impact progressif depuis Wegnez
 - ❑ Situation « normale » après mise en service STEP Wegnez

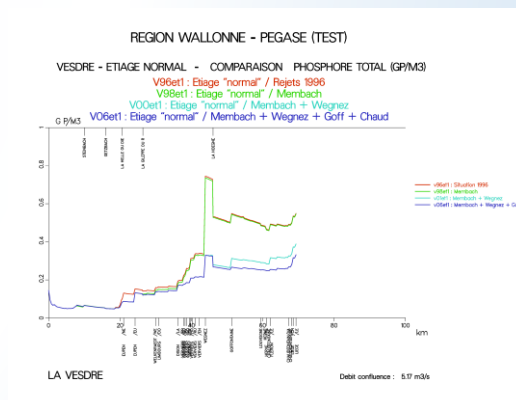


11

3. Simulation de la qualité des eaux de la Vesdre

Rappel : modèle Pegase → simulation de la relation pression - impact

- ❑ Simulations réalisées en 1998 avant la construction de la station d'épuration de Wegnez (simulation stationnaire, débit d'étiage)
- ❑ Différents scénarios « évolutifs »
 - ❑ Simulation « de référence » (pas de STEPs en service sur la Vesdre)
 - ❑ Simulation en supposant que seule la station de Membach (1998) est en fonctionnement
 - ❑ Simulation en supposant que les stations de Membach (1998) et Wegnez (2002) sont en fonctionnement
 - ❑ Simulation en supposant que les stations de Membach (1998), Wegnez (2002) et Goffontaine (2004) sont en fonctionnement
- ❑ Phosphore :
 - ❑ Impact maximal à l'aval direct de Wegnez
 - ❑ Amélioration avec la confluence de la Hoëgne (→ dilution)
- ❑ Oxygène dissous :
 - ❑ Impact progressif depuis Wegnez
 - ❑ Situation « normale » après mise en service STEP Wegnez

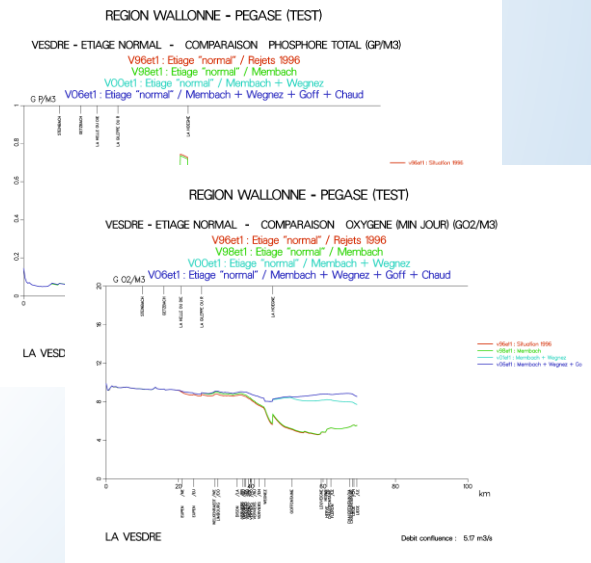


12

3. Simulation de la qualité des eaux de la Vesdre

Rappel : modèle Pegase → simulation de la relation pression - impact

- Simulations réalisées en 1998 avant la construction de la station d'épuration de Wegnez (simulation stationnaire, débit d'étiage)
- Différents scénarios « évolutifs »
 - Simulation « de référence » (pas de STEPs en service sur la Vesdre)
 - Simulation en supposant que seule la station de Membach (1998) est en fonctionnement
 - Simulation en supposant que les stations de Membach (1998) et Wegnez (2002) sont en fonctionnement
 - Simulation en supposant que les stations de Membach (1998), Wegnez (2002) et Goffontaine (2004) sont en fonctionnement
- Phosphore :
 - Impact maximal à l'aval direct de Wegnez
 - Amélioration avec la confluence de la Hoëgne (→ dilution)
- Oxygène dissous :
 - Impact progressif depuis Wegnez
 - Situation « normale » après mise en service STEP Wegnez



13

4. Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre

Rappel : 14/15 juillet 2021

- Inondations exceptionnelles sur le bassin de la Vesdre
- 70 ouvrages (égouts, collecteurs, stations d'épuration) mis hors service
- la plupart remis en service rapidement

