

# Rapport 2020

## Qualité des cours d'eau lausannois





# Rapport sur la qualité des cours d'eau lausannois

juillet 2021

---

## VILLE DE LAUSANNE

---

### Sécurité et économie

Pierre-Antoine Hildbrand

---

### Service de l'eau

Sébastien Apothéloz

---

### Contrôle de l'eau

Fereidoun Khajehnouri

---

### Cours d'eau et pollution

Lucilia Pointet

Amélie Savioz

Route de Lavaux 295

1095 Lutry

### Contact :

lucilia.pointet@lausanne.ch

021 315 79 53

Photo de couverture : Marino Trotta

## Avant-propos

Les cours d'eau lausannois les plus célèbres sont sans doute le Flon et la Louve, qui ont façonné la topographie lausannoise, ses quartiers et son économie. Aujourd'hui ils ne sont plus considérés comme des cours d'eau pour leur partie canalisée au centre-ville. Les vrais cours d'eau sont ailleurs, en amont des voûtages pour les deux précités et à la périphérie de la Ville, en zone foraine et parfois en limite communale, comme pour la Vuachère, la Chamberonne ou la Mèbre. Au total, près de 100 kilomètres de cours d'eau, répartis dans six bassins versants, parcourent le territoire communal. Leurs rôles sont multiples : ils sont d'abord des écosystèmes indispensables à la vie aquatique et à la biodiversité, mais font partie intégrante du système d'évacuation des eaux urbaines et en subissent certaines conséquences.

Les conclusions de ce rapport sont relativement sévères. Peu de cours d'eau sont dans un état réellement satisfaisant du point de vue des indices biologiques ou des paramètres physico-chimiques. Les investigations sur les cours d'eau doivent se poursuivre, afin de déterminer les causes des pollutions constatées et prendre les mesures correctives qui s'imposent. Parfois cela peut aller plus loin, par exemple par des projets de renaturation et d'île, à l'instar de ce qui est prévu à l'embouchure de la Chamberonne.

Toutes ces démarches impliquent une bonne coordination avec les autorités cantonales et avec les communes limitrophes ou situées en amont des tronçons lausannois des cours d'eau. La Ville de Lausanne fera son possible, de manière collaborative, pour améliorer la qualité environnementale des cours d'eau. Ce rapport scientifique constitue une première base à ces objectifs ambitieux et en soutien à la biodiversité.

Le Directeur de la Sécurité et de l'économie



Pierre-Antoine Hildbrand

Le Chef du Service de l'eau



Sébastien Apothéloz

# 1 Table des matières

Résumé.....	1
1. Introduction.....	2
2 Contexte légal et obligations.....	3
3 Objectifs .....	4
4 Réseau hydrographique lausannois .....	5
4.1 Cours d'eau.....	5
4.1.1 Historique .....	7
4.2 Débits des cours d'eau.....	10
5 Bassins versants lausannois – Evaluation des risques de pollution.....	13
5.1 Utilisation des sols .....	13
5.2 Réseau d'évacuation des eaux.....	14
6 Evaluation de la qualité des cours d'eau .....	16
6.1 Méthode : Système Modulaire Gradué (SMG) .....	16
6.2 Planning d'évaluation et de suivi de la qualité .....	18
6.3 Paramètres biologiques : Macroinvertébrés .....	19
6.3.1 SMG - IBCH .....	19
6.4 Paramètres abiotiques : Ecomorphologie .....	24
6.4.1 SMG-Ecomorphologie .....	24
6.5 Paramètres abiotiques : Chimie de l'eau.....	26
6.5.1 SMG – Chimie de l'eau, nutriments (macropolluants) .....	27
6.5.2 SMG - Micropolluants inorganiques (métaux lourds) .....	32
6.5.3 Micropolluants organiques (composé traces organiques).....	33
6.6 Synthèse de l'évaluation des cours d'eau 2020.....	34
6.7 Evolution de la qualité des cours d'eau 2016-2020.....	36
6.7.1 SMG – IBCH .....	36
6.7.2 SMG – Ecomorphologie.....	37
6.7.3 SMG – Chimie de l'eau, nutriments .....	37
6.8 Perspectives d'évaluation de la qualité des cours d'eau 2021-2024.....	38
6.8.1 SMG – IBCH .....	38
6.8.2 SMG – Ecomorphologie.....	38
6.8.3 SMG – Chimie de l'eau, nutriments .....	39
6.8.4 SMG - Micropolluants inorganiques (métaux lourds) .....	39
6.8.5 Micropolluants organiques (composé traces organiques).....	39
7 Amélioration de la qualité des cours d'eau.....	40
7.1 Mesures proposées .....	40
7.1.1 Amélioration de la morphologie des cours d'eau .....	40
7.1.2 Amélioration de la qualité de l'eau des cours d'eau .....	41
7.2 Projets.....	42
7.2.1 Revitalisation de Mauvernay.....	42
7.2.2 Pollution des cours d'eau – Exutoires eaux claires .....	43
7.3 Projet externe sur la commune de Lausanne .....	45
8 Conclusion .....	46
Bibliographie .....	47

## Table des figures

Figure 1 : Organigramme de la Ville de Lausanne, situation de l'entité cours d'eau et pollution .....	2
Figure 2 : Linéaires du réseau hydrographique lausannois.....	6
Figure 3 : Tracé naturel du Flon et de la Louve (traitillé bleu) en 1894 avant la construction des voûtages. ....	9
Figure 4 : Débits des cours d'eau mesurés ponctuellement en 2020 .....	12
Figure 5 : Utilisation des bassins versants des cours d'eau lausannois.....	13
Figure 6 : Exutoires, rejets de conduites EC lausannoises dans un cours d'eau .....	15
Figure 7 : Pollution au lait de ciment issu d'un chantier de construction et rejeté par le réseau EC dans un cours d'eau.....	15
Figure 8 : Chambres de visite sur le réseau séparatif, communes aux EC et EU.....	15
Figure 9: Collecteurs communaux lausannois enterrés dans le lit d'un cours d'eau incisé .....	15
Figure 10 : Méthode Système Modulaire Gradué (SMG) : Modules pour l'évaluation des paramètres abiotiques et biologiques (Baumann & Langhans, 2010) .....	16
Figure 11 : Etat des publications des méthodes SMG ( <a href="http://www.modul-stufen-konzept.ch">www.modul-stufen-konzept.ch</a> , 05.2018) .....	17
Figure 12: Exemple des différents groupes de macrozoobenthos des cours d'eau .....	19
Figure 13 : Procédé de prélèvements pour les indices biologiques .....	20
Figure 14 : Station lausannoise le Flon - les Liaises, ajoutée au monitoring en 2020. ....	21
Figure 15: Résultats 2020 de l'évaluation écomorphologique pour l'ensemble des cours d'eaux principaux selon la méthode SMG - Ecomorphologique.....	25
Figure 16 : Résultats 2020 de l'évaluation écomorphologique par cours d'eau principaux selon la méthode SMG-Ecomorphologique.....	25
Figure 17 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 1 BV-Vuachère.....	30
Figure 18 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 2 BV-Chandelar .....	30
Figure 19 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 3 BV-Louve .....	31
Figure 20 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 4 BV-Chamberonne .....	31
Figure 21 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 5 BV-Talent.....	32
Figure 22 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 6 BV-Bressonne .....	32
Figure 23: Station lausannoise la Mèbre – Cheseaux, ajoutée au monitoring en 2021.....	38
Figure 24: Revitalisation des sources de la Plaine de Mauverney, illustration des travaux.....	42
Figure 25 : Schéma récapitulatif de l'application de la méthode de priorisation des exutoires EC.....	43
Figure 26: Résultats du projet « Pollution des cours d'eau – Exutoires eaux claires » .....	44
Figure 27 : Plan général, Projet de lutte contre les crues dans le BV de la Chamberonne et revitalisation de l'embouchure <sup>2</sup> .....	45

## Table des tableaux

Tableau 1 : Réseau hydrographique lausannois : noms des bassins versants, des cours d'eau et longueur des linéaires.....	5
Tableau 2 : Méthode SMG : Classe de qualité avec code couleur (Kunz, et al., 2016) .....	17
Tableau 3 : Suivis appliqués pour évaluer la qualité des cours d'eau lausannois .....	18
Tableau 4 : Classes de qualité de la méthode SMG pour l'évaluation biologie des indices IBCH (VT, GI et note IBCH). ....	20
Tableau 5: Résultats 2020 de l'évaluation biologique des cours d'eau avec la méthode SMG IBCH .....	21
Tableau 6 : Classes de qualité de la méthode SMG pour l'évaluation de l'écomorphologie .....	24
Tableau 7 : Liste des 22 stations de prélèvements avec le BV correspondant utilisées le suivi de la qualité physico-chimiques de l'eau. Période d'échantillonnages 2019 et 2020. ....	26
Tableau 8 : Classes de qualité de la méthode SMG chimie de l'eau, nutriments pour les 7 nutriments utilisés pour l'évaluation.....	27

Tableau 9 : Résultats 2020 de la l'évaluation chimique de l'eau selon la méthode SMG-Chimie de l'eau, nutriments par station : 90 <sup>e</sup> centile, évaluation correspondante et note globale (Worst-Case) .....	29
Tableau 10 : Récapitulatifs de l'évaluation des cours d'eau lausannois 2020 .....	34
Tableau 11 : Evolution de la qualité biologique des cours d'eau entre 2016-2020 .....	36
Tableau 12 : Evolution de la qualité chimique de l'eau des cours d'eau depuis 2019 .....	37
Tableau 13 : Récapitulatif des perspectives d'évaluation de la qualité des cours d'eau .....	38

## Abréviations

<b>BV</b>	bassin versant
<b>CEP</b>	entité cours d'eau et pollution
<b>COD</b>	carbone organique dissous
<b>COT</b>	carbone organique total
<b>DGE</b>	Direction générale de l'environnement, État de Vaud
<b>DGE-DIREV</b>	Direction de l'environnement industriel, urbain et rural, État de Vaud
<b>EC</b>	eaux claires
<b>EE</b>	évacuation des eaux
<b>EPE</b>	évacuation et protection des eaux
<b>EPFL</b>	École polytechnique fédérale de Lausanne
<b>EPT</b>	éphéméroptères, plécoptères et trichoptères
<b>EU</b>	eaux usées
<b>IBCH</b>	indice biologique suisse
<b>LEaux</b>	Loi fédérale sur la protection des eaux
<b>LPDP</b>	Loi sur la police des eaux dépendant du domaine public
<b>LPEP</b>	Loi sur la protection des eaux contre la pollution (canton vaud)
<b>N</b>	azote
<b>OEaux</b>	ordonnance sur la protection des eaux
<b>PTOT</b>	phosphore total
<b>ROV</b>	rivière et ouvrages visitables
<b>SMG</b>	Système Modulaire Gradué
<b>STEP</b>	station d'épuration
<b>UNIL</b>	Université de Lausanne

# Glossaire

<b>Abiotique</b>	désigne l'ensemble des facteurs physico-chimiques d'un écosystème.
<b>Bassin versant</b>	surface drainée par un cours d'eau et ses affluents.
<b>Benthique</b>	relatif au fond de eaux (mers, océans, cours d'eau), concernant ce rapport : qui vit au fond des rivières, sur le lit.
<b>Biocénose</b>	désigne l'ensemble des êtres vivants d'un milieu donné, d'un écosystème.
<b>Biologique/biotique</b>	relatif au monde vivant.
<b>Collecteur</b>	conduite composant le réseau d'assainissement servant à évacuer les eaux usées, claires ou mixtes.
<b>Confluence</b>	lieu où se rejoignent plusieurs cours d'eau.
<b>Cours d'eau canalisé, artificiel</b>	cours d'eau dont la morphologie (tracé et largeur) a été fortement modifiée par l'homme. Le lit et les berges du cours d'eau sont aménagés (bétonnage, pavage ou enrochement)
<b>Cours d'eau mise sous terre</b>	action d'enterrer un cours d'eau sur son linéaire initial ou corrigé
<b>Déversoir d'orage</b>	ouvrage permettant le rejet direct d'une partie des eaux dans le milieu naturel lorsque le débit à l'amont dépasse une certaine capacité. Il est installé sur les systèmes d'assainissement unitaire dans le but de limiter les apports à l'aval et en particulier dans la station d'épuration en cas de pluie.
<b>Embouchure</b>	lieu où le cours d'eau se jette dans un lac, une mer ou un océan
<b>Eaux claires</b>	désigne les eaux « non polluées », issues du ruissellement de la pluie ou des nappes phréatiques.
<b>Eaux mixtes</b>	mélange d'eaux usées et claires.
<b>Eaux usées</b>	eaux polluées par l'activité humaine, par des polluants physiques, chimiques ou biologiques. Elles polluent le milieu naturel en cas de déversement.
<b>Espace réservé aux eaux</b>	espace le long des cours d'eau désigné comme garant de la bonne utilisation et du bon fonctionnement naturel des cours d'eau et des lacs.
<b>Galerie de dérivation</b>	galerie permettant de dévier l'eau dans un nouvel exutoire
<b>Habitat</b>	milieu géographique propre à la vie à une espèce animale ou végétale
<b>Indice biologique</b>	indicateur décrivant l'état biologique d'un cours d'eau.
<b>Lait de ciment</b>	mélange liquide d'eau et de ciment utilisé dans la construction. Déversé de manière volontaire ou accidentelle dans le réseau d'évacuation des eaux claires, il pollue ainsi le milieu naturel.
<b>Linéaire</b>	tracé d'un cours d'eau
<b>Macrofaune benthique, macrozoobenthos</b>	désigne les organismes visibles à l'œil nu (entre 4 et 80 mm) qui peuplent le lit des cours d'eau.

<b>Débit d'étiage Q347</b>	débit d'un cours d'eau atteint ou dépassé pendant 347 jours par année
<b>Rejets/exutoires</b>	fin de conduite où s'opère le déversement des eaux claires dans le milieu naturel.
<b>Réseau d'évacuation séparatif</b>	désigne un réseau d'évacuation des eaux qui collectent séparément les eaux claires et les eaux usées domestiques ou industrielles.
<b>Réseau d'évacuation unitaire</b>	désigne un réseau d'évacuation où toutes les eaux transitent par une seule et même canalisation (eaux usées et eaux claires) et sont traitées dans une station d'épuration.
<b>Substrat</b>	support minéral ou végétal recouvrant le lit des cours d'eau, servant d'habitat à la macrofaune.
<b>Voûtage des cours d'eau</b>	action de recouvrir d'une voûte les cours d'eau. Elle est souvent accompagnée à Lausanne, d'une mise sous terre.

## Résumé

Ce rapport est la première publication publique du Service de l'eau de la Ville de Lausanne sur la qualité des cours d'eau lausannois. Le réseau hydrographique communal compte 6 bassins versants : Vuachère, Chandelar, Louve, Chamberonne, Talent et Bressonne. Près de 100 kilomètres de cours d'eau sont ainsi concernés, dont 32,85% font office de limite naturelle avec les communes limitrophes.

Une analyse des données existantes sur l'occupation du sol des 6 bassins versants a été effectuée afin de répertorier les risques pouvant porter atteinte à la qualité environnementale des cours d'eau (surfaces agricoles, STEP, collecteurs d'eaux usées, etc.).

Trois modules principaux de la méthode fédérale « Système Modulaire Gradué » 1) biologique 2) écomorphologique 3) chimie de l'eau-nutriments sont utilisés pour l'évaluation globale de la qualité des cours d'eau. Cette méthode permet une appréciation simple avec un code en 5 couleurs (bleu à rouge).

En 2020, 9 stations sur le réseau hydrographique lausannois ont été utilisées pour l'évaluation de la biologie et un réseau de 22 stations a été visité une fois par mois pour l'évaluation chimique de l'eau. L'évaluation biologique a nécessité la détermination de 13'105 invertébrés aquatiques au rang taxonomique de la famille. Pour l'évaluation chimique de l'eau, 242 échantillons d'eau ont été prélevés et 2662 analyses effectuées. Les cours d'eau principaux (Vuachère, Flon, Chandelar, Flon-Morand, Pierre-Ozaire, Louve, Rionzi, Petit Flon, Chamberonne, Mèbre, Pétause, Talent, Bressonne), soit un peu plus de 50 kilomètres de linéaire, ont été évalués pour fournir une appréciation écomorphologique.

Les évaluations biologiques et chimiques révèlent, comme en 2019, que les bassins versants de la Vuachère, la Louve et la Chamberonne sont impactés par les activités anthropiques notamment par le réseau d'évacuation des eaux. Des eaux usées sont rejetées continuellement dans certains cours d'eau sans avoir été traitées au préalable par une STEP. Les bassins versants de la Chandelar, du Talent et de la Bressonne sont moins touchés par ces problématiques car ils se situent dans des zones majoritairement forestières. Les travaux effectués au XIXe et XXe siècle dans les cours d'eau ont fortement péjoré la qualité écomorphologique, notamment de la Vuachère, du Flon, de la Louve et de la Pétause. Toutefois, 66% du linéaire répond à l'objectif de qualité morphologique d'un point de vue environnemental.

D'après les constats tirés de l'évaluation du Service de l'eau, de ces dernières années, des mesures pour l'amélioration de la qualité morphologique et chimique de l'eau sont proposées en accord avec l'aménagement du territoire existant. Ces mesures sont focalisées sur des possibilités de revitalisation de certains tronçons et sur la révision du système d'évacuation des eaux.

Les projets déjà mis en place, dans le but de redonner de la valeur écologique aux cours d'eau, sont également brièvement décrits. Il s'agit des projets « Revitalisation de Mauvernay », « Pollution des cours d'eau – Exutoires eaux claires » et « Galerie du ruisseau de Broye, Renaturation de la Chamberonne et île aux oiseaux migrateurs ».

# 1. Introduction

Ce rapport a pour objectif de présenter un diagnostic de l'état des cours d'eau, basé sur l'observation des analyses effectuées depuis février 2019. Il constitue également une base solide pour définir des actions et un programme d'amélioration de la qualité des cours d'eau. Il fera l'objet de mises à jour régulières afin de suivre l'évolution dans les prochaines années.

L'entité Cours d'Eau et Pollution (CEP) a été créée en février 2019 dans le but d'obtenir une surveillance de la qualité des cours d'eau et des zones de protection lausannoises, ainsi qu'une bonne gestion des cas de contaminations/pollutions des milieux naturels aquatiques et du système d'approvisionnement en eau potable. Cette nouvelle entité fait partie de la division Contrôle de l'eau établit sur la commune de Lutry (Figure 1). L'activité de contrôle des cours d'eau n'est pas nouvelle, elle était assurée au sein du Service d'assainissement jusqu'à fin 2015, puis par le Service de l'eau nouvellement crée en 2016, avec une organisation différente.

Ce rapport fait plus particulièrement l'état des activités de l'année 2020. Pour cette deuxième version, le rapport expose notamment la stratégie d'optimisation du suivi de la qualité des cours d'eau et la mise en place de projets d'amélioration de la qualité des cours d'eau.

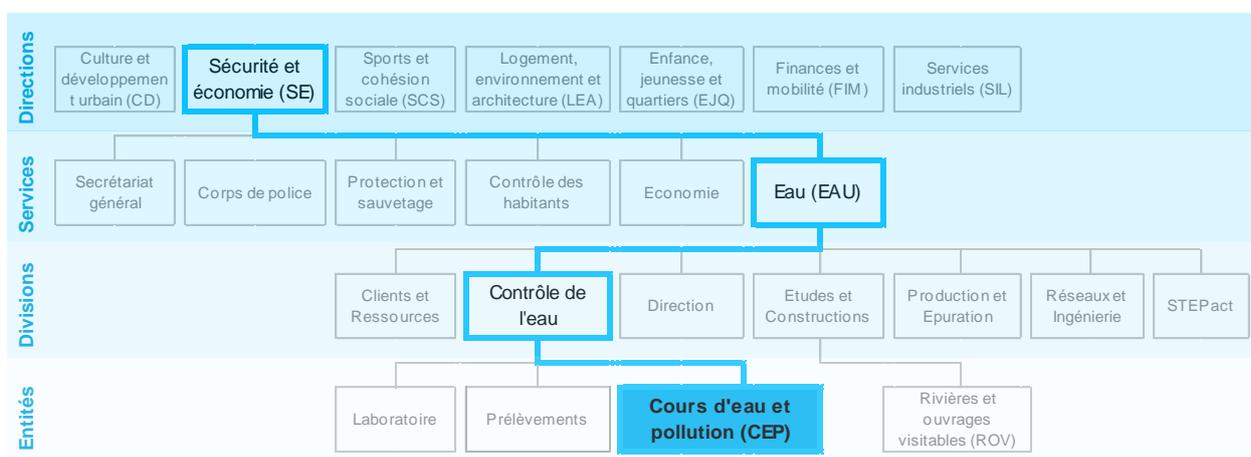


Figure 1 : Organigramme de la Ville de Lausanne, situation de l'entité cours d'eau et pollution

## 2 Contexte légal et obligations

La Confédération est responsable de relever des données et d'enquêter sur les atteintes qui peuvent affecter l'environnement, notamment la qualité des eaux superficielles. Ces obligations sont décrites dans la loi fédérale sur la protection de l'environnement et dans la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) (art. 57). Les cantons réalisent également des appréciations de la qualité des eaux et les transmettent à la Confédération (art. 58). La LEaux spécifie également que la Confédération et les cantons sont dans l'obligation de rendre public leurs résultats (art. 50).

Dans la pratique, c'est l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) qui définit ce qui doit être pris en compte pour définir la qualité des cours d'eau avec des objectifs écologiques cités dans l'annexe 1 et des exigences chiffrées dans l'annexe 2.

Si les chiffres et exigences des annexes 1 et 2 de l'ordonnance ne sont pas respectées, c'est l'art. 47 de l'OEaux qui décrit la marche à suivre :

- a. *détermine et évalue la nature et l'ampleur de la pollution ;*
- b. *détermine les causes de la pollution ;*
- c. *évalue l'efficacité des mesures possibles, et*
- d. *veille à ce que les mesures requises soient prises en vertu des prescriptions correspondantes.*

Au niveau de la base législative vaudoise la loi 721.01 sur la police des eaux dépendant du domaine public (LPDP) et la loi 721.01 sur la protection des eaux contre la pollution (LPEP) spécifient que la surveillance et l'entretien des cours d'eau sont sous la responsabilité des départements pour les cours d'eau corrigés (aménagés) et sous la responsabilité des communes pour les cours d'eau non corrigés (art. 5)

L'article 7 de la LPEP précise encore que :

1. *Les communes veillent à prévenir les cas de pollution et prennent toutes mesures utiles à cet effet.*
2. *Lorsqu'un cas de pollution s'est produit, elles prennent en première urgence, les mesures nécessaires pour en combattre les effets, informent la gendarmerie et le département et coopèrent avec eux.*
3. *Elles veillent à l'exécution des mesures ordonnées par le département et lui font rapport.*

### 3 Objectifs

Le Service de l'eau s'est fixé les objectifs généraux suivants en ce qui concerne les cours d'eau lausannois :

- **Contrôler et suivre la qualité des cours d'eau lausannois :**
  - planifier des contrôles périodiques dans les cours d'eau ;
  - fournir une évaluation de l'état des cours d'eau et suivre son évolution ;
  - maintenir une base de données à jour (projet QWASTE).
  
- **Coordonner la recherche des cas de contamination et pollution du milieu naturel :**
  - identifier et centraliser les cas de pollution et assurer la mise à jour de la base de données ;
  - prioriser les pollutions selon la gravité de leur impact sur le milieu naturel ;
  - proposer des mesures correctives et préventives ;
  - contrôler l'efficacité des mesures actuelles et futures appliquées dans le domaine de la protection des eaux ;
  - identifier les changements positifs pour mesurer l'efficacité des mesures appliquées.