Situation avril 2024

- STEP Wegnez
 - Toujours hors service (fin probable des travaux : fin 2024)
 - Collecteur de la Vesdre hors service
 - Remise en service partielle (Goé-Goffontaine) : fin 2024
 - Remise en service complète : 2025? 2026
- STEP Goffontaine
 - Toujours hors service (fin probable des travaux : mi 2024)
 - Collecteur partiellement hors service
 - Remise en service collecteur ???
- STEP Membach
 - Remise en service partielle (65-70%) : fin 2021
 - Collecteur toujours totalement hors service
 - la station peut fonctionner ... mais ne reçoit pas d'eaux usées
- STEP Trooz
 - Remise en service partielle juillet 2022



14

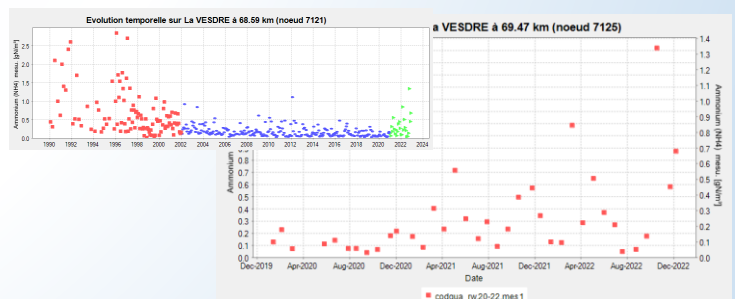
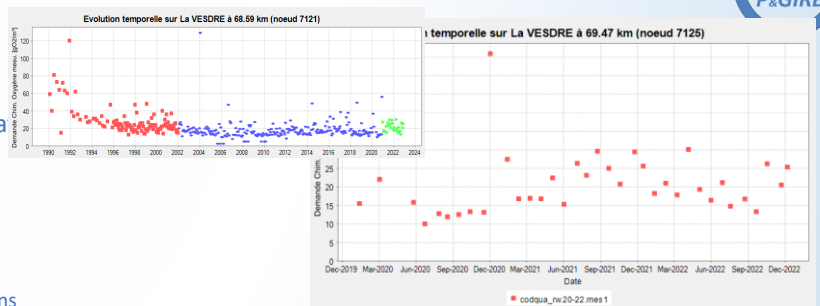
4. Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre

Impact attendu

- ☐ STEPs mise hors service → dégradation qualité
- ☐ → qualité des années 1990?

Situation Chaudfontaine

- ☐ DCO
 - ☐ Légère augmentation des concentrations mesurées (15 → 20-25 g/m³)
 - ☐ Rappel : 1990-1992 : 40-60 g/m³
 - ☐ Rappel : 1992-2002 : 20-25 g/m³
- ☐ NH4
 - ☐ Augmentation plus importante des concentrations (0.1-0.2 gN/m³ → 0.5-1 gN/m³)
 - ☐ Rappel : 1990-1992 : 1-2.5 gN/m³
 - ☐ Rappel : 1992-2002 : 0.5-1 (2) gN/m³
- ☐ Conclusion
 - ☐ On se retrouve dans une situation proche de celle avant la mise en service de la station de Wegnez



15

4. Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre

Impact attendu

- ☐ STEPs mise hors service → dégradation de la qualité
- ☐ → qualité des années 1990?

Situation Chaudfontaine

- ☐ Phosphore total
 - ☐ Légère augmentation des concentrations mesurées à l'étiage (0.20 → 0.35 gP/m³)
 - ☐ Rappel : 1990-1996 : 0.2-0.9 gP/m³
 - ☐ Rappel : 1996-2002 : 0.2-0.5 gP/m³
- ☐ O2
 - ☐ Pas de dégradation nette des concentrations (sauf une mesure en septembre 2022)
 - ☐ Rappel : 1990-2000 : valeurs de l'ordre de 4 gO2/m³ quasi chaque année

- ☐ Conclusion
 - ☐ On se retrouve dans une situation légèrement meilleure qu'avant la mise en service de la station de Wegnez,