L'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau s'inscrit dans une double perspective : la protection des écosystèmes et la protection des ressources en eau potable. Ces deux objectifs sont conjoints car les cours d'eau alimentent les nappes d'eaux souterraines et les lacs, utilisés comme ressources en eau potable.

## 4 Réseau hydrographique lausannois

### 4.1 Cours d'eau

Le réseau hydrographique de la commune de Lausanne se situe à cheval sur la ligne de partage des eaux du Rhône, au Sud de la commune, et celui du Rhin, au Nord, dans les Bois du Jorat. La totalité du réseau comptabilise 98.3 km de linéaire, répartis sur six bassins versant (BV) distincts (Annexe 1) :

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| <b>1. BV Vuachère</b>  | <b>4. BV Chamberonne</b> |
| <b>2. BV Chandelar</b> | <b>5. BV Talent</b>      |
| <b>3. BV Louve</b>     | <b>6. BV Bressonne</b>   |

Le réseau prit en compte est celui où circulent actuellement l'eau des rivières, tenant ainsi en compte toutes les déviations réalisées. Les tracés historiques ne sont pas pris en compte (Flon, Louve et Galicien). 32,3 km de linéaire, soit 32,85 %, fait frontière avec une commune voisine.

Tableau 1 : Réseau hydrographique lausannois : noms des bassins versants, des cours d'eau et longueur des linéaires

Bassin versant	Cours d'eau	Km	Km totaux /BV
1. Vuachère	La Vuachère	6,65	19,3
	Le Riolet	2,07	
	Le Flon	4,1	
	Ruisseau des Bovresses	1,49	
	Ruisseau de Vennes	0,79	
	Ruisseaux sans nom, cumulés	4,22	
2. Chandelar	La Chandelar	3,74	16,4
	Le Flon-Morand	3,3	
	Pra Mussy	0,31	
	La Birole	0,22	
	Ruisseau de Montblesson	0,53	
	Chalet Vieux	0,44	
	Roche au Loup	0,70	
	Grand Bois	2,29	
	Pierre Ozaire	3,09	
	Ruisseaux sans nom, cumulés	1,78	
3. Louve	La Louve	5,21	8,5
	Le Rionzi	0,27	
	Petit Flon – Le Tor Cau	2,97	
	La Croix	0,049	
4. Chamberonne	La Chamberonne	0,45	13,4
	La Mèbre	6,83	
	La Pétause – Covatannaz	3,67	
	Le Lavaux	0,39	
	Ruisseau Vernand-Camarès	1,28	
	Ruisseau de Mau-Paccot	0,63	
	Ruisseaux sans nom, cumulés	0,16	
5. Talent	Le Talent	6,86	37
	Munny	0,13	
	Ruisseau de Benenté	4	
	La Tioleire	1,42	
	Ruisseau de la Râpe	0,68	
	Ruisseau de Latigny	2,26	
	Ruisseaux sans nom, cumulés	21,65	
6. Bressonne	La Bressonne	1,24	3,6
	Ruisseaux sans nom, cumulés	2,39	
<b>TOTAL</b>		<b>98,3</b>	

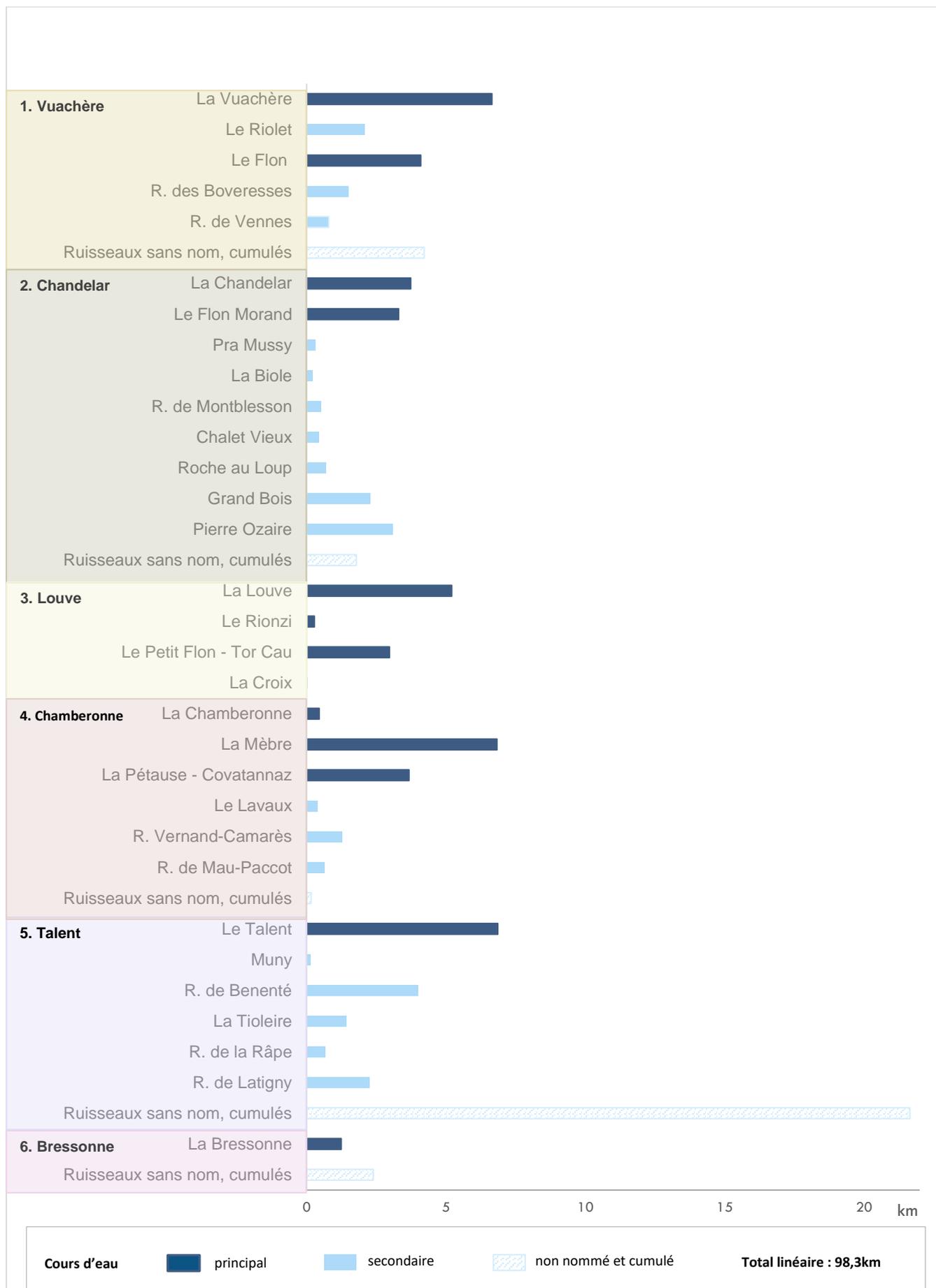


Figure 2 : Linéaires du réseau hydrographique lausannois

## 4.1.1 Historique

### 1. BV Vuachère

Le Flon prend sa source dans les Bois du Jorat, à la limite Nord du territoire lausannois. Il traverse ensuite les communes du Mont-sur-Lausanne et d'Epalinges avant de rejoindre à nouveau la commune de Lausanne à la Clochatte.

Autrefois, le Flon traversait le centre-ville de Lausanne jusqu'à Vidy. Cet ancien tracé est aujourd'hui voûté et utilisé comme collecteur d'eaux mixtes (figure 3, traitillé bleu). Depuis 1996, les eaux du Flon sont artificiellement dérivées dans la Vuachère, en amont de l'usine Tridel, dans une galerie de 670 mètres de long (Annexe 1) (DIREV & DGE, 2018). L'ouvrage a été dimensionné pour un débit maximal de  $4\text{m}^3/\text{s}$ . En dessus de ce seuil, le trop-plein est évacué dans l'ancien tracé du Flon.

Situé dans un vallon très incisé, le Flon a conservé une morphologie relativement naturelle, hormis la présence d'un collecteur d'eaux usées dans son lit.

La Vuachère, prenant sa source sur la commune d'Epalinges, marque la limite Est de la commune de Lausanne. Son tracé est naturel sur la partie amont de la rivière. A contrario, le linéaire médian et inférieur a été fortement aménagé lors de travaux de dérivation du Flon, entre 1994 et 1996. Le cours d'eau a été redimensionné et les berges renforcées par des enrochements afin d'évacuer le surplus de débit du Flon vers le lac.

Un collecteur d'eaux usées est présent, dans le lit du cours d'eau, sur l'ensemble du linéaire.

### 2. BV Chandelar

La Paudèze, s'écoulant à l'Est de la commune lausannoise, est alimentée par la Chandelar et le Flon Morand.

La Chandelar se forme à la confluence des ruisseaux de Pierre Ozair et la Gueta, prenant respectivement leur source sur les communes de Lausanne et de Savigny. Elle forme une frontière naturelle entre les communes de Lausanne et de Pully. Son cours, encaissé, est naturel sur la majeure partie de son linéaire. Toutefois, à partir du pont de la route d'Oron, le lit a été aménagé pour y installer un collecteur d'eaux usées.

Le Flon Morand prend sa source à Vers-chez-les-Blanc. Son cours, naturel, marque la limite communale entre Lausanne et Epalinges. Il se jette dans la Chandelar aux Monts-de-Pully, dont il est le principal affluent. Egalement situées dans un vallon étroit, les rives du cours d'eau en forêt sont peu urbanisées. Un collecteur d'eaux usées a été aménagé sur la totalité de son parcours.

### 3. BV Louve

La Louve se forme à la réunion du Rionzi et du Petit Flon, vers Bellevaux.

Le Petit Flon prend sa source sur la commune du Mont-sur-Lausanne, au lieu-dit En Flonzel dans une zone agricole. Sur son tracé amont, il traverse une zone rurale, puis entre dans la ville de Lausanne à la hauteur du Châtelard. Malgré un taux d'urbanisation élevé de ses rives, le cours d'eau a conservé un tracé naturel.

Le Rionzi s'écoule depuis la commune du Mont-sur-Lausanne. Suite à des constats de pollution chronique en provenance de la commune du Mont-sur-Lausanne, les eaux du Rionzi ont été dérivées provisoirement dans le réseau intercommunal d'évacuation des eaux usées du secteur. En 2012-2013, le cours d'eau se trouvait à sec sur le territoire lausannois. Actuellement, cette situation est rétablie et le Rionzi s'écoule à nouveau à ciel ouvert dans son lit originel.

La Louve chemine dans une zone forestière sur 300 mètres, jusqu'au barrage hydroélectrique de la Louve. Le cours d'eau est ensuite dérivé dans une conduite forcée jusqu'au déversoir du Capelard, où elle est turbinée avant de partir au lac (Annexe 1). L'ancien tracé du cours d'eau, à l'aval du barrage, est voûté et utilisé comme collecteur d'évacuation des eaux mixtes. Il suit le tracé historique de la Louve et se jette dans le voûtage du Flon, sous la place Pépinet (figure 3, traitillé bleu).

#### **4. BV Chamberonne**

La Chamberonne, s'écoulant à la limite Ouest du territoire lausannois, est alimentée par la Sorge et la Mèbre.

La Mèbre se forme à l'aval de Cugy, dans le massif forestier du Jorat. En territoire lausannois, elle marque la limite entre les communes de Morrens, Cheseaux-sur-Lausanne et Crissier. Elle reçoit les eaux de la Pétause à l'Est de Crissier, puis continue vers le Sud avant de confluer dans la Sorge à Chavannes-près-Renens. Les deux rivières forment alors la Chamberonne qui est canalisée jusqu'au Léman.

La Sorge, quant à elle, s'écoule hors du territoire lausannois, traversant successivement les communes de Sullens, Cheseaux-sur-Lausanne, Crissier, Villars-Sainte-Croix, Bussigny, Ecublens et Chavannes-près-Renens.

La Mèbre, qui a conservé un tracé naturel sur la majeure partie de son parcours, possède un collecteur d'eaux usées sur la plupart de son linéaire.

#### **5. BV Talent**

Le Talent et ses affluents drainent la partie Nord du territoire communal. Il prend sa source dans les forêts du Jorat, entre les communes de Lausanne et de Froideville, le long de la route des Paysans. Le cours d'eau a un tracé naturel, en forêt, jusqu'à Montheron où il quitte la commune. Il s'écoule ensuite à travers la campagne vaudoise jusqu'à sa confluence avec l'Orbe pour former la Thièle. Cette dernière se jette dans le lac de Neuchâtel à Yverdon-les-Bains, puis est évacué par l'Aar et le Rhin

#### **6. BV Bressonne**

La Bressonne prend sa source à l'extrême Nord-Est de la commune, au lieu-dit Les Censières dans les Bois du Jorat. Ce cours d'eau ne parcourt qu'un kilomètre sur le territoire communal : il s'écoule depuis sa source vers le Sud, avant de bifurquer en aval de la route de Berne vers l'Est. Son linéaire est naturel jusqu'à la ville de Moudon, où il conflue dans le Carrouge qui se jette dans la Broye, au lieu-dit « Bressonnaz ». Cette dernière traverse le Lac de Morat à Salavaux, et se jette dans le lac de Neuchâtel à Cudrefin. Comme le Talent, les eaux de la Broye sont ensuite évacuées dans l'Aar, puis le Rhin.

Mise à part le drainage de la zone (Société Vaudoise pour la Protection des Animaux, site de St-Catherine (SVPA)) et de la route de Berne, ce cours d'eau subit peu d'influence anthropique sur le kilomètre considéré.

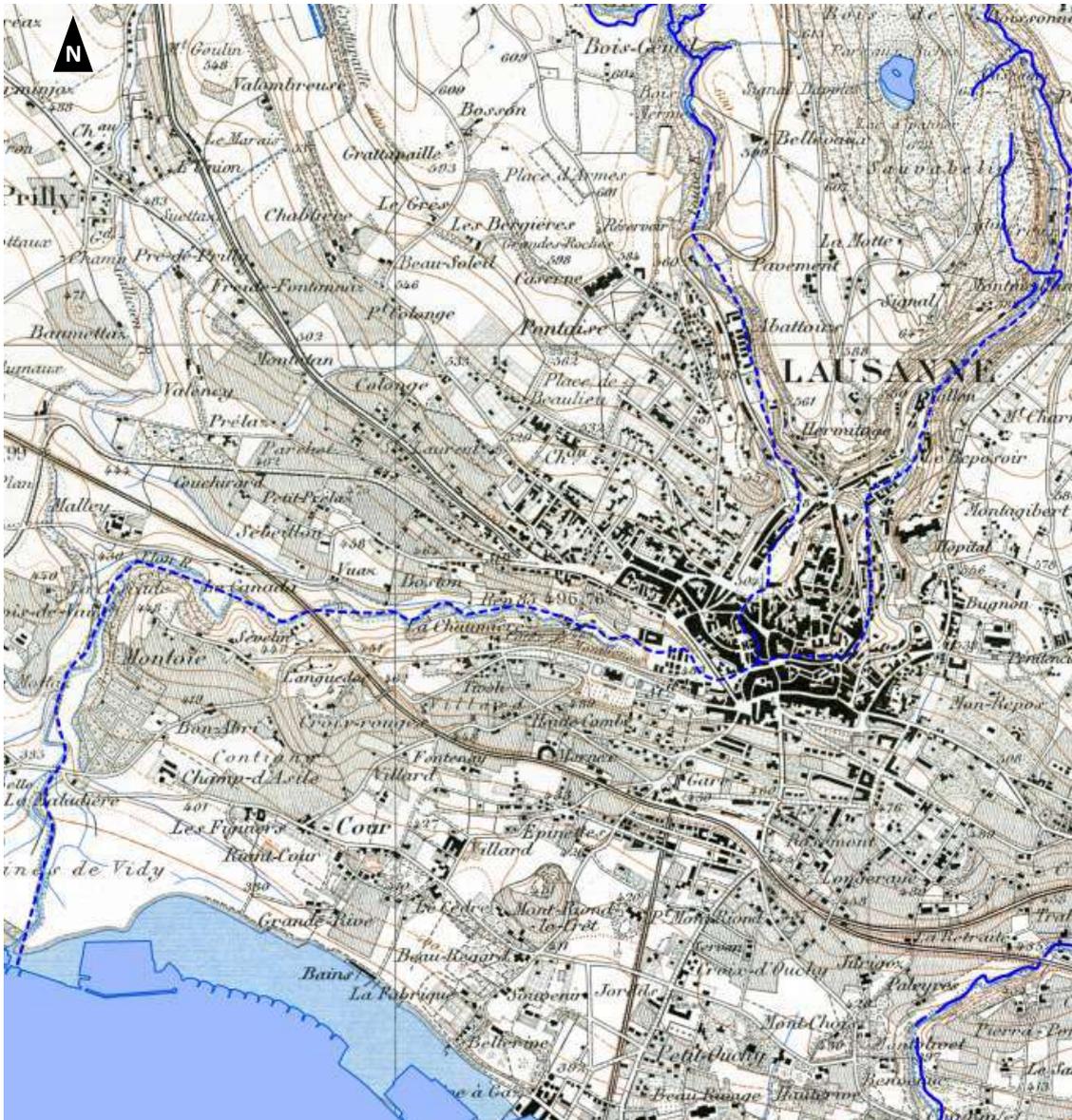


Figure 3 : Tracé naturel du Flon et de la Louve (traitillé bleu) en 1894 avant la construction des voûtages.

## 4.2 Débits des cours d'eau

Les débits ont été mesurés ponctuellement en 2020, à raison d'une fois par mois conjointement aux prélèvements d'eau pour les analyses chimiques (Figure 4). Les débits ont été calculés à partir de mesures de la vitesse et de la profondeur d'eau, effectuées tous les 20 centimètres sur un transect mouillé. La vitesse a été mesurée à l'aide d'un courantomètre portable.

Les débits ont été mesurés sur les 22 stations chimiques jusqu'en septembre, à l'exception du mois de mars. Puis, le monitoring de chimie a été réduit à 17 stations (optimisation du monitoring : 5 stations trop proches de celles lausannoises ou cantonales écartées). Ainsi, les stations (5) FLON, Les Montenailles, (7) CHANDELAR, Bois de Chenaule, (16) CHAMBERONNE, Promenade de Vidy, 18) MEBRE, Les Biolettes et 20) TALENT, Montheron ne comprennent plus de relevés de débits à partir de septembre.

La période d'étiage a été observée durant l'été en raison d'un temps particulièrement sec (juillet à août) et les hautes eaux en hiver (octobre à novembre). Les débits les plus élevés ont été observés au mois de février, de septembre et d'octobre, particulièrement pluvieux en 2020.

Les têtes de bassin versant, occupées par de petits cours d'eau, enregistrent les débits les plus faibles. Naturellement, les débits, de même que la dimension des cours d'eau, augmentent vers l'aval en raison de l'apport des différents affluents.

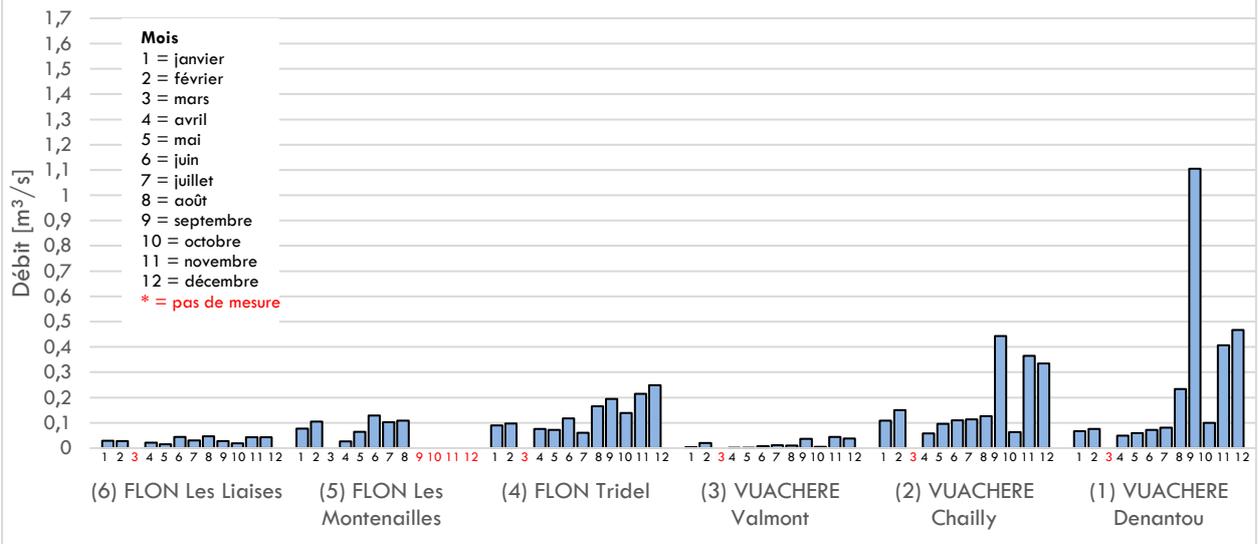
Certains cours d'eau lausannois sont très réactifs aux précipitations. Une variation importante des débits s'observe par temps sec et par temps pluvieux. Les stations en aval des bassins versants enregistrent les plus grands écarts (entre 3 et 5 fois plus que le débit par temps sec) (Annexe 2). Pour les BV de la Louve et de la Chamberonne très urbains, la pluie peine à s'infiltrer dans les sols et est directement rejetée dans les cours d'eau via le réseau d'évacuation, faisant fortement augmenter le débit en très peu de temps. La Chandelar et le Talent ont un temps de réponse plus lent (augmentation plus progressive du débit et une sur durée plus longue), une grande partie de la pluie s'infiltrant dans les sols forestiers.

Le débit des cours d'eau joue un rôle important en cas de pollution. Diverses études ont démontré que, pour une pollution de même importance, les petits cours d'eau sont d'avantage impactés par les pesticides que les moyens ou grands cours d'eau (Munz et al., 2012). Les rejets de micropolluants issus de l'assainissement urbain, à travers les déversoirs d'orage et les collecteurs d'eaux pluviales, provoquent également une augmentation rapide et momentanée de la teneur en polluants dans les petits cours d'eau (Wittmer et al., 2012). Ce phénomène est dû aux effets de dilution. En effet, lors de faibles débits, les concentrations de polluants sont plus importantes car peu diluées, à l'inverse des moyens et grands cours d'eau.

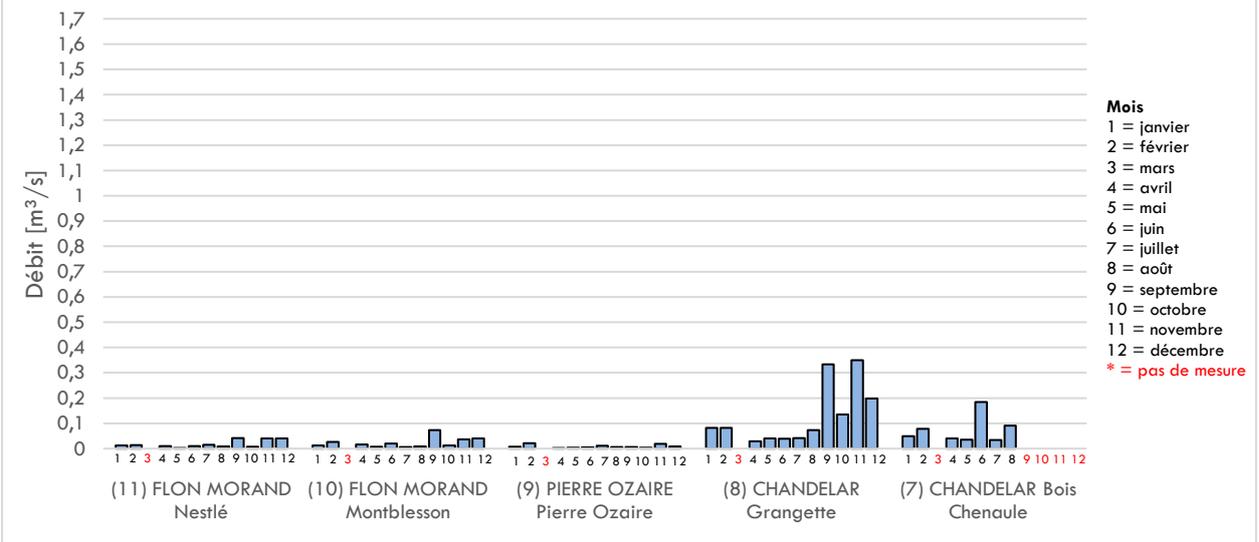
Les bassins versants de la Vuachère, de la Chamberonne et du Talent enregistrent les débits les plus importants. A contrario, le bassin versant de la Bressonne comptent les plus faibles débits.