16

4. Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre



Impact sur l'oxygène

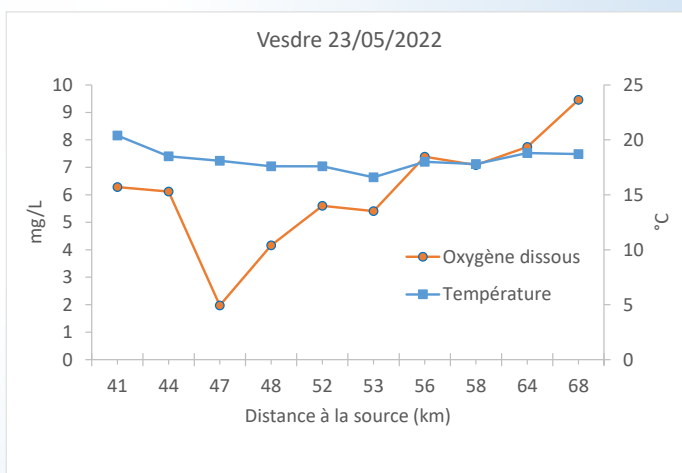
- Après les inondations, l'ISSeP a augmenté le nombre de points de mesure sur le bassin de la Vesdre
- Malheureusement, pas de point de mesure sur la Vesdre à l'aval immédiat de Wegnez et de Goffontaine, là où l'impact est vraisemblablement maximum

- Des mesures alternatives existent cependant : profils longitudinaux des concentrations en oxygène dissous réalisés par Jean-Pierre Descy (ex FUNDP) en 2022 entre Verviers (km 40) et Chaudfontaine (km 68),

- Le 23 avril
- Le 23 mai
- Le 12 juillet
- Le 26 juillet
- Le 25 août
- Le 19 octobre

Rappel :

- STEP Membach : km 25
- STEP Wegnez : km 45.3
- Confluence Hoegne : km 47.5
- STEP Goffontaine : km 53.2



17

4. Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre

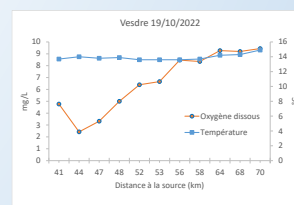
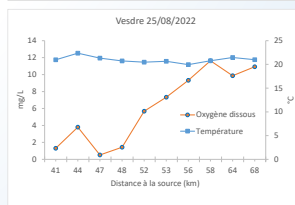
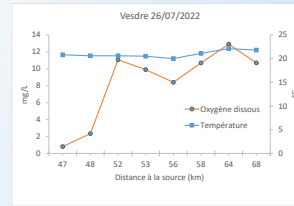
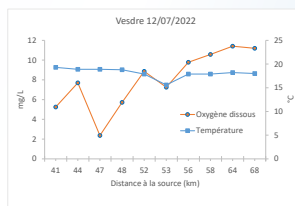
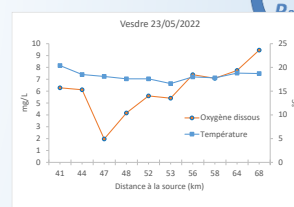
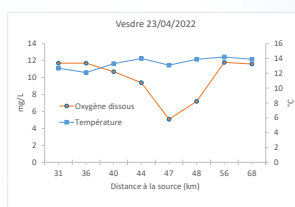


Impact sur l'oxygène : constatations

- Impact manifeste sur l'oxygène dissous à l'aval direct de Verviers centre amenant à des concentrations proches de 0 gO₂/m³ à l'amont de la confluence avec la Hoegne
- La Vesdre « récupère bien à l'aval de la Hoegne sur une dizaine de km
- à l'aval (vers Chaudfontaine), on retrouve des valeurs « normales »

Impact sur l'oxygène : conclusions JP Descy

- Zone critique à l'aval de Verviers : concentrations très basses pendant 2/3 mois
- Bonne récupération à l'aval de Goffontaine :
 - Auto-épuration importante
 - Réoxygénation par aération importante (rivière rapide, peu profonde et relativement fraîche)
 - Photosynthèse intensive dans ce secteur (phytobenthos)
- Secteur Goffontaine – Chaudfontaine meilleur que prévu



18

4. Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations



Utilisation du modèle Pegase pour simuler l'impact des inondations des 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre

- Simulations réalisées sur 3 ans (2020-2022)
- Simulations réalisées sur l'ensemble du bassin de la Vesdre
- Stations d'épuration :
 - Wegnez : mise à l'arrêt de juillet 2021 à décembre 2022 (by-pass)
 - Goffontaine : mise à l'arrêt de juillet 2021 à décembre 2022 (by-pass)
 - Membach : mise à l'arrêt de juillet 2021 à décembre 2021 (by-pass)
 - Trooz : mise à l'arrêt de juillet 2021 à juin 2022 (by-pass)
- Collecteurs : incertitudes sur ce qui est en état ou non
 - Wegnez : taux de collecte abaissé à 10% à partir de juillet 2021
 - Goffontaine : taux de collecte abaissé à 50% à partir de juillet 2021
 - Membach : : taux de collecte abaissé à 20% à partir de juillet 2021
 - Trooz : pas de modifications

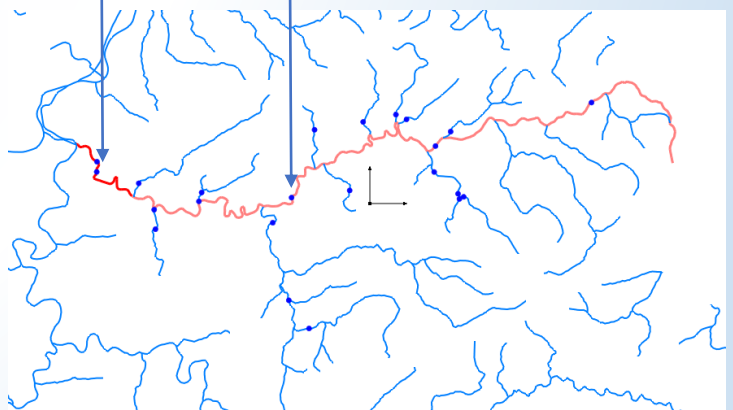
19

4. Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations



Présentation des résultats

- Evolutions annuelles concentrations à Chaudfontaine (aval) et Verviers (amont Wegnez)
Comparaison calculs / mesures (→ validation des simulations)
- Comparaison « situation réelle » et « situation avec les stations d'épuration en fonctionnement »
- Profils longitudinaux à des dates précises



20

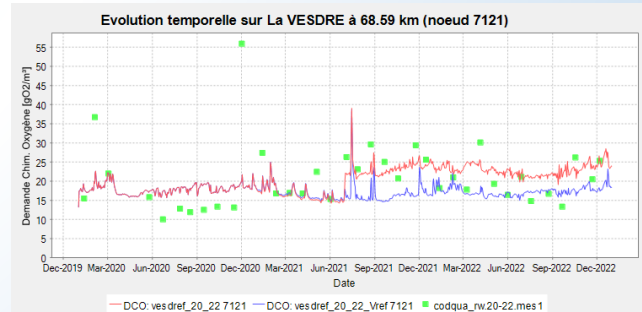
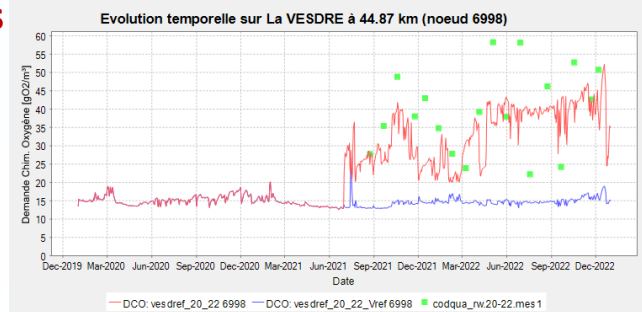
4.2 Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations



DCO

- Verviers : impact important
- Chaudfontaine : impact faible

- Verviers : bonne validation
- Chaudfontaine : bonne validation



21

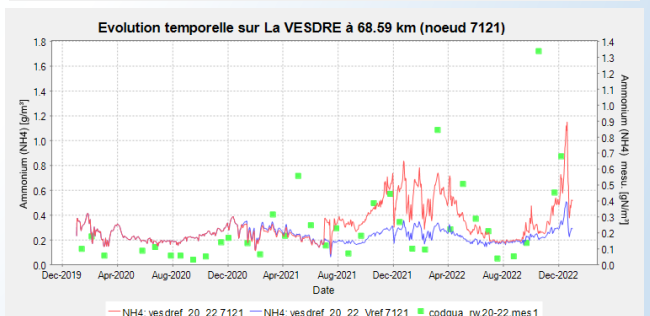
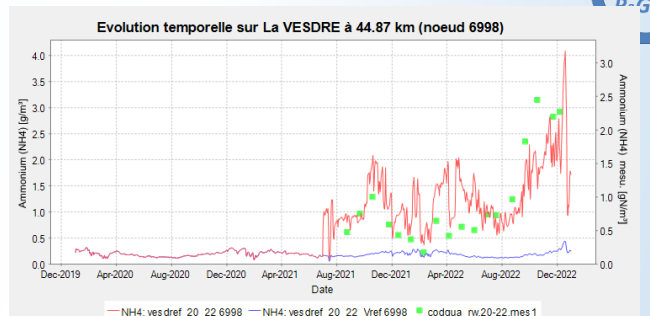
4.2 Inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations



NH4 (Ammonium)

- Verviers : impact important
- Chaudfontaine : impact moyen, plus important en hiver (temps de séjour, températures)

- Verviers : très bonne validation
- Chaudfontaine : bonne validation

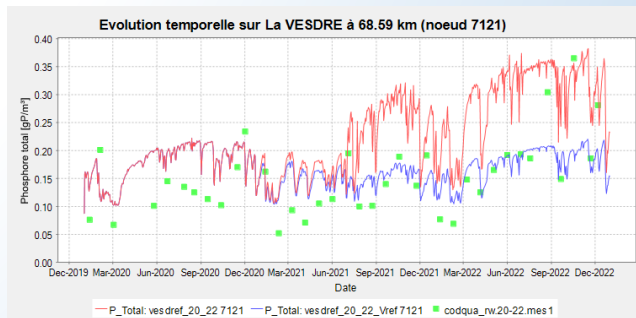
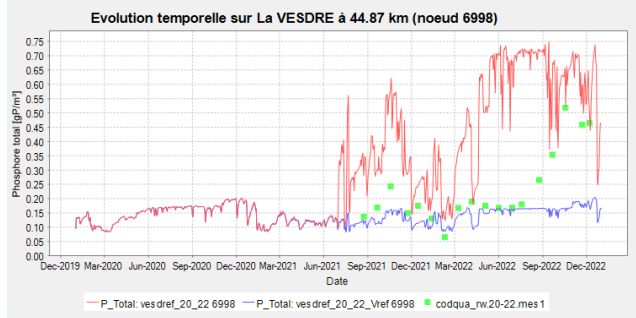


22

4.2 Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations

Phosphore total

- Verviers : impact simulé plus important que l'impact mesuré (sauf fin 2022)
- Chaudfontaine : idem
- Verviers / Chaudfontaine : validation très moyenne
- Simulations à approfondir pour donner une explication (sédimentation >> ?)

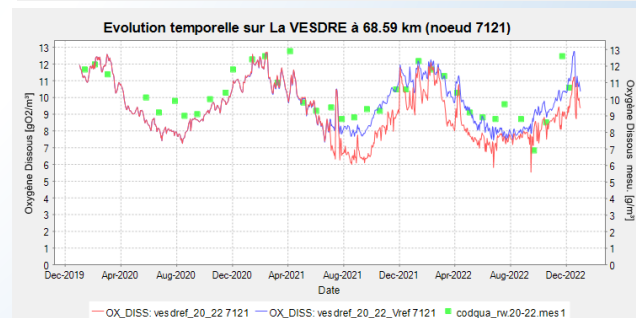
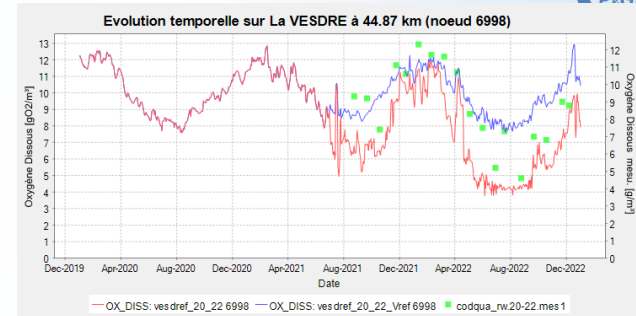


23

4.2 Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations

Oxygène

- Verviers : impact plus important en 2022 qu'en 2021 (débits)
- Chaudfontaine : inverse
- Verviers : validation correcte
- Chaudfontaine : Bonne validation, mais sous-estimation concentrations fin 2021 (effets transitoires?)