La station de la Chamberonne enregistre un débit particulièrement élevé en comparaison aux stations amont. Alimentée par la Sorge et la Mèbre, elle reçoit également les eaux de refroidissement de l'Ecole polytechnique fédérale (en provenance du lac Léman). Les pollutions sont donc particulièrement diluées à cet endroit.

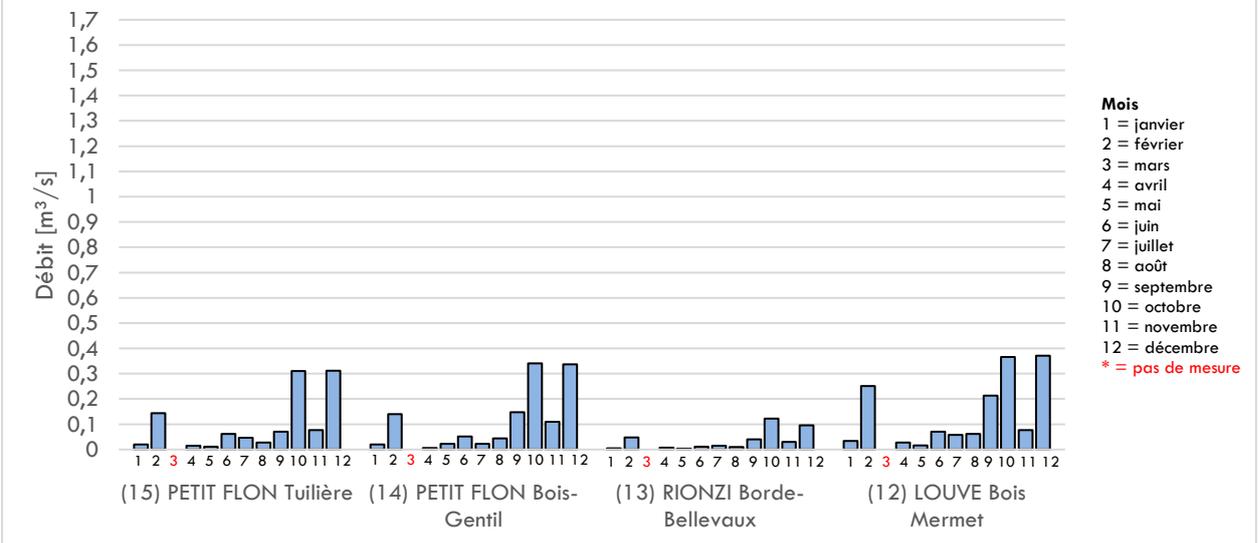
### 1. BV VUACHERE - FLON



### 2. BV CHANDELAR



### 3. BV LOUVE



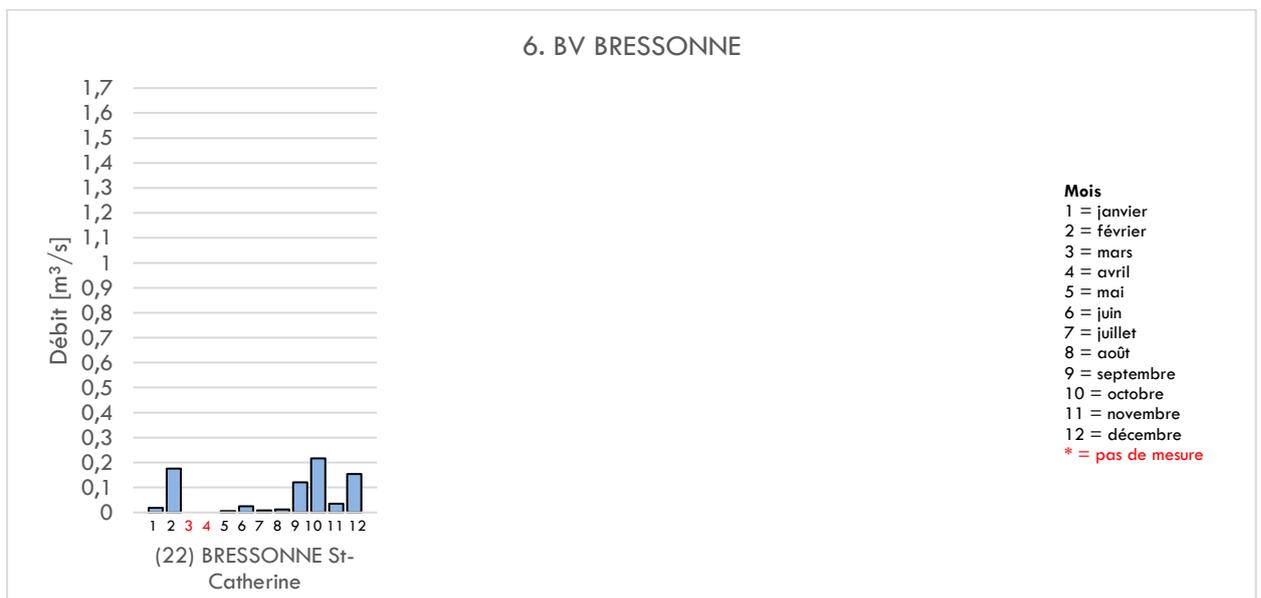
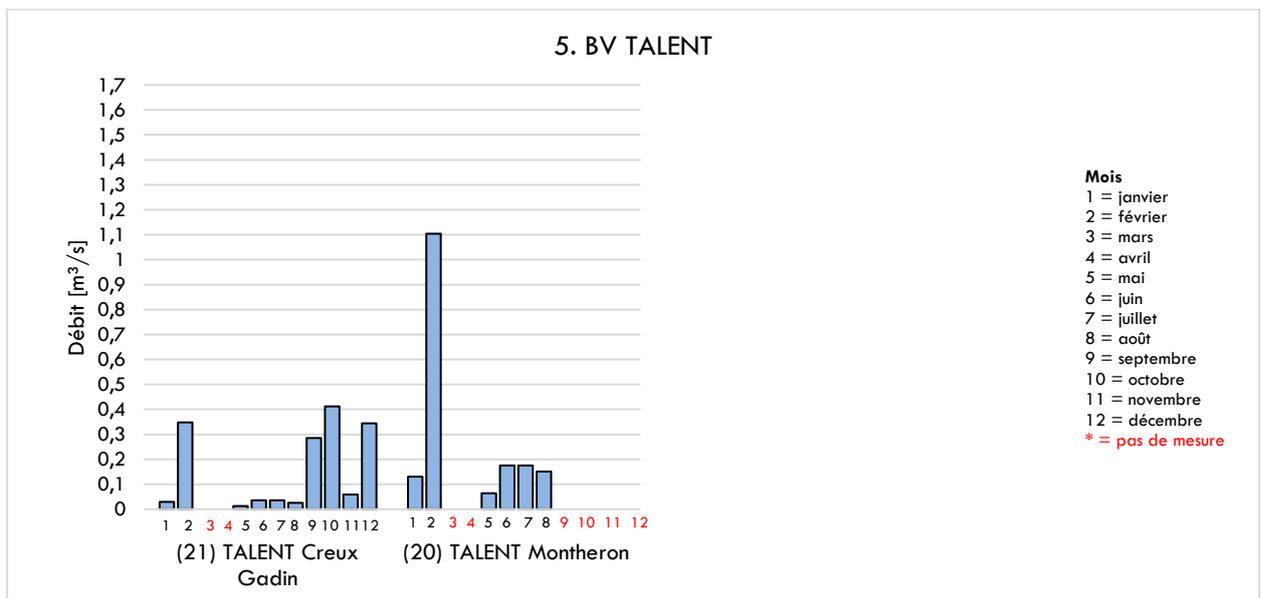
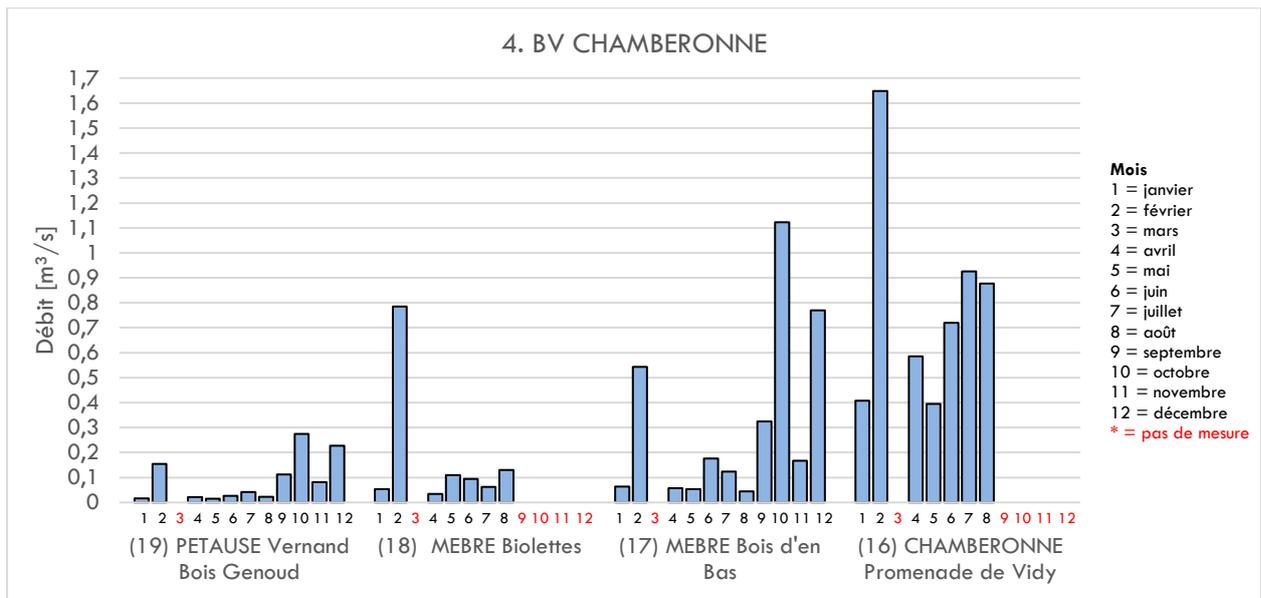


Figure 4 : Débits des cours d'eau mesurés ponctuellement en 2020

## 5 Bassins versants lausannois – Evaluation des risques de pollution

### 5.1 Utilisation des sols

Une analyse détaillée de l'utilisation des sols et d'éventuelles causes spécifiques de pollution du bassin versant de la station de mesure permet d'approfondir l'interprétation des données (OFEV & NAWA, 2013). Selon l'utilisation des sols, des pollutions de différentes origines peuvent impacter les rivières : rejets accidentels (routes), réguliers (décharges) ou diffus (engrais) (DIREV & DGE, 2018).

Kunz et al. dénombrent 5 indicateurs de pollution induits par l'utilisation des sols : 1) proportion d'eaux usées dans le débit d'étiage  $Q_{347}$  2) proportion de surfaces urbanisées 3) proportion de surfaces réservées aux cultures des champs 4) proportion de surfaces forestières ou de surfaces improductives 5) densité d'unités de gros bétail (Kunz, et al., 2016).

Majoritairement urbains, les bassins versants de la Vuachère et de la Louve enregistrent les plus grandes concentrations de surfaces bâties (>20%) et les plus faibles taux de surfaces forestières (<10%). Les cours d'eau sont donc particulièrement exposés aux pollutions urbaines (Figure 5).

D'une manière générale, les surfaces de jardin sont relativement bien corrélées avec les surfaces bâties. La Vuachère fait exception en totalisant presque le double de jardin (26 % de surface bâtie pour 44 % de jardin), probablement en raison de la grande concentration de maison individuelle dans ce secteur.

Les bassins versants de la Chandelar et de la Chamberonne présentent un taux d'habitation moyen (entre 20 et 10 %). Leur surface forestière est également moyenne (19 et 32 %). Leurs cours d'eau peuvent être impactés par des pollutions urbaines et agricoles en tête de bassin versant.

Le haut du bassin versant du Talent est majoritairement forestier (48%), alors que celui de la Bressonne totalise les plus grandes surfaces de zone agricole (59%). Le risque de pollution d'origine urbaine est faible pour ces bassins versants. En revanche, ces zones abritent de grandes surfaces agricoles, sources éventuelles de pollution.

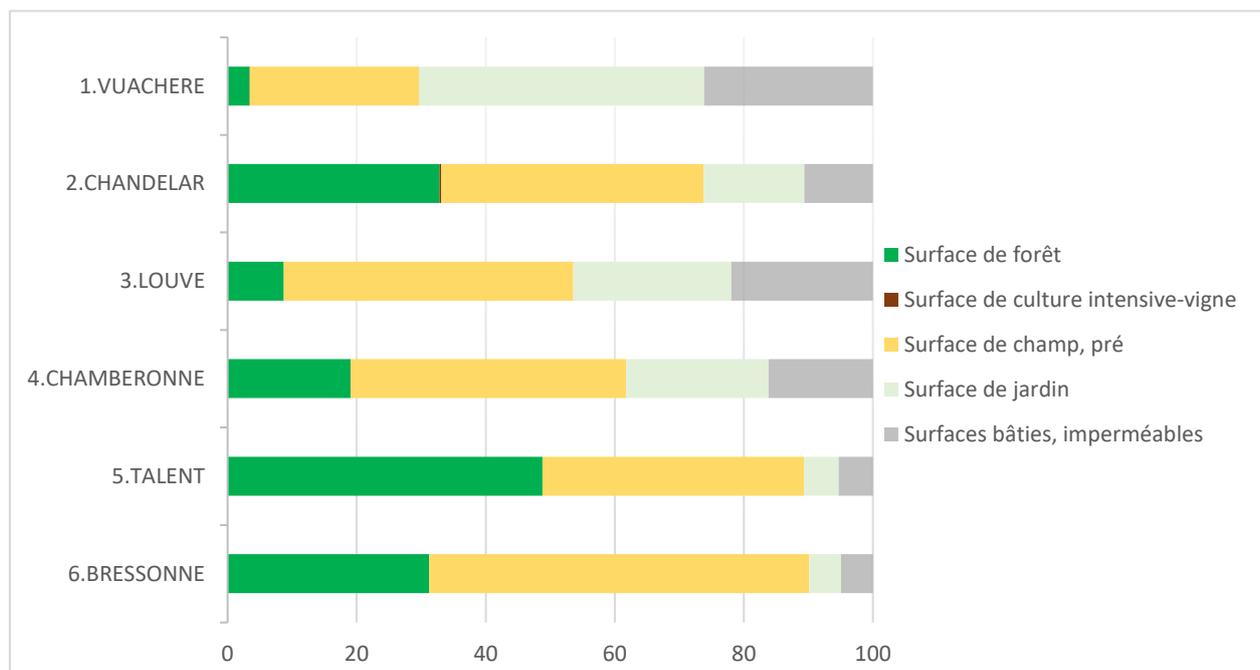


Figure 5 : Utilisation des bassins versants des cours d'eau lausannois

## 5.2 Réseau d'évacuation des eaux

Le réseau d'évacuation des eaux (réseau EE) public et privé de la commune de Lausanne et des communes voisines peut être une source de pollution pour les cours d'eau. Les voies principales de pollutions issues des réseaux communaux sont selon Götz et al. (2011) :

- les rejets de station d'épuration (STEP) ;
- les déversoirs d'orage des systèmes unitaires ;
- les fuites ou mauvais branchements des conduites d'évacuation des eaux usées (EU) ;
- les collecteurs d'eaux claires (EC) des réseaux séparatifs.

Certaines particularités du réseau d'évacuation des eaux de Lausanne peuvent être des voies de pollution supplémentaires :

- les communications sur le réseau séparatif ;
- les conduites d'eaux usées dans les cours d'eau.

### Rejets de stations d'épuration (STEP)

Trois STEP peuvent impacter la qualité des cours d'eau traversant la commune de Lausanne (Annexe 3). Les STEP de Cugy et Morrens rejettent les EU traitées dans la Mèbre et la STEP de Bousens dans la Chamberonne (affluent de la Sorge). La STEP de Cugy dispose d'un traitement de type mécanique et biologique avec une élimination du phosphore. Ce type de processus ne permet pas de traiter l'ammonium et va le rejeter dans le milieu naturel (éventuellement sous forme de nitrites en cas de sécheresse). Les STEP de Morrens et Bousens sont équipées d'un procédé d'épuration un peu plus évolué avec un traitement mécanique et biologique, une élimination du phosphore et de la nitrification. Les rejets de composés azotés se font sous forme de nitrates. Ces trois STEP ne sont actuellement pas équipées pour le traitement des micropolluants. Les STEP sont dimensionnées selon le nombre d'habitants qui se trouve sur leur bassin versant (équivalent habitant (EH)). En cas de fortes précipitations, les eaux de pluie (eaux claires parasites) rejoignent la STEP par les systèmes d'évacuation des eaux unitaires, saturent les installations de traitement et provoquent un relargage par les déversoirs d'orage. Des eaux usées diluées et sans traitement sont alors rejetées dans le cours d'eau récepteurs (DGE & DIREV, 2018).

### Déversoirs d'orage des systèmes unitaires

Les déversoirs d'orage polluent les cours d'eau avec des eaux mélangées (EM) en cas de saturation du réseau EE. La saturation peut être due à des précipitations ou à une obstruction du réseau EU non détectée. 35 déversoirs d'orages sont répertoriés sur la commune de Lausanne dont 13 se déversent dans le Léman (y compris celui de la STEP de Vidy) et 22 dans les cours d'eau (Annexe 3).

Des études ont évalué qu'en moyenne, en Suisse, 2,5% des eaux usées brutes par année passent par les déversoirs d'orage lorsque que le système EE est en unitaire (Götz, et al., 2011).

### Les fuites ou mauvais branchements des conduites d'évacuation des eaux usées (EU)

Le réseau EE public et privé lausannois comporte des défauts de construction et d'usure qui entraînent des pollutions aux eaux usées dans les cours d'eau. Lors de branchements, de nouvelles constructions ou de transformations de conduites, il se produit régulièrement des inversions sur les conduites privées entre les EU et les EC. Les réseaux privés et publics peuvent subir des dommages qui provoquent, dans les sous-sols, des écoulements d'EU dans les EC (effondrements, ovoïdes fissurés etc.).

Les exutoires des conduites EC se déversent dans le Léman ou dans les cours d'eau (Figure 6). La ville de Lausanne compte plus de 800 rejets EC répertoriés en 2019 sur son territoire dans les cours d'eau (Annexe 3). L'entité CEP a pour objectifs de prioriser les mesures à prendre afin de traiter les pollutions issues de ces rejets.

Une recherche bibliographique et des tests ont débuté en 2019 afin de trouver une méthode standardisée de priorisation à moindre coût. La méthode et ses résultats feront l'objet d'une publication à part dans le cadre du projet « Pollution des cours d'eau – Exutoires eaux claires ».



Figure 6 : Exutoires, rejets de conduites EC lausannoises dans un cours d'eau

### Les collecteurs d'eaux claires des réseaux séparatifs

Les systèmes séparatifs permettent d'évacuer les eaux de pluie sans passer par une STEP et ainsi d'éviter de traiter de l'eau non polluée et de mettre en action les déversoirs d'orage. Toutefois, de nombreux déchets et polluants provenant des zones imperméables se retrouvent dans les milieux aquatiques par ce biais. Sur la commune de Lausanne, des cas fréquents sont répertoriés de pollution au lait de ciment issu des zones de construction (Figure 7).



Figure 7 : Pollution au lait de ciment issu d'un chantier de construction et rejeté par le réseau EC dans un cours d'eau

### Communications sur le réseau séparatif

Le réseau séparatif lausannois comporte des points de communication qui peuvent agir comme des déversoirs d'orage en cas de saturation du réseau lors de précipitations ou d'obstructions. Les têtes de collecteurs (début des conduites EC et EU) et les chambres de visite séparatives communes sont des points critiques pour les pollutions de ce type (Figure 8).



Figure 8 : Chambres de visite sur le réseau séparatif, communes aux EC et EU

### Conduites d'eaux usées dans les cours d'eau

Les lits des cours d'eau lausannois sont situés aux points les plus bas de la Ville de Lausanne et drainent naturellement le territoire de l'amont à l'aval. Par le passé, plusieurs rivières ont été détournées afin que leurs lits voûtés puissent être utilisés pour l'évacuation des EU ou des EM par voie gravitaire. Certains cours d'eau sont restés à ciel ouvert et les conduites d'eaux usées ont été enterrées dans leur lit (Annexe 3). Au fil des années, l'incision du lit, dû à l'aménagement des berges et aux perturbations des régimes de charriage, a atteint les collecteurs communaux (Figure 9). Aujourd'hui, certains d'entre eux, à nu, présentent des fissures. Ils relarguent des EU directement dans le cours d'eau et menacent de se briser aux prochaines crues.

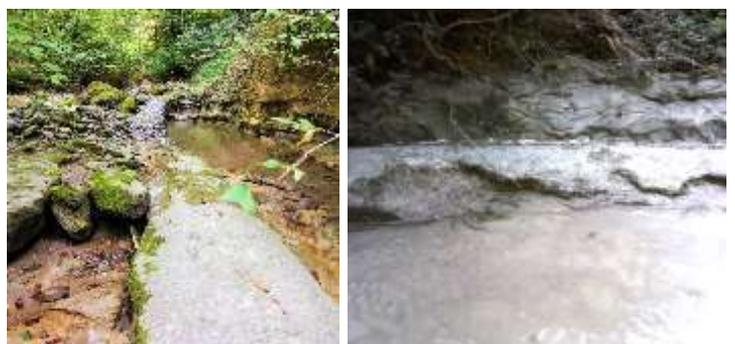


Figure 9: Collecteurs communaux lausannois enterrés dans le lit d'un cours d'eau incisé

## 6 Evaluation de la qualité des cours d'eau

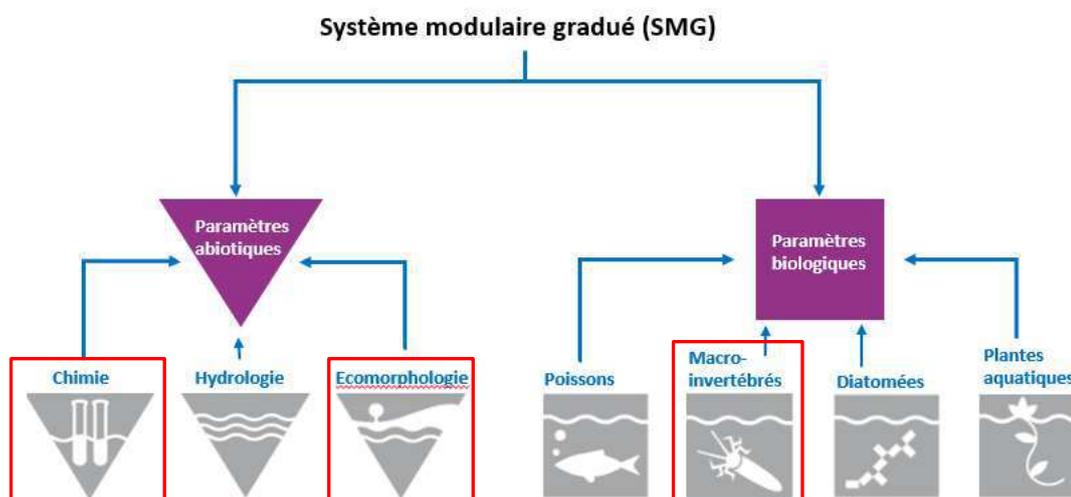
### 6.1 Méthode : Système Modulaire Gradué (SMG)

Alors que par le passé les objectifs fédéraux de protection des eaux se concentraient sur une réduction de la pollution chimique, actuellement l'ensemble de l'écosystème, formé par les ruisseaux et rivières, est considéré (LEAUX, 1991). Cette protection intégrale des eaux implique une connaissance détaillée des cours d'eau, prenant en compte : la chimie de l'eau, la structure du cours d'eau, le régime d'écoulement, ainsi que la biocénose animale, végétale et microbienne qui y vit.

Pour répondre à ces objectifs, le système modulaire gradué a été mis en place par l'Office fédéral de l'environnement. Cette méthodologie évalue séparément, à l'aide de méthodes standardisées, l'ensemble des paramètres abiotiques et biologiques du cours d'eau, puis en font une synthèse afin de donner une appréciation globale.

Le module abiotique évalue les trois paramètres suivants : la qualité de l'eau (module Chimie), l'espace réservé aux eaux (module Écomorphologie) et les débits (module Hydrologie). La biologie est représentée par quatre biocénoses principales, évaluées par des modules distincts : les Vertébrés (poissons), les Invertébrés (macrofaune), les Végétaux inférieurs (Diatomées) et les Végétaux supérieurs (plantes aquatiques) (Figure 10).

Ces analyses sont appliquées à trois niveaux différents : Le niveau R (région) correspond à des analyses régionales utilisant des méthodes peu coûteuses et grossières, le niveau C (cours d'eau) étudie en détails les cours d'eau sélectionnés. Un dernier niveau, le niveau T (Tronçons) étudie des problèmes particuliers sur une partie du linéaire. Simplifiés au niveau R, les modules SMG n'apportent pas une évaluation détaillée du cours d'eau mais permettent d'en apprécier séparément les caractéristiques essentielles et, ainsi, d'identifier les principaux problèmes. Ce niveau d'analyse a été retenu, en coordination avec l'État de Vaud, pour évaluer la qualité des rivières lausannoises. Son faible coût et sa précision d'information en sont les raisons principales. Les publications existantes pour l'évaluation des modules sont résumées dans la figure 11.



Modules suivis pour évaluer les cours d'eau lausannois

Figure 10 : Méthode Système Modulaire Gradué (SMG) : Modules pour l'évaluation des paramètres abiotiques et biologiques (Baumann & Langhans, 2010)

Module		Konzept	Assimilation	Phase d'essai	Révision	Publication
Ecomorphologie	Ecomorphologie R					1998
	Ecomorphologie C			2006		
Hydrologie	Hydrologie R			2007		2011
Aspect général	Aspect général R					2007
Thermique	Temperature R			Rapp. d'expert		
Biologie	Macrozoobenthos R			2005		2010
	Poisson R					2004
	Poisson C			Rapp. d'expert		
	Diatomées R					2007
	Macrophytes R			Consultation		
Chimie	Nutriments-Chimie R			2006		2010
	Chimie trac. organ. R			Rapp. d'expert		
	Ecotoxicologie			Rapp. d'expert		
	Sédiment R					
	Synthèse			2010		

Publications utilisées pour évaluer les cours d'eau lausannois

Figure 11 : Etat des publications des méthodes SMG (www.modul-stufen-konzept.ch, 05.2018)

Chaque module obtient une note de qualité en 5 classes (4 pour les plantes aquatiques) avec un code couleur correspondant. L'objectif de qualité est considéré comme atteint si l'état du cours d'eau est naturel (très bon) ou subissant des atteintes mineures (bon). En dessous, l'objectif de qualité est considéré comme non atteint. Des mesures doivent être prises pour réduire les atteintes au milieu naturel (Tableau 2).

Tableau 2 : Méthode SMG : Classe de qualité avec code couleur (Kunz, et al., 2016)

Classe d'état et couleurs		
Classe	Etat	Objectif de qualité - Interprétation d'après les annexes 1 et 2 de l'OEaux
1	Très bon	Objectifs écologiques et exigences chiffrées remplis
2	Bon	
3	Moyen	Objectifs écologiques et exigences chiffrées non remplis
4	Médiocre	
5	Mauvais	

L'entité CEP applique les modules « Macrozoobenthos - niveau R » pour les paramètres biologiques, ainsi que « Chimie, nutriments R » (qui donne également des consignes pour les métaux lourds) et « Ecomorphologie R » pour les paramètres abiotiques. Des rapports d'experts pour les traces de composés organiques (micropolluants) complètent l'évaluation abiotique (Figure 11). L'ensemble des modules n'étant pas appliqué, il n'est pas possible d'obtenir une note globale pour les cours d'eau lausannois. Ainsi, chaque module est évalué séparément, puis comparé dans une synthèse générale par cours d'eau.

## 6.2 Planning d'évaluation et de suivi de la qualité

La carte en annexe 4 représenté les stations de suivi utilisées en 2020 pour l'évaluation chimique et biologique des cours d'eau. Le tableau ci-dessous représente le suivi de la qualité des cours d'eau effectué jusqu'en 2020.

Tableau 3 : Suivis appliqués pour évaluer la qualité des cours d'eau lausannois

Evaluation	Méthode	Suivi	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Biologique</b>	SMG niveau R-IBCH	Surveillance continue annuelle	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Morphologique</b>	SMG niveau R-écomorphologie	Diagnostic ponctuel					✓
<b>Chimique de l'eau, nutriments</b>	SMG niveau R -Chimie, nutriments	Surveillance continue annuelle				✓*	✓
<b>Chimique de l'eau, micropolluants inorganiques</b>	SMG niveau R-Chimie, nutriments	Diagnostic ponctuel				✓	
<b>Chimique de l'eau, micropolluants organiques</b>	Basé sur des rapports experts	Diagnostic ponctuel				Pré-étude	

\*Evaluation partielle, seulement 10/22 stations

## 6.3 Paramètres biologiques : Macroinvertébrés

### 6.3.1 SMG - IBCH

#### Méthode

L'évaluation biologique des cours d'eau s'opère à l'aide de la méthode « Macrozoobenthos – niveau R (Région) », publiée en 2010 et révisée en 2019.



- *Nombre total de taxons*
- *Présence de taxons indicateurs*
- *Nombre d'individus des taxons indicateurs*

La description de l'état biologique des rivières est essentielle pour contrôler l'efficacité des mesures de protection des eaux. Les animaux vivant dans les rivières, en particulier les macroinvertébrés peu mobiles qui peuplent le fond, réagissent à l'ensemble des facteurs environnementaux qui agissent sur eux : qualité de l'eau, conditions morphologiques et hydrologiques ainsi qu'aux processus dynamiques au sein du cours d'eau. La communauté biotique reflète ainsi l'état général du cours d'eau.

Les macroinvertébrés benthiques (ou macrofaune) désignent les animaux invertébrés qui colonisent le lit d'un cours d'eau. Ce groupe englobe en majorité des insectes aquatiques en stade larvaire ou/et adultes (éphémères, plécoptères, trichoptères, diptères, hétéroptères, coléoptères, odonates), des malacostracés (écrevisses, crevettes), des gastéropodes et des oligochètes (Figure 12).



Figure 12: Exemple des différents groupes de macrozoobenthos des cours d'eau

Chaque espèce réagit différemment à la dégradation chimique ou morphologique de son habitat. Ainsi, les plus sensibles aux pollutions exigent une eau de bonne qualité, alors que d'autres, plus résistantes, supportent des détériorations mineures. Avec une durée de vie aquatique de trois mois à une année, les organismes intègrent les variations de l'état des cours d'eau pendant tout leur cycle aquatique. Ainsi, les effets d'une pollution sont visibles sur la biocénose pendant plusieurs semaines voire mois. Les analyses biologiques ont donc l'avantage de représenter la qualité chimique de l'eau en continu, ce que ne peut pas faire une analyse chimique ponctuelle.

L'évaluation biologique des cours d'eau est l'indicateur le plus fiable pour mettre en évidence les atteintes anthropiques subies par les cours d'eau, notamment les cas de pollution. En comparaison un travail de surveillance similaire, en continu, des rivières lausannoises par des analyses chimiques serait beaucoup plus coûteux et moins précis car il n'intégrerait pas la dynamique hydrologique et morphologique du milieu. Cependant, les indices biologiques ne peuvent que mettre en évidence une problématique environnementale mais ne donne pas d'informations sur les causes de cette perturbation. Les analyses chimiques sont donc nécessaires, dans un deuxième temps, pour trouver l'origine du problème et résoudre les cas de pollution.

Le module Macrozoobenthos niveau R du système modulaire gradué est basé sur un échantillonnage semi-quantitatif de la macrofaune. Les organismes sont récoltés sur le terrain à l'aide d'un filet standardisé, puis fixés dans de l'éthanol à 95% avant d'être identifiés à la famille au laboratoire sous une loupe binoculaire (Figure 13).



1. Prélèvement au filet kit-sampling
2. Pré-tri sur place
3. Fixation du prélèvement dans l'éthanol à 95%
4. Identification au laboratoire à la famille

Figure 13 : Procédé de prélèvements pour les indices biologiques

Sur la base de ces relevés faunistiques, l'indice biologique suisse (IBCH) est calculé. Les taxons pris en compte sont présentés dans l'annexe 5. Il met en relation le nombre de taxons comptabilisé dans la station (VT= variété taxonomique) avec la sensibilité de certains taxons aux influences environnementales (GI= groupe indicateur le plus sensible). Ce calcul aboutit à une note générale du cours d'eau<sup>1</sup>, entre 0 et 1, réparties en 5 classes de qualité (Tableau 4) (Annexe 6).

L'indice reflète particulièrement les impacts anthropiques subis par les cours d'eau (agriculture, rejets urbains, état écomorphologique, etc.).

Tableau 4 : Classes de qualité de la méthode SMG pour l'évaluation biologie des indices IBCH (VT, GI et note IBCH).

Note VT/GI/ IBCH	Classe	Objectif de qualité
0.8 – 1	Très bon	Atteint
0.6 – 0.79	Bon	
0.4 – 0.59	Moyen	Non atteint
0.2 – 0.39	Médiocre	
0.0 – 0.19	Mauvais	

A partir des données biologiques, un calcul de la biomasse est effectué selon le formulaire du canton de Vaud (DGE-PRE, communication N. Menétray). Les organismes sont calibrés à l'aide de 6 tamis avec des maillages différents (5 mm à 0,63 mm). Un poids moyen est ensuite attribué par taxons pour les différents calibres (Annexe 7). L'indice détermine au final un poids moyen de macroinvertébrés au mètre carré. Il renseigne la quantité théorique de nourriture disponible pour les poissons. Généralement plus la biomasse est élevée, plus la rivière pourra abriter une population piscicole importante. Cet unique paramètre est cependant insuffisant pour juger la faune piscicole réelle d'une rivière. En effet, de nombreux autres paramètres sont à prendre en compte : morphologie du lit, connectivité amont-aval, etc. Il n'est pas non plus possible de déterminer la qualité d'un cours d'eau, uniquement avec l'indice biomasse. D'une part, la sensibilité des organismes aux pollutions n'est pas prise en compte. D'autre part, la qualité et quantité des habitats aquatiques disponibles pour la faune n'est pas non plus pondéré dans la note. Ainsi, une rivière comportant un nombre important de substrats sera naturellement plus riche qu'un cours d'eau composé majoritairement de dalle. Une comparaison de l'indice biomasse est difficile en l'absence de référence par cours d'eau. Les rivières lausannoises ont donc été comparées entre-elles dans les résultats. Néanmoins, une faible biomasse n'indique pas forcément un problème de qualité. Il est toujours à mettre en relation avec la diversité des substrats naturellement présents dans le tronçon analysé.

Le monitoring biologique de la Ville de Lausanne a été optimisé entre 2019 et 2020 en coordination avec l'État de Vaud. L'objectif étant de suivre les endroits stratégiques du réseau ainsi qu'éviter les doublons entre la Ville et le canton.

<sup>1</sup> Note IBCH = (0,62 \* valeur VT) + (0,38 \* Valeur GI), avec IBCH compris entre 0 et 1 (Annexe 6)

Ainsi, le suivi du Talent a été confié au canton en 2020. Ces derniers pratiquant déjà un suivi complet de ce bassin versant.

La station Chamberonne, située trop proche du lac et donc pas représentative d'un milieu fluvial, a été abandonnée en 2020. La méthode IBCH ne pouvant pas s'appliquer dans ce contexte. La Ville de Lausanne exploitera les résultats de la station cantonale Unil-Vidy située en amont.

La station Flon - Tridel a été remplacée par celle du canton Vivarium, située 840 m en amont et étudiée depuis 2004.

Une station supplémentaire a été placée en amont du Flon – Les Liaises afin d'avoir une station en tête de bassin versant de la Vuachère en 2020 (Figure 14). Malgré son emplacement hors de l'agglomération lausannoise, cette station ne peut pas être considérée comme une station de référence, sans polluant. En effet, le cours d'eau est contaminé par les métabolites du chlorothalonil.

En 2020, l'évaluation biologique lausannoise s'est faite sur 9 stations de monitoring.



Figure 14 : Station lausannoise le Flon - les Liaises, ajoutée au monitoring en 2020.

## Résultats et analyse

Tableau 5: Résultats 2020 de l'évaluation biologique des cours d'eau avec la méthode SMG IBCH

Bassin versant	Cours d'eau	Station	Σ taxons	VT	GI	IBCH	Biomasse [g/m <sup>2</sup> ]
1. Vuachère	Vuachere	Denantou	15	0.34	0.7	<b>0,48</b>	4,2
	Vuachere	Valmont	19	0.43	0.28	<b>0,37</b>	18
	Flon	Tridel	<i>Pas d'évaluation en 2020</i>				
	Flon	Vivarium	20	0.51	0.56	<b>0,53</b>	19,9
	Flon	Les Liaises	20	0.51	0.84	<b>0,63</b>	6,9
2. Chandelar	Chandlear	Pra Fondra	27	0.68	0.84	<b>0,74</b>	17,8
	Flon morand	Montblesson	20	0.51	0.84	<b>0,63</b>	16,9
3. Louve	Louve	Bois-Mermet	18	0.43	0.42	<b>0,42</b>	30,8
	Petit flon	Tuilière	17	0.43	0.56	<b>0,48</b>	7,1
4. Chamberonne	Chamberonne	Promenade de Vidy	<i>Pas d'évaluation en 2020</i>				
	Petause	Taulard	20	0.51	0.56	<b>0,53</b>	11,8
5. Talent	Talent	Refuge forestier	<i>Pas d'évaluation en 2020</i>				
6. Bressonne	Bressonne	<i>Pas de station de monitoring</i>					

Sur les 9 stations biologiques lausannoises évaluées en 2020, 3 possèdent une bonne qualité biologique (Chandelar, le haut du Flon et le Flon Morand), 5 autres obtiennent une note moyenne et 1 présente une note médiocre (Tableau 5, Annexe 8). A l'exception du bassin versant de la Chandelar et le haut du Flon, les cours d'eau lausannois sont alimentés par des bassins versants très urbanisés. Les rivières sont donc régulièrement polluées par les eaux de ruissèlements de routes, mauvais raccordement d'eaux usées, déversoirs d'orage etc., comme l'a démontré les analyses chimiques mensuelles. La biologie s'en retrouve donc impactée, parfois même déjà depuis la source du cours d'eau (Vuachère, Valmont).

### **1. BV - Vuachère**

Sur le bassin versant de la Vuachère, seule la station Flon, Les Liaises présente une bonne qualité biologique. Située en tête de bassin versant, cette station est alimentée par des zones forestières et donc peu soumise aux pollutions urbaines ou agricoles. Malgré un nombre de taxons élevé et une grande diversité de substrats, l'abondance y est relativement faible (indice biomasse 6,9 g/m<sup>2</sup>). La biologie du Flon à l'aval est passablement dégradée depuis la station Vivarium avec une note moyenne en 2020. Une diminution des espèces sensibles est observée (GI passe de 0.84 aux Liaises à 0.56 au Vivarium), la diversité taxonomique est relativement faible sur l'ensemble du linéaire (VT moyen).

La qualité biologique de la Vuachère est médiocre à sa source, située en amont de Pra Séchaud. Malgré une morphologie naturelle et diversifiée du cours d'eau, la qualité chimique de l'eau, mauvaise pour le phosphore total, les orthophosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), l'ammonium et médiocre pour les nitrites, explique ce résultat biologique. Au Denantou, la qualité biologique est moyenne avec un indice biomasse très bas, en raison probablement de la forte concentration d'organismes hétérotrophes et d'un colmatage important du substrat, réduisant le nombre d'habitats benthiques disponibles.

### **2. BV - Chandelar**

La Chandelar présente une qualité biologique bonne, le nombre de larves d'insectes sensibles étant élevé (entre 12 taxons). Située dans un environnement forestier, cette station est peu sujette aux pollutions. La morphologie du lit, naturelle et diversifiée, permet le développement d'une faune riche en espèces. Le Flon Morand possède une bonne qualité biologique, relativement stable ces trois dernières années, avec un groupe indicateur sensible à 0.84 en 2020. Malgré son emplacement en forêt, le cours d'eau est soumis à des pollutions ponctuelles (collecteurs et eaux usées, rejets urbains).

### **3. BV - Louve**

Le bassin versant de la Louve a une qualité biologique moyenne. Situés en milieu urbain, la Louve et le Petit Flon présentent une qualité chimique moyenne, expliquant la faible diversité faunistique. Une autre raison aux mauvais résultats biologiques de la Louve provient de la morphologie naturelle du lit, principalement sur une dalle en molasse, peu profitable à la faune aquatique. Le Petit Flon comporte une biomasse réduite 7,1 g/m<sup>2</sup>. Fortement colmaté, le cours d'eau possède peu de milieux interstitiels favorables à la macrofaune.

### **4. BV – Chamberonne**

Le bassin versant de la Chamberonne, dont l'évaluation biologique est uniquement fait sur la Pétause, présente une qualité biologique moyenne. On dénombre peu de taxons et peu d'espèces sensibles (GI et VT moyen). La Pétause, située sous la zone industrielle de Romanel-sur-Lausanne, est régulièrement impactée par des rejets d'industries, expliquant sa qualité biologique moyenne. Les relevés du canton indiquent une biologie moyenne à dégradée sur l'ensemble du bassin versant, à l'exception de l'amont de la Mèbre (DIREV & DGE, 2018).

### **5. BV - Talent**

Le suivi biologique du Talent ayant été confié au canton, aucun relevé de faune n'a été effectué par l'entité CEP en 2020. L'amont du Talent, situé sur le territoire lausannois, est peu exposé aux pollutions et présente une faune

diversifiée de par sa situation en milieu forestier. Les relevés cantonaux, effectués à Montheron, ont obtenu une note très bonne en 2019.

La qualité biologique de ce cours d'eau se dégrade à l'aval, notamment à partir de St-Barthélémy, où la note IBCH est moyenne (DIREV & DGE, 2018).

#### **6. BV – Bressonne**

Le territoire de Lausanne ne couvrant que les sources de la Bressonne, il n'a pas possible d'y réaliser une évaluation IBCH. Les zones très en amont des bassins versants, appelées « sources », comportent une faune spécialisée qui diffère de celle vivant dans les rivières. L'indice IBCH n'est pas adapté à ce milieu. Toutefois, le canton de Vaud analyse la biologie de cette rivière, aux Cullayes. La note IBCH est très bonne. L'ensemble du bassin versant compte trois autres stations de monitoring cantonales (DIREV & DGE, 2018). Malgré sa localisation en milieu agricole, ce bassin versant obtient de bonnes à très bonnes notes biologiques. Il est l'un des bassins versants du Plateau où la biologie se porte le mieux.

## 6.4 Paramètres abiotiques : Ecomorphologie

### 6.4.1 SMG-Ecomorphologie

#### Méthode

Afin d'évaluer la partie hydrodynamique et morphologique du SMG, la méthode « Écomorphologie Niveau R » (OFFEP, 1998) est appropriée à l'échelle communale de Lausanne.



- Variabilité de la largeur du lit mouillé
- Aménagement du fond du lit
- Renforcement du pied de berge
- Largeur et nature des rives

La méthode préconise de parcourir l'ensemble du linéaire des cours d'eau et d'effectuer une évaluation basée sur quatre critères. Une fiche type permet d'attribuer les points, par critère, selon des observations effectuées dans le cours d'eau (Annexe 9). En plus de cette évaluation de l'état du lit et des berges, il est recommandé de réaliser un inventaire des obstacles (seuils, barrages, rampes, etc.) qui perturbent la libre circulation des organismes aquatiques (Zeh Weissmann, et al., 2009).

Le cours d'eau est segmenté en tronçons (au minimum 25 mètres de long), réparti en cinq classes de qualité selon le nombre de points octroyés (Tableau 6). Les obstacles à la libre migration des organismes aquatiques (connectivité amont-aval) sont décrits brièvement selon leur importance. Les résultats sont représentés par cartographie à l'échelle 1:25'000. Des statistiques des kilomètres linéaires canalisés ou naturels, ainsi que du nombre d'obstacles peuvent être extrapolées par la suite.

Tableau 6 : Classes de qualité de la méthode SMG pour l'évaluation de l'écomorphologie

Points	Classe		Représentation	Objectif qualité
0-1	I	Naturel/semi-naturel	Trait bleu	Atteint
2-5	II	Peu atteint	Trait vert	
6-9	III	Très atteint	Trait jaune	Non atteint
10-12	IV	Non naturel / artificiel	Trait rouge	
13	V	Mis sous terre	Trait violet	

Cet indice permet, d'une part, d'interpréter les résultats biologiques. Une morphologie dégradée réduit la diversité des habitats aquatiques disponibles (uniformisation de la profondeur et hauteur d'eau dans la rivière, diminution du nombre de substrats), ce qui a péjore la macrofaune. D'autre part, l'appréciation écomorphologique permet d'identifier les tronçons les plus dégradés et ainsi prioriser des mesures de revitalisation.

Le linéaire retenu pour les relevés est le cheminement naturel et historique des cours d'eau lausannois, qui diffère quelque peu de celui où coulent actuellement l'eau des rivières. Cela concerne le Flon et la Louve, dont le tracé historique traverse la ville de Lausanne. Seules les rivières principales du réseau hydrographique lausannois ont été prospectées en 2020, sur un total de 51,4 km (Annexe 10).

## Résultat et analyse

66% du linéaire lausannois est naturel ou peu atteint, répondant à l'objectif de qualité. 12% sont très atteints, 1% est artificiel et 21% est mis sous terre (Figure 15).