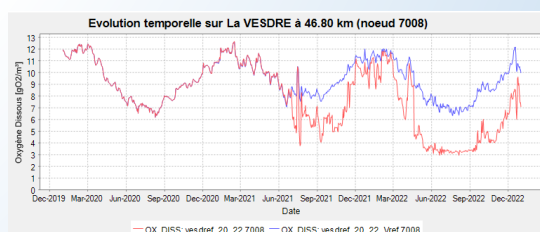
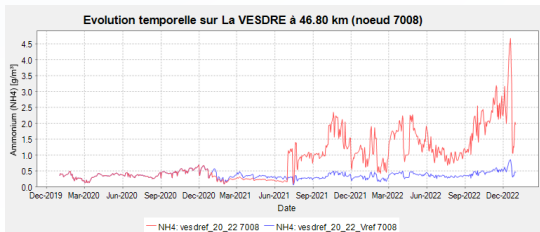
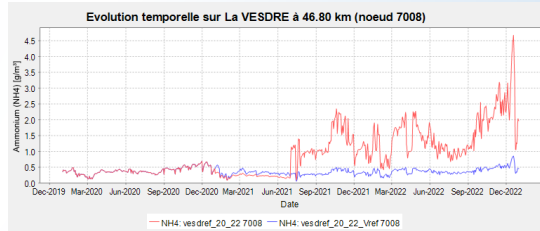
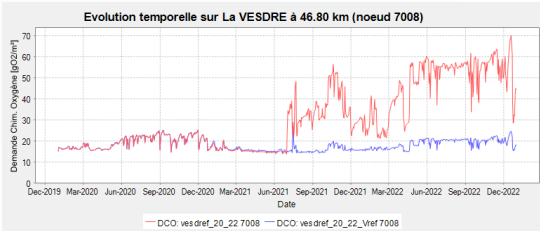


24

4.2 Inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations



Possibilité de calculer l'impact en n'importe quel point
Wegnez (km 47) : impact maximal

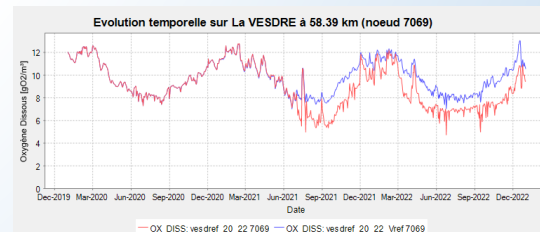
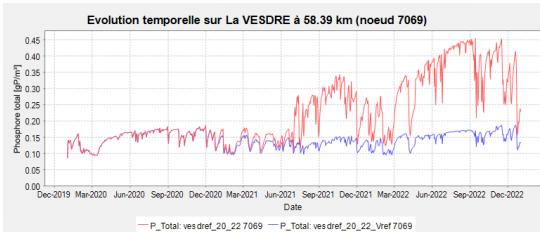
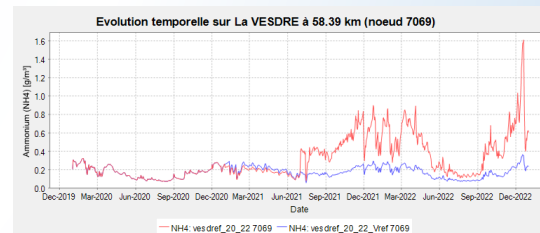
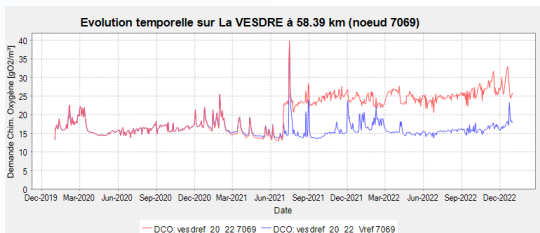


25

4.2 Inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations



Possibilité de calculer l'impact en n'importe quel point
Fraipont (km 58) : impact maximal