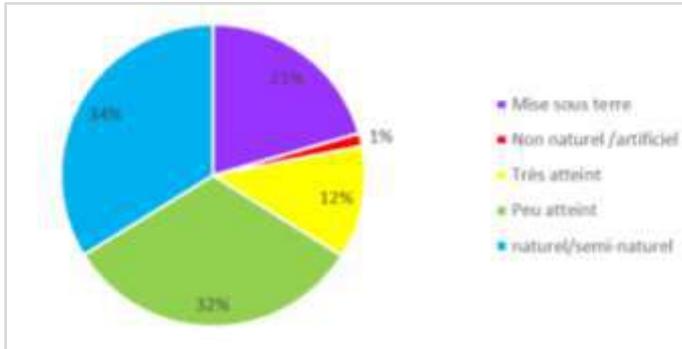


Figure 15: Résultats 2020 de l'évaluation écomorphologique pour l'ensemble des cours d'eau principaux selon la méthode SMG - Ecomorphologique

Les cours d'eau, dont la majeure partie de leur linéaire est situé en forêt, sont peu aménagés. C'est le cas notamment de la Chandelar, du Pierre Ozaire, du Flon Morand, de la Mère, du Talent et de la Bressonne. Ces cours d'eau comptent uniquement des aménagements ponctuels. Les bassins versants de la Vuachère et de la Louve, situés en milieu urbain, sont les plus atteints. La Louve et le Flon présente les plus hauts taux de mise sous terre (Figure 16).

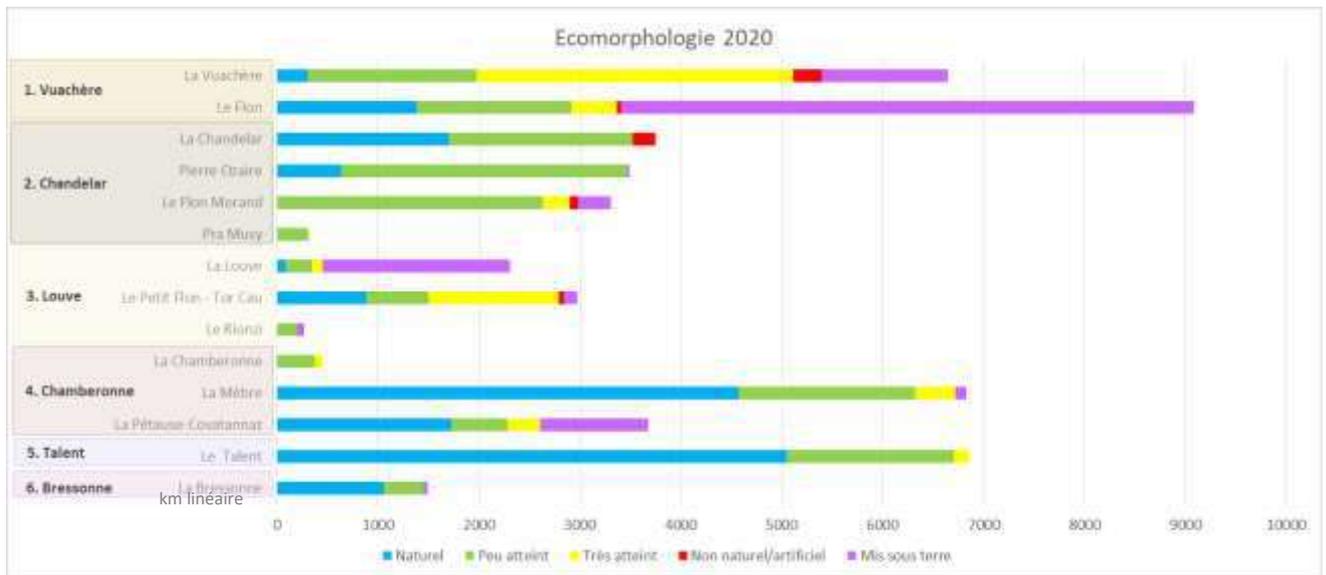


Figure 16 : Résultats 2020 de l'évaluation écomorphologique par cours d'eau principaux selon la méthode SMG-Ecomorphologique

L'ancien tracé de la Louve traversait autrefois la Ville de Lausanne depuis le dépôt TL de la Borde jusqu'à la Place Pépinet où elle se jetait dans le Flon. Le Flon cheminait autrefois dans la capitale vaudoise. Il recevait les eaux de la Louve à la Rue Centrale, puis ceux du Galicien à la Vallée de la Jeunesse avant de déboucher dans le Léman à la Plaine de Vidy. Utilisé actuellement comme collecteurs d'eaux mixtes, les tracés historiques de ces cours d'eau ont été enterrés au XIX<sup>e</sup> siècle. Les eaux du Flon ont été dérivé artificiellement dans la Vuachère en 1996 et ceux de la Louve débouche directement dans le Léman, au large du port de Vidy, via une conduite forcée.

La Vuachère comporte plusieurs mises sous terre ponctuelles, dont celles de Perraudettaz, de Chailly et sous l'autoroute à Valmont. Le reste du linéaire est très atteint, nécessitant des travaux de revitalisation.

L'aménagement des cours d'eau s'est majoritairement opéré à Lausanne dans les zones urbanisées afin de limiter le risque d'inondations lors de crues et gagner des zones à bâtir. La législation pour la protection des eaux ayant changé d'orientation en 1991, elle encourage actuellement la réhabilitation d'une morphologie naturelle des cours d'eau, permettant de contenir plus efficacement les crues de grandes ampleurs et favorisant la biodiversité. Les tronçons à revitaliser se situent donc à Lausanne principalement dans les zones urbaines. Paradoxalement, de telles mesures ne sont pas possibles partout, l'agrandissement de la largeur du cours d'eau étant restreinte par les habitations existantes.

## 6.5 Paramètres abiotiques : Chimie de l'eau

Les apports et la gravité des pollutions dans les cours d'eau varient selon la météo et les périodes d'activités anthropiques susceptibles de polluer les eaux (ex : lessivage des zones imperméables, épandage d'engrais, traitement aux pesticides, bétonnage, STEP, etc.). De manière générale, les pics de pollution ont lieu lors d'épisodes de pluie avec la saturation des réseaux d'assainissement (pollution aux eaux usées) et le lessivage des terres agricoles (pollution aux intrants agricoles). Si l'on mesure des concentrations de substances, on notera également des pics de pollution lors des périodes de sécheresse (débits d'étiage). Des mesures de concentration de substances à des points précis et ponctuels sont rarement représentatives de ces milieux très dynamiques. Des échantillonnages en continu sur des durées d'une à deux semaines permettent d'obtenir des résultats plus représentatifs mais impliquent des coûts plus élevés (Kunz, et al., 2016). Par habitude, la qualité des cours d'eau est évaluée avec des paramètres physiques et chimiques qui décrivent l'eau. Toutefois, comme développé au chapitre précédent (6.3), les paramètres biologiques reflète mieux l'état général des cours d'eau. La mesure de paramètres physiques et chimiques est complémentaire et permet de connaître plus précisément le type de pollution.

Les prélèvements d'eau dans les cours d'eau lausannois ont débuté en février 2019, sur 10 stations. Afin de couvrir l'ensemble des BV de Lausanne, 12 stations ont été ajoutées à partir de juillet 2019. Les 22 stations sont numérotées de l'aval à l'amont des BV. En 2020, l'échantillonnage a continué sur les 22 stations jusqu'en août. A partir de septembre 2020, Les stations 5, 7, 16, 18, 20 ont été écartées du suivi (Annexe 4). Ces stations étaient trop proches d'autres stations lausannoises ou cantonales vaudoises et donc peu utiles pour le suivi. Les résultats présentés dans ce rapport sont issus des données récoltées entre juillet 2019 et août 2020 pour les stations 5, 7, 16, 18, 20, et entre janvier et décembre 2020 les stations conservées pour le suivi à long terme (Tableau 7).

Tableau 7 : Liste des 22 stations de prélèvements avec le BV correspondant utilisées le suivi de la qualité physico-chimiques de l'eau. Période d'échantillonnages 2019 et 2020.

Bassin versant	N° Station	Cours d'eau et nom station	Période d'échantillonnage 2019	Période d'échantillonnage 2020	Données utilisées en 2020
1. Vuachère	1	Vuachère - Denantou	Février - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	2	Vuachère - Chailly	Juillet - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	3	Vuachère - Valmont	Février - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	4	Flon - Tridel	Février - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	5	Flon - Les Montenaillies*	Juillet - Novembre	Janvier - Août	Juillet 2019 - Août 2020
	6	Flon - Les Liaises	Juillet - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
2. Chandelar	7	Chandelar - Bois de la Chenaule*	Juillet - Novembre	Janvier - Août	Juillet 2019 - Août 2020
	8	Chandelar - Grangette	Février - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	9	Pierre Ozaire - Pierre Ozaire	Juillet - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	10	Flon-Morand - Montblesson	Février - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	11	Flon-Morand - Nestlé	Juillet - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
3. Louve	12	Louve - Bois Mermet	Février - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	13	Rionzi - Borde - Bellevaux	Juillet - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	14	Petit Flon - Bois-Gentil	Juillet - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	15	Petit Flon - Tuilière	Février - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
4. Chamberonne	16	Chamberonne - Promenade de Vidy*	Février - Novembre	Janvier - Août	Juillet 2019 - Août 2020
	17	Mèbre - Bois d'en Bas	Juillet - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
	18	Mèbre - Biolettes*	Juillet - Novembre	Janvier - Août	Juillet 2019 - Août 2020
	19	Pétause - Vernand Bois Genoud	Février - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
5. Talent	20	Talent - Montheron*	Juillet - Novembre	Janvier - Août	Juillet 2019 - Août 2020
	21	Talent - Creux Gadin	Février - novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre
6. Bressonne	22	Bressonne - Ste-Catherine	Juillet - Novembre	Janvier - Décembre	Janvier - Décembre

\*Stations écartées du suivi de la qualité de l'eau des cours d'eau en août 2020

## 6.5.1 SMG – Chimie de l'eau, nutriments (macropolluants)



- Orthophosphates ( $PO_4^{3-}$ )
- Phosphore total
- Ammonium
- Nitrites
- Nitrates
- COD

### Méthode

La méthode SMG « Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau, analyses physico-chimiques, nutriments » (Liechti, 2010) décrit la qualité physico-chimique des cours d'eau en cinq classes de qualité, comme pour la biologie et l'écomorphologie. Ces classes de qualité sont établies avec des intervalles de concentrations de substances à analyser. La méthode se base principalement sur les exigences qualitatives de l'annexe de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, p. 42 à 44). Les sept nutriments (macroéléments, potentiellement macropolluants) : phosphore total, orthophosphates ( $PO_4^{3-}$ ), ammonium, nitrites, nitrates, carbone organique total et carbone organique dissous sont les substances retenues pour l'évaluation. Ces nutriments sont présents naturellement dans tous les cours d'eau. Toutefois, au-delà d'un certain seuil, les concentrations de ces nutriments sont anormales, dangereuses pour les écosystèmes et sont le reflet de pollutions issues des activités anthropiques (agriculture, évacuation des eaux urbaines, entretien des parcs urbains etc.). Les seuils chiffrés et utilisés pour l'évaluation sont en texte gras dans le tableau 8.

Tableau 8 : Classes de qualité de la méthode SMG chimie de l'eau, nutriments pour les 7 nutriments utilisés pour l'évaluation

P <sub>tot</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	COT	COD	Classe	Objectif de qualité
			Nitrite**							
			Si <10 mg/L Cl <sup>-</sup>	Si 10-20 mg/L Cl <sup>-</sup>	Si >20 mg/L Cl <sup>-</sup>					
[mg/L] non filtré	[mg-P/L]	[mg-N/L]	[mg-N/L]	[mg-N/L]	[mg-N/L]	[mg-N/L]	[mg/L]	[mg/L]		
<0,04	<0,02	<0,04	<0,01	<0,02	<0,05	<1,5	<2,5	<2	Très bon	Atteint
<0,07	<0,04	<0,2*	<0,02	<0,05	<0,10	<5,6*	<5	<4*	Bon	
<0,10	<0,06	<0,3	<0,03	<0,075	<0,15	<8,4	<7,5	<6	Moyen	Non atteint
<0,14	<0,08	<0,4	<0,04	<0,10	<0,20	<11,2	<10	<8	Médiocre	
≥0,14	≥0,08	≥0,4	≥0,04	≥0,10	≥0,20	≥11,2	≥10	≥8	Mauvais	
<b>0,07</b>	<b>0,04</b>	-	<b>0,05</b>			2	3 à 5	-	<b>Norme écologique recommandée alternative à la OEaux</b>	

\*Exigences qualitative de l'annexe 2 de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, p. 42 à 44), limite de la classe « bon/vert »

\*\*La note pour les nitrites dépend des concentrations en chlorure (Cl<sup>-</sup>) car la toxicité augmente pour la faune piscicole.

La limite de la classe « bon/vert » des orthophosphates ( $PO_4^{3-}$ ), est sévère car il s'agit de la partie du phosphore biodisponible qui représente généralement le principal facteur d'eutrophisation et le facteur limitant pour la croissance des algues. Historiquement, les normes strictes pour le phosphore ont permis de diminuer les apports par les STEP, les lessives et l'agriculture (Kunz, et al., 2016).

En ce qui concerne les composés azotés, la concentration en nitrates est un bon indicateur de pollution anthropique car il est stable dans l'environnement contrairement à l'ammonium et aux nitrites. La limite de la classe « bon/vert » des nitrates est fixée à 5,6 mg-N/L selon l'Oeaux pour les eaux superficielles servant à l'approvisionnement en eau potable. Cette teneur limite n'est pas adaptée pour une norme de qualité écologique pour les milieux naturels

aquatiques. Naturellement les cours d'eau du Plateau ne dépassent pas des teneurs de 1,5 mg-N/L. La méthode propose une norme de qualité écologique alternative de 2 mg-N/L.

Les concentrations de carbone organique mesurées doivent être interprétées en prenant en compte le contexte du BV du cours d'eau. En effet, les sources naturelles de carbone organique sont nombreuses (feuilles mortes, bois mort, zones marécageuses etc.). Il est normal de mesurer des concentrations élevées (>5 de COT mg/l) dans un cours d'eau entouré de milieu forestier par exemple. Lors de période d'averses, si des grandes différences sont mesurées entre les concentrations de COT et de COD, c'est un indice de pollution par une STEP saturée et/ou des terres agricoles lessivées.

Pour l'analyse de ces nutriments, un échantillonnage du type ponctuel doit être effectué douze fois par an, soit une fois par mois. Le 90<sup>e</sup> centile de toutes les concentrations mesurées sur les 12 mois est utilisé pour attribuer la classe de qualité au paramètre. Pour terminer, le paramètre le plus mal classé adjuge la note globale (Worst Case, exemple en annexe 11). Certaines données peuvent être écartées si elles ont été influencées par des événements exceptionnels tels que des sécheresses prolongées ou des crues inhabituelles.

## Résultats et analyse

La carte générale en annexe 12 présente les classes de qualité pour les nutriments obtenues en 2020 pour les 22 stations échantillonnées. Elle mentionne également les résultats des stations cantonales vaudoises concernant les bassins versants lausannois. L'ensemble des données utilisées pour l'évaluation des cours d'eau sont résumées par paramètres analysés et par stations dans les graphiques en annexe 13. Les 90<sup>e</sup> centile avec les notes attribuées à chaque paramètre et les notes globales des stations sont résumés dans le tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9 : Résultats 2020 de la l'évaluation chimique de l'eau selon la méthode SMG-Chimie de l'eau, nutriments par station : 90<sup>e</sup> centile, évaluation correspondante et note globale (Worst-Case)

		P <sub>tot</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	COT	COD	NOTE GLOBALE	
		Phosphor total	Orthophosphates	Ammonium	Nitrite	Nitrate	Carbone organique total	Carbone organique dissous		
		[mg/L] non filtré	[mg/L P]	[mg/L]	[mg/L N]	[mg/L N]	[mg/L]	[mg/L C]		
Limite des classes bon(vert) à moyen(jaune)		0,07	0,04	0,2	0,05	5,6	5	4		
1. Vuachère	1	Vuachère - Denantou	0,136	0,059	0,115	0,027	2,18	4,1	2,5	
	2	Vuachère - Chailly	0,152	0,060	0,114	0,023	1,89	4,9	2,6	
	3	Vuachère - Valmont	0,151	0,103	0,406	0,077	1,91	3,9	2,8	
	4	Flon - Tridel	0,085	0,052	0,099	0,020	1,82	2,7	2,6	
	5	Flon - Les Montenaillies*	0,060	0,053	0,100	0,021	1,58	10,0	2,9	
	6	Flon - Les Liaises	0,047	0,024	0,009	0,003	1,08	2,4	2,8	
2. Chandelar	7	Chandelar - Bois de la Chenaule*	0,070	0,051	0,017	0,005	1,90	9,2	2,7	
	8	Chandelar - Grangette	0,075	0,037	0,019	0,004	2,29	3,3	2,7	
	9	Pierre Ozaire - Pierre Ozaire	0,107	0,067	0,088	0,011	0,97	4,9	4,2	
	10	Flon-Morand - Montblesson	0,084	0,021	0,044	0,017	1,51	4,5	2,8	
	11	Flon-Morand - Nestlé	0,061	0,028	0,084	0,061	1,42	4,4	2,5	
3. Louve	12	Louve - Bois Mermet	0,090	0,052	0,142	0,044	4,01	3,1	3,0	
	13	Rionzi - Borde - Bellevaux	0,162	0,098	0,546	0,180	3,60	2,9	2,9	
	14	Petit Flon - Bois-Gentil	0,094	0,053	0,097	0,049	4,11	3,1	3,0	
	15	Petit Flon - Tuilière	0,088	0,037	0,034	0,009	5,02	3,0	3,1	
4. Chamberonne	16	Chamberonne - Promenade de Vidy*	0,070	0,034	0,073	0,039	3,33	16,3	2,5	
	17	Mèbre - Bois d'en Bas	0,084	0,056	0,026	0,036	5,65	3,7	3,2	
	18	Mèbre - Biolettes*	0,263	0,213	0,145	0,078	9,48	41,9	3,6	
	19	Pétause - Vernand Bois Genoud	0,101	0,058	0,106	0,031	4,97	2,5	2,6	
5. Talent	20	Talent - Montheron*	0,052	0,035	0,020	0,005	1,71	12,4	5,1	
	21	Talent - Creux Gadin	0,050	0,020	0,013	0,002	0,56	6,7	6,4	
6. Bressonne	22	Bressonne - Ste-Catherine	0,079	0,015	0,064	0,005	1,36	9,1	8,9	

\*Stations écartées du suivi de la qualité de l'eau des cours d'eau en août 2020

## 1. BV - Vuachère

Six stations de prélèvement se trouvent sur ce BV (Figure 17). Trois sont situées sur la Vuachère et trois sur le Flon.

Les analyses d'orthophosphates et de phosphore total ont régulièrement dépassé la norme recommandée (limite de la classe « bon/vert » SMG) sur l'ensemble de la Vuachère et sur la partie inférieure du Flon (station n°4 et 5). Le haut du Flon (station n°6) a obtenu des classes de qualité « bon/vert » et présente des concentrations nettement meilleures que sur le reste du BV.

Les concentrations d'ammonium et de nitrite à l'amont de la Vuachère (station n°3) ont régulièrement dépassé la norme recommandée. Les nitrates restent dans la norme selon l'OEaux et la norme alternative de 2 mg-N/L dans l'ensemble du BV.

Pour le carbone organique dissous et total, aucun relevé ne semble alarmant pour ce BV.

Globalement ce bassin versant, selon les relevés de 2020, a relevé des fortes concentrations en nutriments dans sa partie moyenne et inférieure, ce qui indique la présence régulière d'eaux usées notamment à l'amont de la Vuachère. Les cours d'eau de ce bassin versant ne remplissent pas leur fonction écologique. Seule la partie supérieure du Flon présente une bonne qualité selon cette méthode d'analyse des nutriments.

Une station cantonale vaudoise de mesure de la qualité de l'eau se situe sur le Flon proche de la station (n°5). Cette station indique une qualité « médiocre/orange » dû à des excédents de phosphate, comme pour la station lausannoise (DIREV & DGE, 2018).

## 2. BV - Chandelar

Cinq points de prélèvement sont répartis sur le BV (Figure 18).

Les concentrations de phosphore total ont dépassé la norme qualitative recommandée sur la Chandelar, le Pierre Ozair et le bas du Flon-Morand (station n°10). Des apports naturels de phosphore, très peu biodisponibles, peuvent expliquer la note « moyen/jaune » de phosphore total. Contrairement aux orthophosphates qui contribuent à l'eutrophisation des cours d'eau, ces concentrations n'impactent pas l'écosystème aquatique (Kunz, et al., 2016).

Pour l'orthophosphate ( $PO_4^{3-}$ ), les classes de qualité « moyen/jaune » et « médiocre/orange » sur les stations de la Chandelar et du Pierre Ozair indique un surplus de ces nutriments.

Le carbone organique dissous et total ne révèle pas d'anomalie sur ce BV.

La qualité des eaux de ce BV, selon les relevés de 2020, est meilleure que celui de la Vuachère, mais semble parfois impactée par des pollutions. Pour avoir une meilleure description de son état et identifier les causes de pollutions, il est nécessaire d'obtenir plus de données sur plusieurs années.

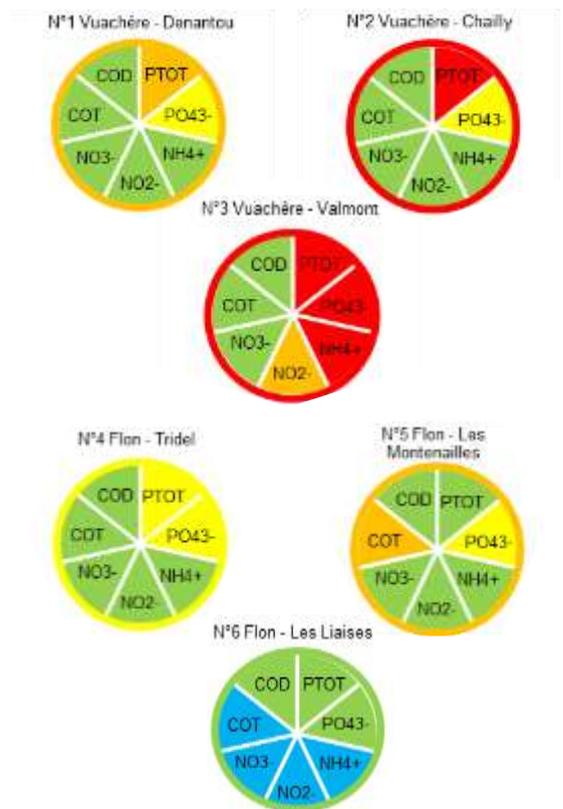


Figure 17 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 1 BV-Vuachère

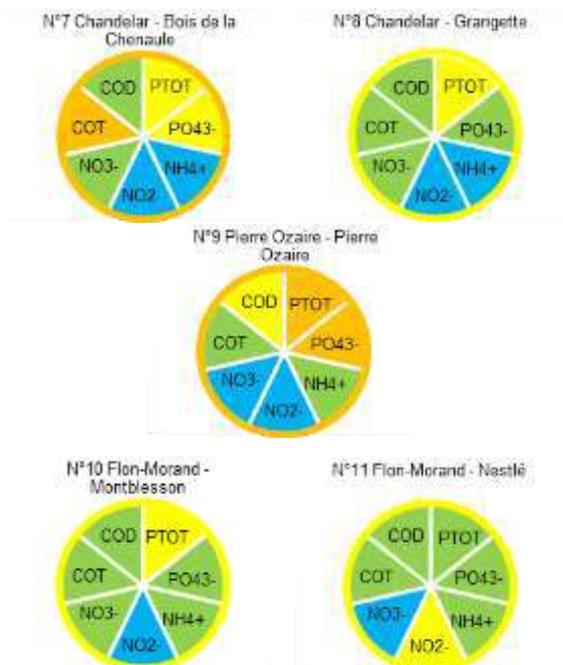


Figure 18 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 2 BV-Chandelar

### 3. BV - Louve

Sur ce BV, quatre stations de prélèvement sont réparties (Figure 19).