26

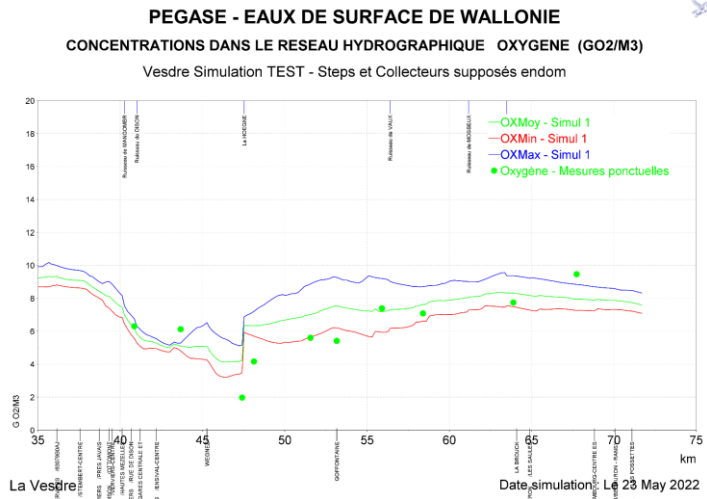
4.2 Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations



Oxygène dissous : profils longitudinaux

- Valeurs calculées (moyenne, maximum, minimum journalier)
- Valeurs mesurées (JP Descy)

- 23 mai 2022
 - légère surestimation des concentrations
- 12 juillet 2022
 - Très bonne représentation des concentrations mesurées
- 22 août 2022
 - Surestimation des concentrations dans la « zone critique » (Verviers / Goffontaine)
 - Cause : représentation des collecteurs?



27

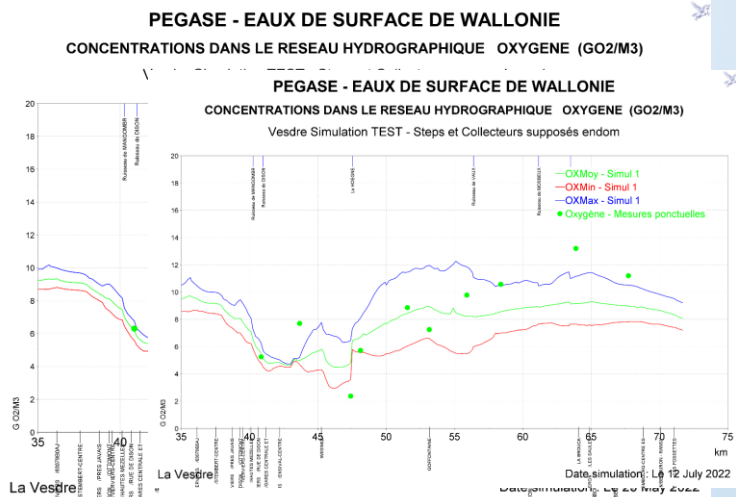
4.2 Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations



Oxygène dissous : profils longitudinaux

- Valeurs calculées (moyenne, maximum, minimum journalier)
- Valeurs mesurées (JP Descy)

- 23 mai 2022
 - légère surestimation des concentrations
- 12 juillet 2022
 - Très bonne représentation des concentrations mesurées
- 22 août 2022
 - Surestimation des concentrations dans la « zone critique » (Verviers / Goffontaine)
 - Cause : représentation des collecteurs?



28

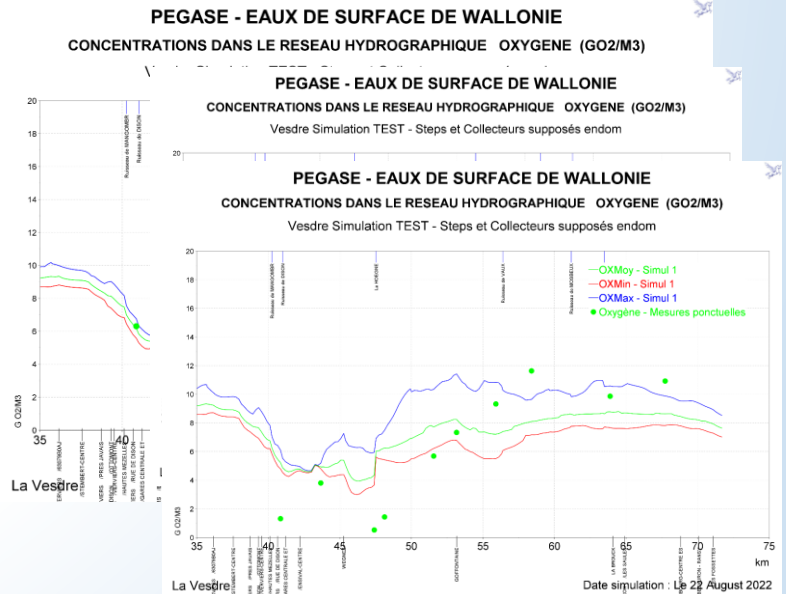
4.2 Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre - Simulations