Les concentrations de phosphore total et d'orthophosphates mesurées ont dépassé régulièrement la norme de qualité sur tout le BV. Le Rionzi était toujours largement et régulièrement au-dessus des recommandations.

Pour les composants azotés, les concentrations d'ammonium et de nitrites enregistrées dans le Petit-Flon sont conformes et la note attribuée est « très bon/bleu » et « bon/vert ». Pour le Rionzi, qui influence la Louve, ces deux nutriments dépassent presque chaque mois les concentrations de la classe « bon/vert ». Des pics d'ammonium et de nitrites de 0,6 mg-N/L et 0,2 mg-N/L ont été enregistrés durant l'année 2020. Les résultats d'analyse de nitrates respectent la norme de l'OEaux mais dépassent 2 mg-N/l.

Les teneurs élevées de nutriment indiquent que des eaux usées sont continuellement déversées dans le Rionzi qui pollue par conséquent la Louve.

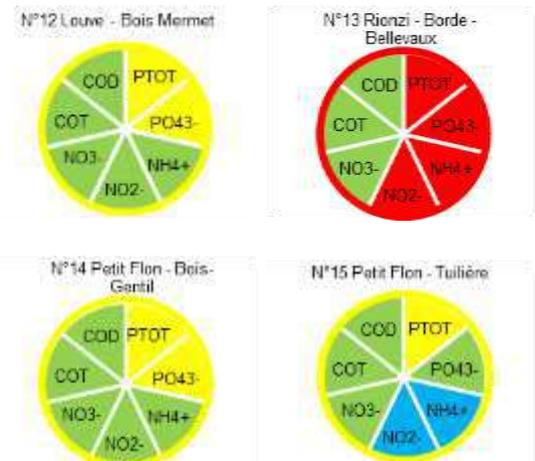


Figure 19 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 3 BV-Louve

### 4. BV - Chamberonne

Quatre stations sont réparties sur ce BV qui est divisé en 3 cours d'eau (Figure 20).

Les concentrations des éléments phosphore total et orthophosphates ont dépassé la norme régulièrement sur ce BV notamment sur la station en amont de la Mèbre (station N°18).

Pour l'ammonium, tout le BV est dans la norme. Les classes de qualité SMG sont au minimum « bon/vert ». Pour le nitrite et le nitrate, la note n'atteint pas les classes de qualité acceptables surtout sur la Mèbre.

Des pics de carbone organique total (46,6 et 39,9 mg/l) ont été enregistrés sur la Mèbre qui a ensuite pollué la Chamberonne.

La Mèbre est le seul cours d'eau de Lausanne comportant des rejets de STEP. Le rejet de la STEP de Cugy en amont de la station de prélèvement n°18 peut expliquer les pics de nitrites, nitrates et carbone organique total enregistrés. L'ammonium rejeté par la STEP va rapidement se transformer en nitrites puis en nitrates dans l'environnement (processus de nitrification). L'utilisation des sols, pour l'agriculture intensive, peut également expliquer les teneurs élevées mesurées dans la station amont de la Mèbre. Les concentrations en nitrates et en orthophosphates restent trop élevées jusqu'au point de prélèvement n°17 en aval.

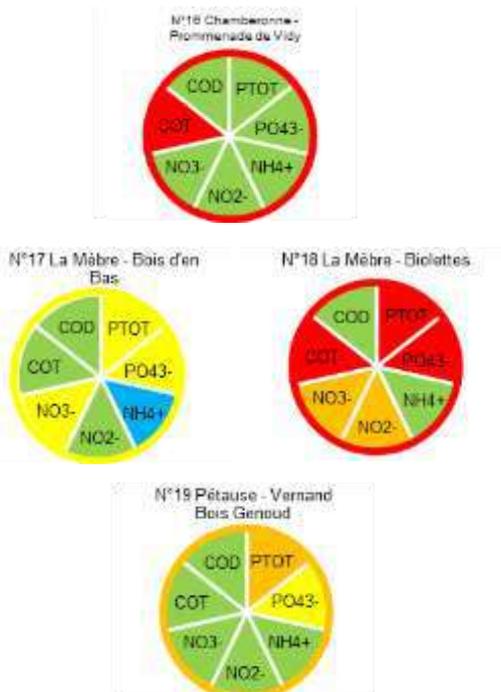


Figure 20 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 4 BV-Chamberonne

Il est important de noter que la station de prélèvement sur la Chamberonne (station n° 16) est située en dessous du rejet d'eaux de refroidissement des bâtiments EPFL et UNIL (Annexe 3) (DIREV & DGE, 2018). Cette eau pompée du Léman est rejetée dans la Chamberonne et dilue les concentrations des substances mesurées, ce qui a pour effet d'améliorer artificiellement la note de qualité de la chimie de l'eau.

Selon les inspecteurs de la protection des eaux de l'unité rivière et ouvrages visitables, le ruisseau « Le Lavaux » déverse des eaux usées dans la Pétause au niveau de la station de prélèvements n°19, ce qui pourrait expliquer, entre autres, les concentrations en nutriments et la mauvaise note attribuée en 2019.

Cinq stations du canton de Vaud pour l'analyse de la chimie de l'eau se trouvent sur ce BV. Elles indiquent toutes des résultats « mauvais/rouge » sauf la station en amont de l'UNIL, qui indique une qualité « moyenne/jaune » comme la station lausannoise n°16.

### 5. BV - Talent

Ce BV est composé d'un seul cours d'eau et de deux stations de prélèvements (Figure 21).

Ce cours d'eau a obtenu la meilleure évaluation des rivières lausannoises. La grande proportion de COD et COT mesurée peut être d'origine naturelle (décomposition de végétaux, marais connecté, biologie active, etc.) et difficilement dégradable ; ceci n'impacte pas le milieu naturel aquatique (Liechti, 2010). Ces notes qui dépassent la norme peuvent donc être expliquées par l'environnement forestier du cours d'eau.

Une station du canton de Vaud est proche de la station lausannoise n°20 et indique une classe de qualité « moyenne/jaune » (DIREV & DGE, 2018).

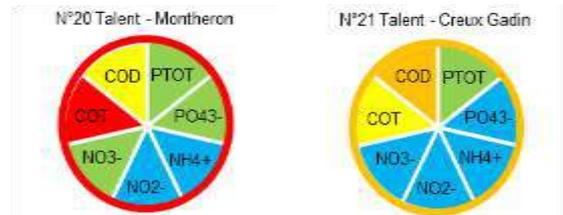


Figure 21 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 5 BV-Talent

### 6. BV - Bressonne

Une seule station est placée sur ce BV dont seules les sources de la Bressonne sont concernées par la commune de Lausanne (Figure 22).

Les concentrations en orthophosphates ont obtenu une note « très bon/bleu » et le phosphore total une note « moyen/jaune ». Toutefois, il s'agit d'un petit cours d'eau avec un faible débit qui va peu diluer les nutriments. De plus, l'origine de ce phosphore peut être naturelle et faiblement dangereuse pour l'écosystème.

Les concentrations élevées de COT et le COD peuvent probablement être expliquées avec les mêmes raisons. La zone de source de ce cours d'eau est majoritairement forestière comme sur le Talent.

L'évaluation de cette source sera plus précise avec l'arrivée d'autres résultats d'analyse mais l'on peut déjà certifier que cette petite partie du BV de la Bressonne est peu atteint par les activités anthropiques.



Figure 22 : Résultats SMG-Chimie de l'eau, nutriments : 6 BV-Bressonne

## 6.5.2 SMG - Micropolluants inorganiques (métaux lourds)

Les micropolluants inorganiques dans les cours d'eau sont représentés par les métaux lourds. Ils sont présents en concentrations très faibles, de l'ordre du microgramme par litre, contrairement aux nutriments.

En 2019, une évaluation, selon la méthode SMG, a été effectuée sur six métaux lourds: Plomb, Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Zinc (Service de l'eau, 2019). Le rapport et les données sont disponibles sur demande auprès de l'entité cours d'eau et pollution. En résumé, sur les bassins versant Vuachère, Louve et Chamberonne, tout les cours d'eau étaient au-delà des normes concernant le Cuivre et le Zinc. Le Flon Morand était également en deçu des seuils pour ces deux métaux lourds et le Chrome. L'origine de ces pollutions ne peut pas être précisément déterminée avec les données relevées en 2019. Les sources potentielles sont les matériaux qui composent les systèmes d'évacuation des eaux claires (toitures, chenaux) et les voies de circulations (routes, chemins de fers). Des apports plus diffus peuvent également provenir de l'agriculture (Kunz, et al., 2016) (OFEV & OFAG, 2012).

La méthode préconise d'effectuer cette évaluation tous les 5 à 10 ans. En 2020, aucune analyse de micropolluants inorganiques n'a été effectuée.

### 6.5.3 Micropolluants organiques (composé traces organiques)

Les composés de traces organiques, appelés aussi micropolluants organiques, préoccupent de plus en plus. Ces substances sont présentes dans les eaux de surface. Même en faibles concentrations ( $\mu\text{g/l}$  ou  $\text{ng/l}$ ), elles sont nuisibles pour l'environnement (Gälli, et al., 2009).

Pour la Ville de Lausanne, la surveillance régulière de la qualité chimique des cours d'eau est assurée avec la méthode du module « Chimie de l'eau, nutriments » du SMG. Une étude des micropolluants organiques peut être réalisée pour mettre en évidence une amélioration de la qualité d'un cours d'eau à la suite de mesures correctives.

Le SMG ne propose pas de méthode standardisée pour l'appréciation des micropolluants organiques car il n'existait pas de base légale jusqu'en avril 2020 (modification de l'Oeaux). Les références recommandées dans le domaine sont pour l'instant les publications de Götz et al. (2011)<sup>2</sup> et de Wittmer et al. (2014)<sup>3</sup>. Les méthodes proposées par ces deux publications n'ont pas encore pu être appliquées en 2020 à Lausanne.

Afin d'apporter rapidement des résultats, la totalité des micropolluants organiques, détectables par le laboratoire du Service de l'eau, ont été analysés dans les échantillons d'eau prélevés en 2019 (5 à 9 mois de prélèvement sur 22 stations). Les résultats sont disponibles dans la version du rapport 2019 (Service de l'eau, 2019), disponible sur demande auprès de l'entité cours d'eau et pollution. Les résultats de 2019 ont permis de mettre en évidence la présence d'eaux usées non traitées dans 3 bassins versants : Vuachère, Louve, Chamberonne et dans le Flon Morand. 20 des 88 pesticides organiques analysés en 2019 ont dépassé la norme de l'Oeaux ( $0,1 \mu\text{g/l}$ ). La source de ces pesticides organiques détectés dans les cours d'eau lausannois ne peut pas être définie.

---

<sup>2</sup> Système d'évaluation de la qualité des eaux au vu des composés traces organiques issues de l'assainissement communal

<sup>3</sup> Micropolluants - Stratégie d'évaluation pour les micropolluants de sources non ponctuelles



## **1. BV - Vuachère**

Le bassin versant de la Vuachère présente une qualité très contrastée entre la rivière La Vuachère et le Flon. En effet, la Vuachère est affectée par les pollutions dès sa source, dans la région de Valmont. Le phosphore et l'ammonium dépassent les normes de qualité. La biologie s'en retrouve impactée, particulièrement en amont où la biomasse est très faible. La qualité générale reste insatisfaisante sur l'ensemble du linéaire, situé entièrement en milieu urbain. Les sources de pollution sont multiples : rejets d'eaux claires, collecteurs d'eaux usées dans le lit. Les berges du cours d'eau sont stabilisées par des enrochements et ponctuellement voûtés sous des routes ou des habitations.

Le Flon, en revanche, présente une bonne qualité biologique et chimique en tête de bassin versant. Situé dans les forêts du Jorat, ce secteur est peu exposé aux pollutions. Une dégradation progressive de la qualité vers l'aval est observée. Cette altération est corrélée avec une augmentation des surfaces urbaines. Le tracé historique du Flon est fortement altéré sous la Ville de Lausanne car entièrement enterré, l'eau de la rivière n'y passant plus depuis la déviation du Flon dans la Vuachère.

## **2. BV – Chandelar**

Le bassin versant de la Chandelar obtient globalement une note satisfaisante. La Chandelar, situé en zone forestière, n'est pas sujette aux pollutions. Les taux élevés en phosphore et carbone ont une origine naturelle : la dégradation de la matière organique. L'amont du Flon Morand présente des traces de pollutions visibles par un taux élevé de nitrates. La pollution se dilue à l'aval, la qualité chimique y est satisfaisante. La biologie, classée bonne, n'est pas impactée. L'écomorphologie des cours d'eau est majoritairement naturelle à peu atteint.

## **3. BV – Louve**

Le bassin versant de la Louve présente une qualité générale moyenne, non satisfaisante selon le SMG. La qualité chimique se dégrade entre l'amont, en bordure d'agglomération et à l'aval, au centre-ville de Lausanne. La densité d'habitations influence négativement la qualité des cours d'eau, se traduisant par une augmentation des nutriments. Le Rionzi détient la qualité la plus mauvaise, la majorité des paramètres étant classés comme mauvais.

## **4. BV – Chamberonne**

Le bassin versant de la Chamberonne est affecté par les pollutions dès l'amont. Suivi par le canton, La Mèbre présente, en tête de bassin versant, une bonne qualité biologique. Cette dernière se dégrade vite vers l'aval en raison des rejets des STEP de Cugy et de Morrens. La qualité chimique de la Mèbre est sur l'ensemble de son linéaire moyenne à mauvaise. La Pétause, en aval de la zone industrielle de Romanel-sur-Lausanne, contient une charge élevée en phosphore. La qualité chimique s'améliore à la Chamberonne grâce au refoulement des eaux de refroidissement de l'EPFL qui diluent la charge en polluants dans la rivière.

## **5. BV – Talent**

Le bassin versant du Talent est très peu impacté par les pollutions. L'amont du bassin versant lausannois, situé en zone forestière, possède une bonne qualité biologique et chimique. L'écomorphologie est naturelle. La rivière quitte la commune à Montheron s'écoulant vers la ville d'Orbe. Suivi par le canton, les résultats chimiques et biologiques montrent une importante dégradation à partir de Bretigny-sur-Morrens en raison des rejets de STEP de l'AET à Bretigny-sur-Morrens, de Bottens et de Morrens-Talent (Annexe 3).

## **6. BV - Bressonne**

La qualité du bassin versant de la Bressonne est bonne. Les taux élevés en carbone, mesurés aux sources, sont d'origine naturelle. Aucun déversement ou collecteurs n'affecte le cours d'eau à cet endroit. Le reste du bassin versant est analysé par le canton de Vaud. Malgré une forte activité agricole, l'état général du cours d'eau est bon sur l'ensemble de son linéaire (DIREV & DGE, 2018).

Pour le cas lausannois, la principale cause de pollution des rivières est liée aux réseaux d'assainissement urbain : erreurs de raccordement, défauts d'usure, débordements du réseau en cas d'orage (déversoirs), rejets de STEP,

déversements accidentels dans les grilles d'eaux claires, etc. Plus la densité d'urbanisation augmente, plus ces problèmes se multiplient et plus la qualité de l'eau se dégrade.

## 6.7 Evolution de la qualité des cours d'eau 2016-2020

Le suivi a débuté en 2016 pour l'aspect biologique, en 2020 pour l'aspect morphologique (relevé ponctuel) et en 2019 pour l'aspect chimique de l'eau. Les analyses biologiques et chimiques effectuées jusqu'à maintenant ne permettent pas de décrire, s'il y en a, des tendances évolutives de la qualité des cours d'eau. L'ensemble des données sont compilées par BV dans l'annexe 14.

### 6.7.1 SMG – IBCH

Les résultats biologiques sont dans l'ensemble restés stables entre 2019 et 2020, avec des résultats moyens à bons (Tableau 11). Le monitoring étant relativement récent, il n'est pas possible pour l'heure d'établir des tendances sur deux campagnes de mesures.

Néanmoins, une amélioration de la qualité biologique du Flon Morand a été observée entre 2019 et 2020. La classe de qualité est passée de moyen à bon, remontant ainsi au stade de 2017. Malgré sa localisation dans un environnement forestier, ce cours d'eau est soumis à des pollutions ponctuelles.

La biologie du Flon à l'aval a diminué entre 2019 et 2020, passant de bon à moyen à la station Vivarium. Malgré cette variation importante de la note observée pour cette station, il n'est pas possible à ce stade d'en tirer des conclusions, en raison d'un changement d'opérateur entre ces deux campagnes (DGE vs Lausanne).

Tableau 11 : Evolution de la qualité biologique des cours d'eau entre 2016-2020

Bassin versant	Cours d'eau	Station	2016	2017	2018	2019	2020	
							IBCH	Biomasse [g/m <sup>2</sup> ]
1. Vuachère	Vuachère	Denantou	0,42		0,48	0,42	0,48	4,2
	Vuachère	Valmont	0,42		0,58	0,42	0,37	18
	Flon	Tridel		0,74		0,53		
	Flon	Vivarium				0,74*	0,53	19,9
	Flon	Les Liaises					0,63	6,9
2. Chandelar	Chandelar	Pra Fondra		0,69		0,69	0,74	17,8
	Flon-Morand	Montblesson		0,74		0,53	0,63	16,9
3. Louve	Louve	Bois-Mermet	0,37		0,48	0,48	0,42	30,8
	Petit Flon	Tuilière	0,69		0,58	0,53	0,48	7,1
4. Chamberonne	Chamberonne	Promenade de Vidy		0,37		0,42		
	Pétause	Taulard	0,58		0,53	0,42	0,53	11,8
5. Talent	Talent	Refuge forestier		0,74		0,74		
6. Bressonne	Bressonne	Pas d'évaluation						

 Evaluation faite par l'entité Evacuation et protection des eaux (EPE)

\* Evaluation faite par la DGE-PRE

## 6.7.2 SMG – Ecomorphologie

Le premier relevé détaillé de l'écomorphologie des cours d'eau lausannois a eu lieu en 2020. Les changements de la morphologie des cours d'eau, qui pourrait impliquer un changement de la note écomorphologie sur les tronçons, sont ponctuels et impliquent généralement une revitalisation ou des travaux.

## 6.7.3 SMG – Chimie de l'eau, nutriments

Une tendance évolutive pourra être discernée avec environ 5 ans de prélèvements effectués dans les cours d'eau. Si des mesures sont prises pour résoudre les pollutions, notamment celles aux eaux usées, cette évaluation chimique de l'eau pourra attester de l'amélioration de la qualité des cours d'eau.

Tableau 12 : Evolution de la qualité chimique de l'eau des cours d'eau depuis 2019

			2019*	NOTE GLOBALE 2020	Commentaires	Evolution**
1. Vuachère	1	Vuachère - Denantou	Mauvais		Grave pollution aux eaux usées	-
	2	Vuachère - Chailly	-		Grave pollution aux eaux usées	-
	3	Vuachère - Valmont	Mauvais		Grave pollution aux eaux usées + source de cours d'eau dont faible débit	-
	4	Flon - Tridel	Médiocre		Grave pollution aux eaux usées	-
	5	Flon - Les Montenaillies	-		Grave pollution aux eaux usées	-
	6	Flon - Les Liaises	-		Très bonne qualité générale de l'eau	-
2. Chandelar	7	Chandelar - Bois de la Chenaule	-		Excédant de COD et le P <sub>tot</sub> mais d'origine naturelle, bonne qualité générale de l'eau	-
	8	Chandelar - Grangette	bon		Excédant de P <sub>tot</sub> mais d'origine naturelle, bonne qualité générale de l'eau	-
	9	Pierre Ozaire - Pierre Ozaire	-		Pollution orthophosphates de source inconnue, petit cours d'eau avec un faible débit, bonne qualité générale de l'eau	-
	10	Flon-Morand - Montblesson	bon		Problème ponctuel d'eaux usées	-
	11	Flon-Morand - Nestlé	-		Problème ponctuel d'eaux usées	-
3. Louve	12	Louve - Bois Mermet	médiocre		Pollution aux eaux usées	-
	13	Rionzi - Borde - Bellevaux	-		Grave pollution aux eaux usées	-
	14	Petit Flon - Bois-Gentil	-		Problème ponctuel d'eaux usées	-
	15	Petit Flon - Tuilière	moyen		Problème ponctuel d'eaux usées	-
4. Chamberonne	16	Chamberonne - Promenade de Vidy	moyen		Les données de la qualité de l'eau sont peu fiables, car dilution avec de l'eau du Léman	-
	17	Mèbre - Bois d'en Bas	-		Grave pollution aux eaux usées	-
	18	Mèbre - Biolettes	-		Grave pollution aux eaux usées (STEP à proximité)	-
	19	Pétause - Vernand Bois Genoud	mauvais		Pollution aux eaux usées	-
5. Talent	20	Talent - Montheron	-		Excédant de COT et COD mais d'origine naturelle, bonne qualité générale de l'eau	-
	21	Talent - Creux Gadin	bon		Excédants de COT et COD mais d'origine naturelle, bonne qualité générale de l'eau	-
6. Bressonne	22	Bressonne - Ste-Catherine	-		Excédant de P <sub>tot</sub> , COT et COD mais d'origine naturelle, petit cours d'eau avec faible débit, bonne qualité générale de l'eau	-

\*La note globale n'a pas pu être calculée car il n'y a eu que 9 prélèvements en 2019 et sur 10 stations uniquement

\*\* Evaluation de la tendance évolutive après 5 ans d'échantillonnage

## 6.8 Perspectives d'évaluation de la qualité des cours d'eau 2021-2024

Le tableau 13 décrit les futures actions du Service de l'eau pour l'évaluation de la qualité des cours d'eau lausannois.

Tableau 13 : Récapitulatif des perspectives d'évaluation de la qualité des cours d'eau

Evaluation	Méthode	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Biologique</b>	SMG niveau R-IBCH	10 stations	9 <sup>1</sup> stations	10 <sup>3</sup> stations	10 stations	10 stations	10 stations
<b>Morphologique</b>	SMG niveau R-écomorphologie	-	Présentation des résultats (tronçons)	Présentation des résultats (obstacles)	Présentation des tronçons pour la renaturation	-	-
<b>Chimique de l'eau, nutriments</b>	SMG niveau R – Chimie de l'eau, nutriments	10 stations (sans note globale)	22 <sup>2</sup>	17 <sup>4</sup>	17	17	17
<b>Chimique de l'eau, micropolluants inorganiques</b>	SMG niveau R – Chimie de l'eau, nutriments	10	-	-	-	-	17
<b>Chimique de l'eau, micropolluants organiques</b>	Basé sur des rapports experts	22 (pré-étude)	Station cible à définir	Station cible	Station cible	Station cible	Station cible

<sup>1</sup> 3 stations ont été supprimées et 2 ajoutées au suivi en 2020

<sup>2</sup> 12 stations ont été ajoutées au suivi en 2019 et ont pu être évaluées en 2020

<sup>3</sup> 1 station va être ajoutée au suivi en 2021 sur la Mèbre à Cheseaux

<sup>4</sup> 5 stations vont être supprimées du suivi en 2021

### 6.8.1 SMG – IBCH

Afin de compléter le réseau de monitoring biologique du bassin versant de la Chamberonne, une station supplémentaire sera analysée à partir de 2021 sur la Mèbre, au village de Cheseaux (Figure 23, Annexe 15).



Figure 23: Station lausannoise la Mèbre – Cheseaux, ajoutée au monitoring en 2021

### 6.8.2 SMG – Ecomorphologie

L'évaluation écomorphologique réalisée en 2020 représente l'aménagement actuel des cours d'eau, comparativement à une situation naturelle. Cet état n'est sujet à modification, hormis à l'issue de travaux d'aménagement ou de revitalisation. L'évaluation sera donc répétée d'ici 5-10 ans.

Les résultats seront utilisés pour définir des tronçons prioritaires à revitaliser. Une étude de faisabilité approfondie sera effectuée pour ces tronçons d'ici 2022 pour aboutir à des propositions ciblées, dans les tronçons en dessous de l'objectif de qualité (jaune à violet).

Les obstacles à la libre migration des organismes ont également été recensés lors des relevés de terrain en 2020. Ils seront informatisés afin de compléter l'évaluation et présentés sur le guichet cartographique QWASTE en 2022.

### **6.8.3 SMG – Chimie de l'eau, nutriments**

En août 2020, le réseau de surveillance de la qualité chimique de l'eau a été optimisé à 17 stations. Le suivi va continuer sur ces stations pendant encore au moins 5 ans. De nombreuses stations cantonales vaudoises se trouvent également sur le réseau hydrographique lausannois ou les BV concernées par Lausanne. Ces résultats seront aussi mise à jour et exposés dans les futurs rapports.

L'application de la méthode SMG - chimie de l'eau, nutriments permet d'appliquer une surveillance simple de la qualité de l'eau chimique de l'eau en continu. Ce type de monitoring va être poursuivi afin d'apporter des explications aux résultats du suivi biologique, mettre en évidence les améliorations générées par des mesures correctives et de déceler d'éventuelles dégradations.

Les diatomées, algues unicellulaires à coque de silice, sont de bons indicateurs à long terme de la charge en nutriments. Elles sont présentes partout et tout au long de l'année, elles sont donc d'excellentes bio-indicatrices des cours d'eau. Le SMG a développé un indice, le DI-CH, pour évaluer principalement l'état des pollutions aux nutriments. Par la suite, la commune de Lausanne pourrait exercer quelques tests avec cette méthode déjà utilisée sur 109 stations NAWA à travers la Suisse en collaboration avec les cantons (Kunz, et al., 2016).

### **6.8.4 SMG - Micropolluants inorganiques (métaux lourds)**

Les métaux lourds ont été analysés dans les cours d'eau lausannois en 2019. En 2021, les métaux lourds ne seront pas suivis sauf si une problématique particulière le nécessite (ex : industrie spécialisée dans un BV). Pour les années suivantes, des campagnes ponctuelles seront effectuées pour le suivi à long terme comme le suggère la méthode SMG. Un nouveau sondage, sur les 17 stations fixes, est prévu en 2024.

### **6.8.5 Micropolluants organiques (composé traces organiques)**

L'analyse des micropolluants organiques demande un investissement important de temps, des moyens analytiques spécialisés et des méthodes de prélèvements plus contraignantes que pour les nutriments (Kunz, et al., 2016). Pour ces raisons, il n'est pas rationnel d'analyser les micropolluants organiques dans les prélèvements mensuels effectués pour les nutriments. Pour la suite de l'observation des micropolluants dans les cours d'eau lausannois, une méthode standardisée peut être appliquée Wittmer et al., (2014) ou Gotz et al. (2011). Elle sera adaptée aux objectifs de la Municipalité de Lausanne, ainsi qu'aux moyens matériels et au personnel disponibles.

La suite des réflexions se fera au cours de l'année 2021 autour des questions suivantes :

- Souhaitons-nous obtenir une caractérisation générale de la pollution par les micropolluants ?
- Souhaitons-nous mesurer la qualité des eaux en lien avec des mesures qui visent l'amélioration des cours d'eau (rénovation du réseau EE, contrôle des raccordements) ?
- Souhaitons-nous mesurer l'impact des apports ponctuels de micropolluants (Réseau EU, STEP) sur les cours d'eau ?
- Souhaitons-nous mesurer l'impact des apports diffus de micropolluants (zone agricole, réseau EC) sur les cours d'eau ?
- Sur quel nombre de sites pouvons-nous assurer le suivi de terrain ?
- Quels sont nos capacités analytiques en 2021 en termes de nombre de substances et de nombre d'analyses ?
- Comment peut-on évaluer la charge en polluants en fonction du débit ( $Q_{347}$ ) ?

## 7 Amélioration de la qualité des cours d'eau

Les problèmes qui sont soulevés dans les chapitres précédents et qui dégradent la qualité des cours d'eau peuvent être résolus. Le but de ce rapport est également d'orienter la recherche et la résolution des pollutions dans les cours d'eau et de mettre en évidence les zones potentielles d'amélioration de la morphologie des cours d'eau.

### 7.1 Mesures proposées

#### 7.1.1 Amélioration de la morphologie des cours d'eau

La morphologie des cours d'eau lausannois a passablement été modifiée à partir du XIX<sup>e</sup> siècle, au fur et à mesure que la ville s'est étendue. Ainsi, le Flon et la Louve sont les cours d'eau les plus impactés avec 60 et 80% de leur lit enterré. En 1832, une épidémie de choléra incite les autorités à recouvrir complètement ces rivières, utilisées alors comme égout. En 1960, ces collecteurs d'eaux usées sont raccordés à la STEP de Vidy et par conséquent également, les eaux claires du Flon et de la Louve. A la fin du XX<sup>e</sup> siècle, les eaux du Flon sont dérivées dans la Vuachère alors que les eaux de la Louve sont directement acheminées dans le Léman via une conduite forcée. Le tracé historique des cours d'eau fait désormais office de collecteurs d'eaux mixtes, traitées à la STEP de Vidy.

Les autres cours d'eau lausannois ont également subi de nombreux aménagements en particulier dans les zones urbaines afin de limiter le risque d'inondations lors de crues et gagner des zones à bâtir (enrochements des berges, bétonnage du lit, etc.).

Afin de faciliter l'acheminement des EU vers la STEP de Vidy, les collecteurs d'EU ont été installés dans le lit des cours d'eau afin de profiter d'un écoulement gravitaire. Ce qui a, d'une part, fortement altéré la morphologie : une partie du lit se retrouve recouvert de béton et d'autre part, constitue un sérieux risque de contamination en cas de rupture de conduite ou de débordement du réseau via les chambres de visites.

En 1991, la législation pour la protection des eaux a changé d'orientation avec la loi sur la protection des eaux. Elle encourage désormais la réhabilitation d'une morphologie naturelle des cours d'eau, permettant de contenir plus efficacement les crues de grandes ampleurs et favorisant la biodiversité.

Les tronçons prioritaires à revitaliser sont ceux ayant subits les plus grandes atteintes : mise sous terre et artificiel (méthode SMG écomorphologie). Une priorisation et une étude de faisabilité approfondie sera effectuée afin de définir, en coordination avec le canton, les tronçons les plus favorables et proposés des mesures de revitalisation.

Les critères à prendre en compte sont :

- Le caractère des travaux souhaités : création de milieux annexes, plantation de végétaux, remodelage du lit et des berges etc.
- L'écomorphologie du cours d'eau selon la méthode SMG
- La qualité biologique du milieu selon la méthode SMG-IBCH
- La qualité de l'eau selon la méthode SMG-nutriments
- L'exposition aux crues (historiques des crues)
- L'espace disponible et les propriétaires de cet espace (privé/public)
- L'aménagement de l'espace disponible (infrastructures, agriculture, zones vertes, etc.)
- Le potentiel de biodiversité du site/la connectivité
- La coordination avec le canton VD selon la planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau du canton de Vaud
- La présence de monuments historiques et classés (niveau nationale, cantonale, communale)
- Biotopes/milieux naturels protégés à proximité du tronçon/objectifs de protection particulière

## 7.1.2 Amélioration de la qualité de l'eau des cours d'eau

L'évaluation de la qualité de l'eau présentée au chapitre 5.2 met en évidence des pollutions récurrentes (échantillonnage 2019-2020) aux eaux usées dans les cours d'eau lausannois, notamment sur les BV Vuachère et Louve. Ces pollutions sont issues de dysfonctionnement sur les réseaux d'évacuation des eaux. Comme énuméré au chapitre 5.2, les risques de pollution aux eaux usées sont liés aux :

- rejets de station d'épuration (STEP) ;
- déversoirs d'orage des systèmes unitaires ;
- fuites ou mauvais branchements des conduites d'évacuation des eaux usées (EU) ;
- communications sur le réseau séparatif ;
- conduites d'eaux usées dans les cours d'eau.

Les pollutions eaux usées domestiques non traitées, hors des périodes d'averse, parviennent dans les cours d'eau via les collecteurs d'eaux usées enterrés dans les lits des cours ou les exutoires d'eaux claires (fuites ou mauvais branchements sur le réseau EU). Ces pollutions sont globalement les plus graves pour les cours d'eau lausannois car elles s'écoulent en continu, ne reçoivent aucune forme de traitement et ne sont pas diluées par les eaux de pluie. Lors de périodes d'étiage, certains cours d'eau lausannois ont atteint des seuils de pollution aux eaux usées critiques.

L'entité ROV (rivières et ouvrages visitables) du Service de l'eau a la mission de répertorier et réparer les collecteurs d'eaux usées dans les cours d'eau.

Il y a plus de 800 exutoires d'eaux claires répertoriés et situés sur les berges des cours d'eau concernés par Lausanne. Dans certains cas, les deux berges sont sur la commune de Lausanne (ex : Louve) et peuvent être évalués par nos soins. Dans le cas où la rivière fait frontière avec une commune voisine, une partie des exutoires qui se déversent dans le cours d'eau se situent sur la rive limitrophe. Des exutoires peuvent aussi impacter le cours d'eau en amont, sur une autre commune.

Afin d'identifier les exutoires qui rejettent des eaux usées dans les cours d'eau et d'établir une priorisation pour la résolution des pollutions le projet « Pollution des cours d'eau – Exutoires eaux claires » a été débuté en 2019. Ce projet a permis en 2020 de mettre en évidence 57 graves pollutions aux eaux usées. L'évaluation des exutoires va se poursuivre en 2021 (chapitre 7.2.2).

Les investigations de recherche de résolution des pollutions doivent commencer par des tronçons stratégiques. Comme cité précédemment, les BV les plus atteints par les pollutions aux eaux usées sont ceux de la Vuachère et de la Louve. Plus précisément, les pollutions les plus graves ont été répertoriées dans la Vuachère, dans le bas du Flon, dans le Rionzi et la Louve.

La Vuachère se trouve quasiment entièrement sur la commune. Les exutoires d'eaux claires qui s'y rejettent sont donc majoritairement sous la responsabilité de Lausanne. Ce cours d'eau fait l'objet d'une attention plus particulière et a été choisi pour débiter la résolution des pollutions. Les pollutions que l'on détecte dans la partie supérieure des cours d'eau se retrouvent dans la partie inférieure. La dépollution des cours d'eau doit être effectuée de l'amont à l'aval afin de créer des zones saines dans le haut des cours d'eau que l'on agrandit progressivement. Suite à la résolution des pollutions aux eaux usées, l'amélioration de la qualité de l'eau des cours d'eau pourra être mesurée avec le suivi standard annuel SMG.

Le Service de l'eau de la Ville de Lausanne comprend des divisions qui construisent et surveillent le réseau EE. Pour l'entité CEP, il est important de pouvoir entretenir une bonne collaboration avec ces intervenants afin de mettre en évidence les pollutions et d'y mettre un terme. Une bonne collaboration avec les autres acteurs externes concernés (communes voisines, instances cantonales vaudoises) est également primordiale pour la résolution de ce type de pollution.

## 7.2 Projets

### 7.2.1 Revitalisation de Mauvernay

La Ville de Lausanne, par le biais du Service de l'eau, est propriétaire de plus de 120 captages d'eau potable sur le Canton de Vaud. Début 2018, elle s'est engagée à réduire au maximum son impact sur les milieux naturels de sources en revitalisant les captages qui ne peuvent plus être exploités.

La revitalisation est projetée sur la Plaine de Mauvernay, au nord du lieu-dit « Chalet à Gobet ». Cette clairière agricole, propriété de la Ville de Lausanne, est exploitée en culture fourragère et, pour une petite partie, en culture céréalière (bail d'exploitation). De nombreuses activités de loisirs y sont pratiquées sur ce site lausannois emblématique : randonnées, balades à cheval, courses hippiques, vélos, parcours Vita, sports d'hiver.

Trois captages hors service, respectivement les ouvrages n°100, 101 et 102, occupent le versant ouest de la parcelle. En raison de la forte présence d'animaux sur la plaine (chiens, chevaux, etc.), ainsi que du contexte hydrogéologique ne permettant pas une bonne filtration des écoulements souterrains, l'eau captée se retrouve systématiquement polluée par des germes fécaux (depuis 1997). Aucune amélioration de la qualité microbiologique n'est attendue dans les années futures. Ainsi, le projet de revitalisation est un bon moyen de revaloriser ces écoulements en les rendant à nouveau disponibles pour la nature.

Les travaux de revitalisation se divisent en quatre mesures complémentaires (Figure 24):

1. La création d'un milieu de source ;
2. La remise à ciel ouvert du Ruisseau Creux Gadin, inscrit dans la planification stratégique cantonale ;
3. La création d'une zone humide de pente ;
4. L'assainissement des drains agricoles.

Les usages actuels de la parcelle ont été intégrés et sont compatibles avec le projet de revitalisation (agriculture, sports d'hiver, concours hippiques). La renaturation ne péjore en rien l'attractivité des lieux pour les sports d'hiver et hippiques.

Ce projet entre en synergie avec les développements futurs prévus par le Parc Périurbain du Jorat.



Figure 24: Revitalisation des sources de la Plaine de Mauvernay, illustration des travaux.

## 7.2.2 Pollution des cours d'eau – Exutoires eaux claires

Les pollutions aux eaux usées domestiques, hors des périodes d'averse, parviennent dans les cours d'eau via les exutoires d'eaux claires (chapitre 6.8.3). Le projet « Pollution des cours d'eau – Exutoires eaux claires » a pour objectif de trouver et appliquer la meilleure méthode standardisée pour prioriser les pollutions issues de ces exutoires, selon la gravité de leur impact sur les milieux naturels aquatiques. Les résultats de ce projet feront l'objet d'une publication en parallèle de ce rapport.

Le premier objectif du projet, à savoir trouver la meilleure méthode standardisée pour prioriser les pollutions issues de ces exutoires EC, a été réalisé en 2019. La méthode est présentée en détail dans l'annexe 16. En résumé, la procédure est divisée en 4 étapes (Figure 25) :

1. Se rendre sur un tronçon de cours d'eau comportant des exutoires après 3 jours sans averse (temps sec)

2a. Si de l'eau s'écoule de l'exutoire EC, effectuer un prélèvement d'eau le jour même et de préférence quelques jours plus tard mais avant les prochaines averses

2b. Si l'exutoire EC est sec, placer un test mécanique

3a. Effectuer une analyse de micropolluants traceurs d'eaux usées

3b. Retourner sur le tronçon, idéalement 3 à 4 jours plus tard, afin de relever le test mécanique. Si le résultat est négatif l'exutoire est considéré comme non pollué et s'il est positif un dispositif de prélèvement d'eau doit être laissé sur place

4a. Si les résultats d'analyse sont négatifs, l'exutoire EC est considéré comme non pollué par des EU, si les résultats d'analyses sont positifs l'exutoire est considéré comme pollué aux EU

4b. Effectuer une analyse de micropolluants traceurs d'eaux usées. Si elle est négative l'exutoire est considéré comme non pollué et si elle est positive l'exutoire est considéré comme pollué.

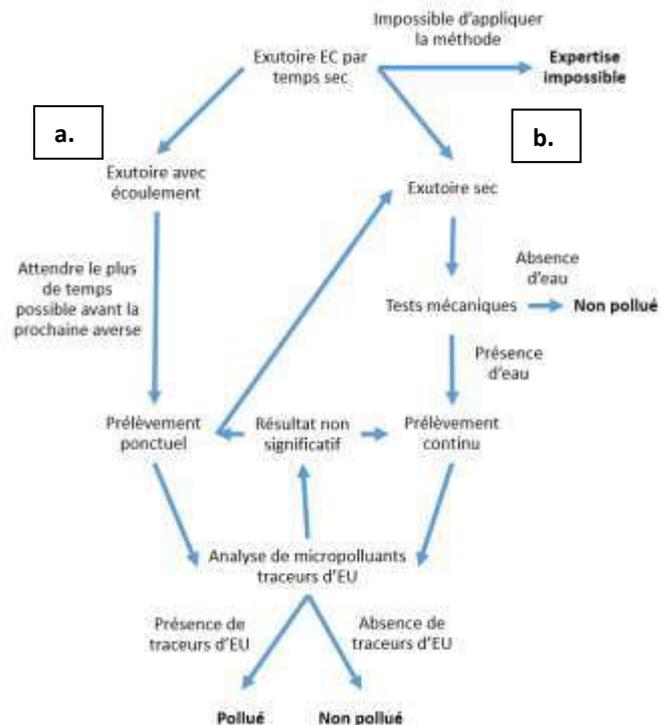


Figure 25 : Schéma récapitulatif de l'application de la méthode de priorisation des exutoires EC

En 2020, l'application de la méthode a débuté sur les exutoires EC dans les cours d'eau de la commune de Lausanne. La méthode a été appliquée sur 239 exutoires. Elle a permis de trouver 58 pollutions aux eaux usées et de classer 99 exutoires EC comme non pollués. 70 exutoires ont été placés dans la catégorie « expertise impossible » car ils sont soit inaccessibles, soit des déversoirs d'orages, soit des affluents ou des drains sans connexion aux EU. Les 82 exutoires restent dans la catégorie « en cours d'analyse » car la première application de la méthode n'a pas pu donner de résultats suffisamment clairs, un autre passage sur ces exutoires est nécessaire pour déterminer s'ils rejettent des EU (Figure 26).



Figure 26: Résultats du projet « Pollution des cours d'eau – Exutoires eaux claires »

En parallèle, un projet de recherche est en cours pour trouver une méthode plus rapide pour prioriser les pollutions dans les cours d'eau. Cette méthode utilise un nouveau procédé avec des bactéries. Le but étant de détecter l'ADN des bactéries fécales humaines. Les résultats seront présentés dans la publication du rapport 2021.

### 7.3 Projet intercommunal

#### Gestion des eaux de l'Ouest lausannois : « galerie du ruisseau de Broye », « renaturation de la Chamberonne » et « île aux oiseaux migrateurs » (PREE Chamberonne)

Ce projet a divers impacts sur les cours d'eau lausannois.

Le répondant pour ce projet au Service de l'eau est l'unité ROV. L'entité CEP est intégrée pour compléter le monitoring biologique (station Mèbre – Cheseaux).

Les divers affluents et la Chamberonne ont été aménagés, endigués ou même enterrés à partir de la fin du XIXe siècle et jusque dans les années 1970 afin de pouvoir maximiser l'aménagement du territoire. Avec l'augmentation de l'imperméabilisation des sols, de ses 50 dernières années, des inondations ont déjà causé et risquent encore d'engendrer des dégâts importants dans ce bassin versant.

Des zones inondables sur la Mèbre et la Sorge ont déjà été créées mais aucun aménagement n'a été réalisé sur le Ruisseau de la Broye. Les risques actuels d'inondation concernent surtout les communes de Prilly, Renens, Chavannes-près-Renens et Lausanne (Figure 27).

Un projet mené par l'État de Vaud et plusieurs communes, dont Lausanne, vise à résoudre les problèmes d'évacuation des eaux de ce bassin versant. Afin d'assurer la protection des biens et des personnes contre les crues, le projet prévoit de raccorder le ruisseau de la Broye à la Chamberonne par une conduite souterraine. Des raccordements sont également prévus entre les ruisseaux des Baumettes, le ruisseau du Galicien, le réseau d'eaux claires et cette nouvelle conduite souterraine. Les débits de la Chamberonne vont donc dépassés la capacité actuelle du gabarit. La revitalisation de la Chamberonne, entre le confluent de la Sorge et de la Mèbre et jusqu'au Léman, devra permettre de réceptionner ces nouvelles quantités d'eau et d'augmenter la capacité d'accueil de la biodiversité de ce milieu actuellement très artificiel. Le projet prévoit également la création d'une île favorable aux oiseaux migrateurs proche de la conception réalisée à Préverenges (Figure 27)<sup>4</sup> (Ville de lausanne, 2021).

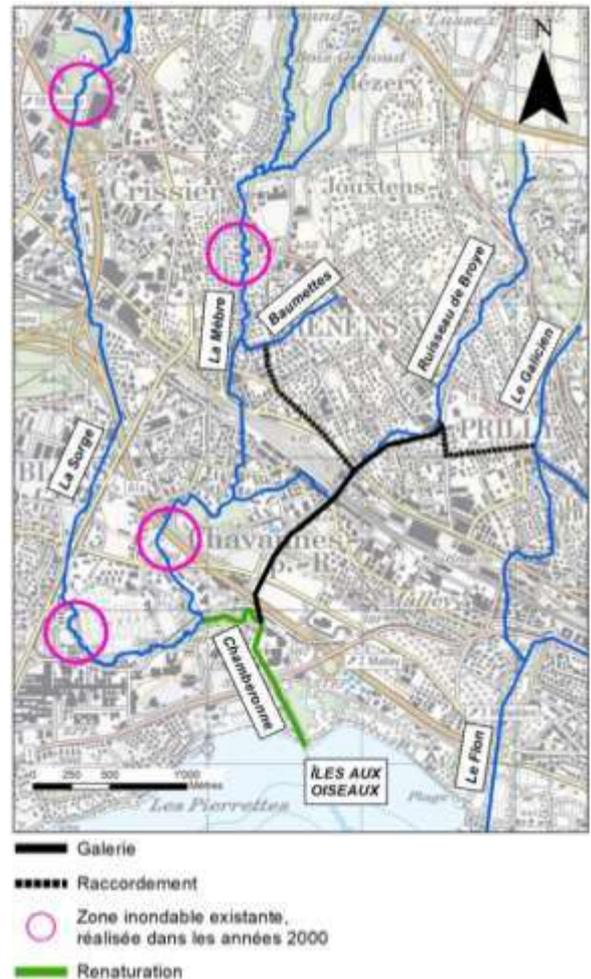


Figure 27 : Plan général, Projet de lutte contre les crues dans le BV de la Chamberonne et revitalisation de l'embouchure<sup>2</sup>

<sup>4</sup> <https://www.vd.ch/toutes-les-actualites/communiqués-de-presse/detail/communiqué/letat-de-vaud-et-les-communes-unis-contre-les-inondations-et-pour-la-renaturation-de-la-chamberonne/>

## 8 Conclusion

Afin d'obtenir une vision détaillée de la qualité des cours d'eau lausannois, le Service de l'eau a mis en place en 2019 un programme de surveillance détaillé et pluridisciplinaire en 3 pôles : 1) biologie 2) écomorphologie 3) chimie de l'eau-nutriments issu de la méthode standardisée de la Confédération, le Système Modulaire Gradué. Cette approche a l'avantage de mesurer et de représenter simplement et de manière standardisée, l'ampleur des pollutions (charge en polluants), déceler leurs origines (urbaines, agricoles) ainsi que d'évaluer leur gravité sur la biocénose aquatique.