Oxygène dissous : profils longitudinaux

- Valeurs calculées (moyenne, maximum, minimum journalier)
- Valeurs mesurées (JP Descy)

- 23 mai 2022
 - légère surestimation des concentrations
- 12 juillet 2022
 - Très bonne représentation des concentrations mesurées
- 22 août 2022
 - Surestimation des concentrations dans la « zone critique » (Verviers / Goffontaine)
 - Cause : représentation des collecteurs?



29

4.3 Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre – Explications complémentaires



Qualité de l'eau après les inondations meilleure qu'attendue, essentiellement dans la partie aval de la Vesdre (après Goffontaine)

- JP DESCY : Très bon pouvoir d'autoépuration de la Vesdre (fond caillouteux, ...)
 - + bonne réoxygénation (rivière rapide, peu profonde et relativement fraîche)
 - Développement important de plantes aquatiques sur le fond de la Vesdre → photosynthèse importante
- Forte diminution depuis les années 1990 des rejets industriels
 - Fermeture d'entreprises
 - Stations d'épuration industrielles
 - Diminution très forte des rejets industriels entre 1992 et 2022

		1992				2022		
kg/jour	DCO	Azote	Phosphore		DCO	Azote	Phosphore	
Rejets totaux	18350	480	365		6270	330	84	
Rejets directs en rivière	16000	410	272		355	25	8	
Rejets en STEPs publiques	2350	70	83		5915	305	76	

30

4.3 Impact inondations 14/15 juillet 2021 sur la qualité des eaux de la Vesdre – Explications complémentaires

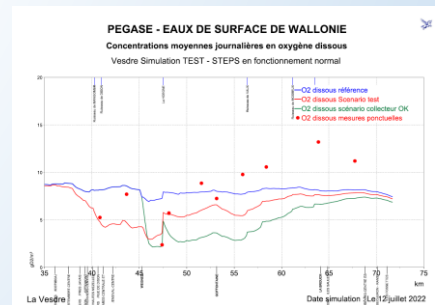
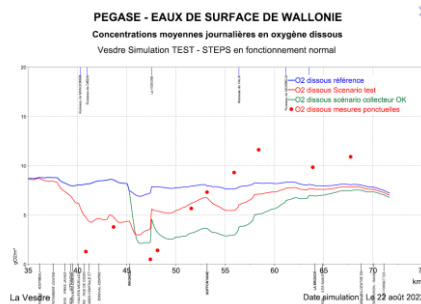


Qualité de l'eau après les inondations meilleure qu'attendue, essentiellement dans la partie aval de la Vesdre (après Goffontaine)

- Mise hors service des collecteurs
 - La plupart des collecteurs ont été mis hors service
 - la pollution n'est plus « concentrée » aux points finaux des collecteurs (Wegnez, Goffontaine, Membach)
 - Simulation supplémentaire
 - Stations d'épuration hors service
 - Collecteurs fonctionnant « normalement »

Constatation :

En supposant que les collecteurs fonctionnent « normalement », la qualité de l'eau (oxygène) en aval de Wegnez se dégrade fortement



31

5. Conclusions



- Qualité des eaux de la Vesdre :
 - Très médiocre jusque 2002
 - Amélioration sensible de la qualité (d'abord physico-chimique, puis écologique) après la mise en service des stations d'épuration de Membach, Wegnez, Goffontaine
 - Nette dégradation après juillet 2021, mais situation moins critique que prévu à l'aval de la confluence avec la Hoegne
- Modélisation de la qualité des eaux de la Vesdre :
 - Possible avec des modèles déterministes
 - Permet d'estimer à priori la qualité physico-chimique des eaux suite à certaines actions projetées (STEP, réduction rejets industriels, ...)
 - Permet d'estimer la qualité physico-chimique des eaux
 - aux endroits où il n'y a pas de mesure
 - pour tous les jours de l'année

32