9 stations biologiques et 22 stations chimiques ont été évaluées en 2020. Les résultats d'analyses ont démontré à nouveau, comme en 2019, que les bassins versants les plus pollués sont ceux situés en zones urbaines : Vuachère, Louve et Chamberonne. L'origine des pollutions décelées est majoritairement liée à des problèmes sur le réseau d'évacuation des eaux qui déverse des eaux usées non traitées : mauvais raccordements, collecteurs enterrés dans les lits des cours d'eau, fuites sur le réseau vétuste ou obstrué, etc. Bien que les rivières aient une capacité naturelle d'autoépuration, celle-ci est largement dépassée à Lausanne par la quantité de polluants déversés. Les relevés de 2020 de l'écomorphologie des cours d'eau ont permis d'établir que 34% du linéaire était trop aménagé ou même enterré. Le 66% restant est en bon état selon la méthode. Les bassins versants situés au Nord de la commune - Talent, Chandelar et les sources la Bressonne - sont peu impactés par les pollutions et dans leur morphologie, grâce à leur environnement principalement forestier.

Selon les résultats des évaluations effectuées en 2019 et 2020, des mesures sont proposées afin d'améliorer la morphologie et la qualité chimique de l'eau des cours d'eau. Une biologie plus diversifiée et abondante pourra ainsi se rétablir naturellement.

Afin de commencer la dépollution des cours d'eau lausannois, un projet de détection des eaux usées dans les exutoires d'eau claires a débuté en 2019. Les premiers résultats ont permis de prioriser les pollutions et de détecter 58 exutoires d'eau claires qui déversent des eaux usées par temps sec dans les rivières.

Les projets de revitalisation permettent de protéger la population des crues et de créer des habitats dans les cours d'eau. Des tronçons cibles ont pu être identifiés grâce à l'analyse des données de 2020. Des propositions de projets de revitalisation pourront être proposées en 2021. Comme par exemple, le projet de revitalisation de la plaine de Mauvernay, commencé en 2018, qui permettra de rétablir une dynamique naturelle d'un affluent du Talent. Les projets d'amélioration de la qualité des cours d'eau doivent parfois dépasser les limites communales de Lausanne, comme pour le bassin versant de la Chamberonne qui subit de graves problèmes dans l'évacuation de ces eaux.

L'état de certains cours d'eau, actuellement dans l'incapacité de remplir leurs fonctions écologiques, nécessite une révision d'une partie du système d'évacuation des eaux. Le système séparatif, mis en place à Lausanne, a permis d'améliorer le traitement des eaux avant leur rejet dans le milieu naturel. Toutefois, dans sa complexité, ce réseau peut comporter des erreurs qui s'accumulent au fil du temps. Les mauvais raccordements, les conduites bouchées ou cassées vont causer le déversement en continu d'eaux, qui sortent des bâtiments, directement dans les cours d'eau.

De nombreuses questions restent en suspens concernant les relevés de concentrations de micropolluants effectués en 2019. Les eaux usées amènent leur lot de pesticides, métaux lourds, médicaments, édulcorants etc. À quel point cela impacte-t-il les cours d'eau ? Et existe-t-il d'autres sources de déversement de ces substances qui sont maintenant la nouvelle problématique de pollution des milieux naturels ?

Les prochains rapports contiendront les résultats de la surveillance des cours d'eau ainsi que des propositions de mesures adaptées afin d'améliorer la qualité des cours d'eau lausannois.

## Bibliographie

- Baumann, P. & Langhans, S. D., 2010. *PROJET: Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau : Synthèse des évaluations au niveau R (région)*. Office fédéral de l'environnement, 47 p. éd. Berne: Etat de l'environnement no.....
- Bernard, M. et al., 2007. *Qualité des cours d'eau en Valais. Département des transports, de l'équipement et de l'environnement..* Sitten, Service de la protection de l'environnement, canton du Valais, 155 p.
- DGE & DIREV, 2018. *Bilan 2018 de l'épuration vaudoise*. Etat de Vaud, 70 p  
[https://www.vd.ch/fileadmin/user\\_upload/themes/environnement/eau/fichiers\\_pdf/DIREV\\_PRE/Bilans\\_2018\\_de\\_l\\_%C3%A9puration\\_vaudoise.pdf](https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/eau/fichiers_pdf/DIREV_PRE/Bilans_2018_de_l_%C3%A9puration_vaudoise.pdf).
- DIREV & DGE, 2018. *De source sûre. la qualité des cours d'eau vaudois*. 76 p. ,  
<https://www.vd.ch/themes/environnement/eaux/protection-des-eaux/qualite-des-eaux/#c2043529>.
- Gälli, R., Ort, C. & Schärer, M., 2009. *Micropolluants dans les eaux. Evaluation et réduction des rejets provenant des réseaux d'eaux urbaines*. Connaissance de l'environnement n° 0917. Office fédéral de l'environnement, Berne. 108 p..
- Götz, C., Kase, R. & Hollender, J., 2011. *Micropolluants – Système d'évaluation de la qualité des eaux au vu des composés traces organiques issus de l'assainissement communal*. Dübendorf, OFEV, IFAEPE, 103 p.
- Kunz, M. et al., 2016. *État des cours d'eau suisses. Résultats de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) 2011–2014..* Berne, État de l'environnement n° 1620, Office fédéral de l'environnement, 92 p, p. 92.
- LEAUX, 1991. *Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux), RS 814.29..* s.l.:s.n.
- Liechti, P., 2010. *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments*. Berne, L'environnement pratique n°1005, Office fédéral de l'environnement, 44 p..
- Mulhauser, G. et al., 2019. *Micropolluants organiques, dans les eaux de surfaces du canton de Genève (2011-2016)*. Genève, Département du territoire (DT).
- OFEFP, 1998. *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse Ecomorphologie – niveau R*. Berne, 51 p..
- OFEFP, OFEG, OFAG & ARA, 2003. *Idées directrices - Cours d'eau suisses. Pour une politique de gestion durable de nos eaux,.* Berne, 13 p.
- OFEV & NAWA, 2013. *Observation nationale de la qualité des eaux de surface - Cours d'eau*. Berne , Connaissance de l'environnement n° 1327, Office fédéral de l'environnement, 72 p..
- OFEV & OFAG, 2012. *Éléments fertilisants et utilisation des engrais dans l'agriculture. Un module de l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture*. Berne, L'environnement pratique n° 1225: 63 p.
- Service de l'eau, 2019. *Rapport sur la qualité des cours d'eau lausannois 2019*. Lausanne, Ville de lausanne, 48 p.
- Ville de lausanne, 2021. *Protection contre les crues : Projet « galerie du ruisseau de Broye », « renaturation de la Chamberonne » et « île aux oiseaux migrateurs »*. Lausanne, Sécurité et économie, Logement, environnement et architecture, Finances et mobilité, plan climat lausanne, 9 p.
- Wittmer, I., 2009. *Dynamique des rejets de biocides et de pesticides*. Eawag news, 8-11 pp.
- Wittmer, I., Junghans, M., Stamm, C. & Singer, H., 2014. *Micropolluants - Stratégie d'évaluation pour les micropolluants de sources non ponctuelles*. Dübendorf, OFEV, IFAEPE, 106 p.
- Zeh Weissmann, H., Könitzer, C. & Bertiller, A., 2009. *Ecomorphologie des cours d'eau suisses. Etat du lit, des berges et des rives. Résultats des relevés écomorphologiques (avril 2009)*. Berne, Etat de l'environnement no 0926. Office fédéral de l'environnement, p. 100.

- Annexe 1 : Carte du réseau hydrographique lausannois**
- Annexe 2 : Précipitations et dates de prélèvements 2020**
- Annexe 3 : Carte des bassins versants et risques de pollution**
- Annexe 4 : Carte des stations de monitoring sur les cours d'eau lausannois**
- Annexe 5 : Liste des taxons IBCH**
- Annexe 6 : Protocole de détermination de la note IBCH**
- Annexe 7 : Protocole de la méthode indice biomasse**
- Annexe 8 : Carte de l'évaluation biologique, résultats 2020**
- Annexe 9 : Tableau d'attribution des points pour évaluation écomorphologique**
- Annexe 10 : Carte de l'évaluation écomorphologique 2020**
- Annexe 11 : Protocole de détermination de la note chimie-nutriments**
- Annexe 12 : Carte de l'évaluation des nutriments (chimie de l'eau), résultats 2020**
- Annexe 13 : Graphique des concentrations en nutriments (chimie de l'eau) 2020**
- Annexe 14 : Cartes de synthèse des résultats par bassin versants entre 2019-2020**
- Annexe 15 : Carte de l'évaluation biologique, perspectives 2021**
- Annexe 16 : Protocole de la méthode de priorisation des pollutions eaux usées**



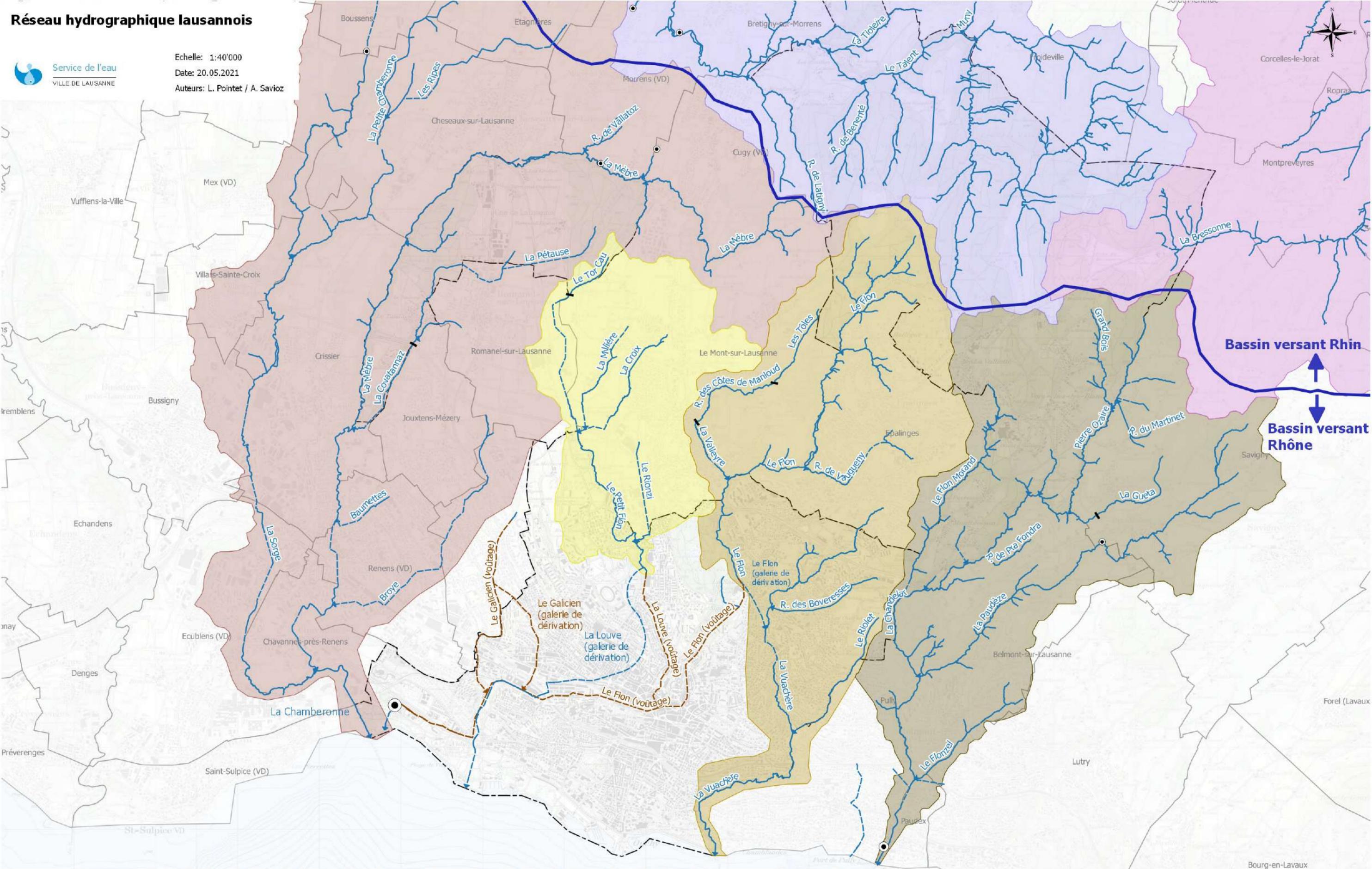
# Annexe 1

*Carte du réseau hydrographique lausannois*

# Réseau hydrographique lausannois



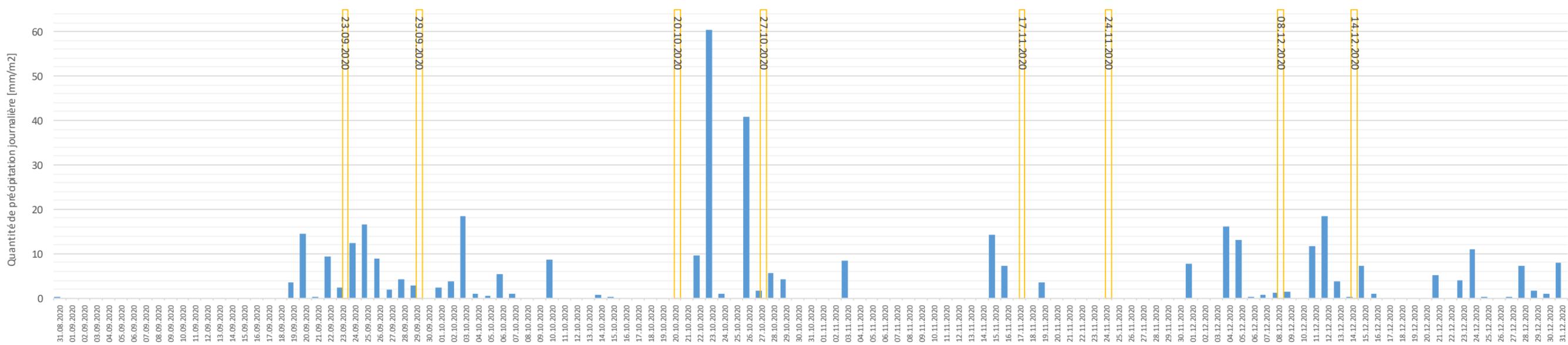
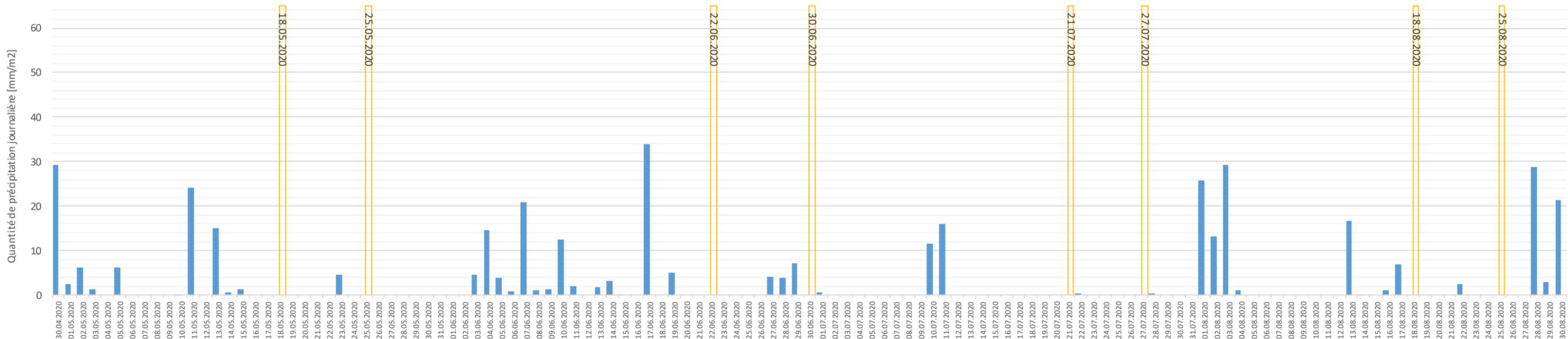
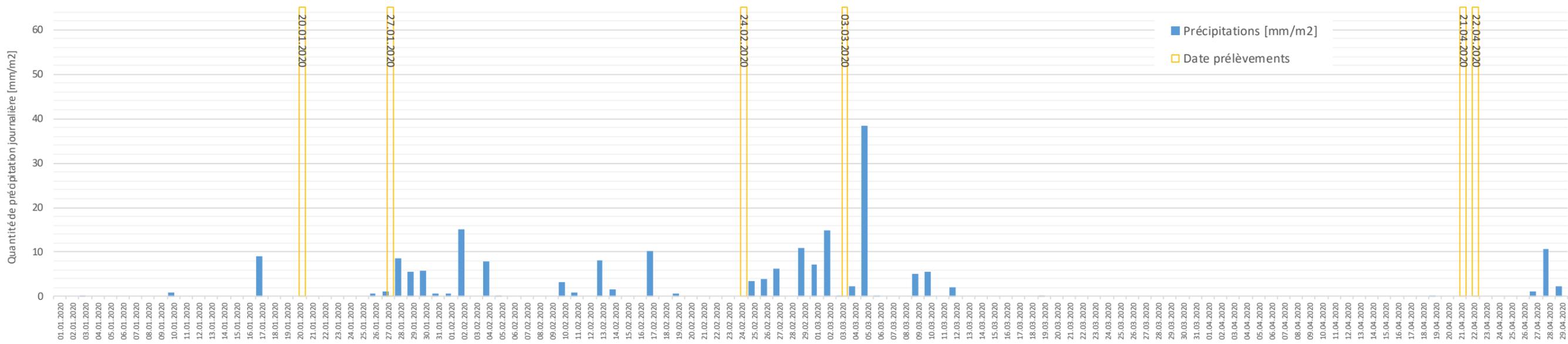
Echelle: 1:40'000  
 Date: 20.05.2021  
 Auteurs: L. Pointet / A. Savioz



cours d'eau à ciel	confluence / embouchure	<b>Stations d'épuration</b> [nbre d'habitants desservis]	ligne de partage des eau: Rhône - Rhin	<b>Bassin versant Rhône</b>	<b>Bassin versant Rhin</b>
cours d'eau enterré	changement de nom	< 10'000		1. Vuachère	5. Talent
collecteur d'eaux mixtes	limites communales	10'001 - 100'000		2. Chandelar	6. Bressonne
		> 100'000		3. Louve	
				4. Chamberonne	

# Annexe 2

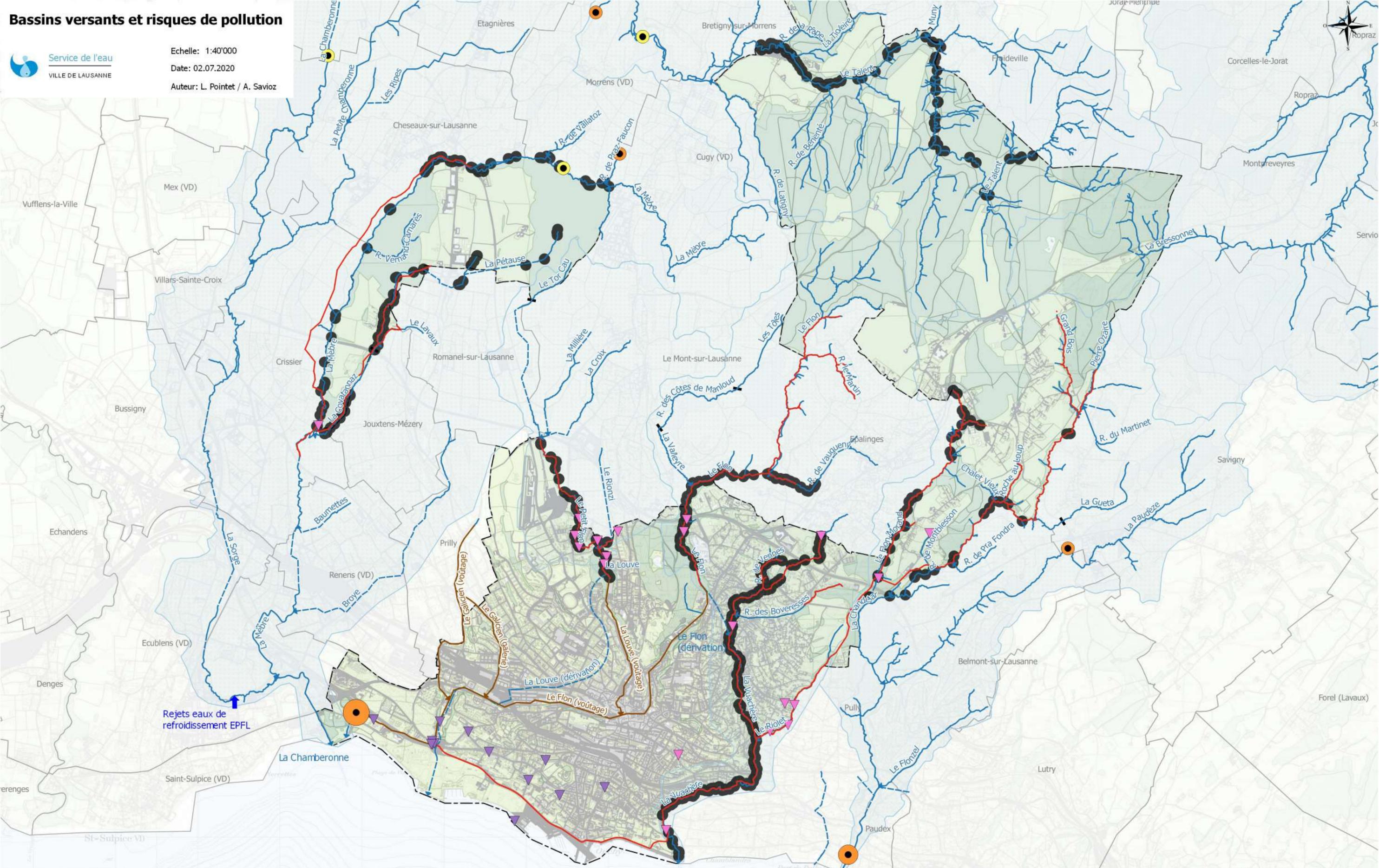
*Précipitations et dates de prélèvements 2020*



# Annexe 3

*Carte des bassins versants et risques de pollution*

# Bassins versants et risques de pollution



<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">—</span> cours d'eau à ciel ouvert</li> <li><span style="color: blue;">- - -</span> cours d'eau enterré</li> <li><span style="color: red;">- - -</span> collecteur d'eaux usées</li> <li><span style="color: brown;">- - -</span> collecteur d'eaux mixtes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">➔</span> confluence / embouchure</li> <li><span style="color: blue;"> </span> changement de nom</li> <li><span style="border-bottom: 1px dashed black;">—</span> limites communales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="background-color: lightblue; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Lac</li> <li><span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Bassin versant</li> <li><span style="background-color: black; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Rejet eau claire en rivière</li> </ul>	<p><b>STATION D'EPURATION</b></p> <p>[nbre d'habitants desservis]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="background-color: black; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> &lt; 10'000</li> <li><span style="background-color: black; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> 10'001 - 100'000</li> <li><span style="background-color: black; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 20px;"></span> &gt; 100'000</li> </ul> <p>[traitement]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">●</span> mécanique-biologique avec déphosphatation</li> <li><span style="color: yellow;">●</span> mécanique-biologique avec déphosphatation et nitrification</li> </ul>	<p><b>DEVERSOIRS D'ORAGE</b></p> <p>[milieu récepteur]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: purple;">▼</span> lac Léman</li> <li><span style="color: pink;">▼</span> cours d'eau</li> </ul>	<p><b>AMENAGEMENT DU TERRITOIRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="background-color: green; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> forêt</li> <li><span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> surfaces vertes</li> <li><span style="background-color: grey; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> surfaces bâties</li> </ul> <p style="text-align: right;">} Surfaces perméables } Surfaces imperméables</p>
---	--	---	---	---	---

# Annexe 4

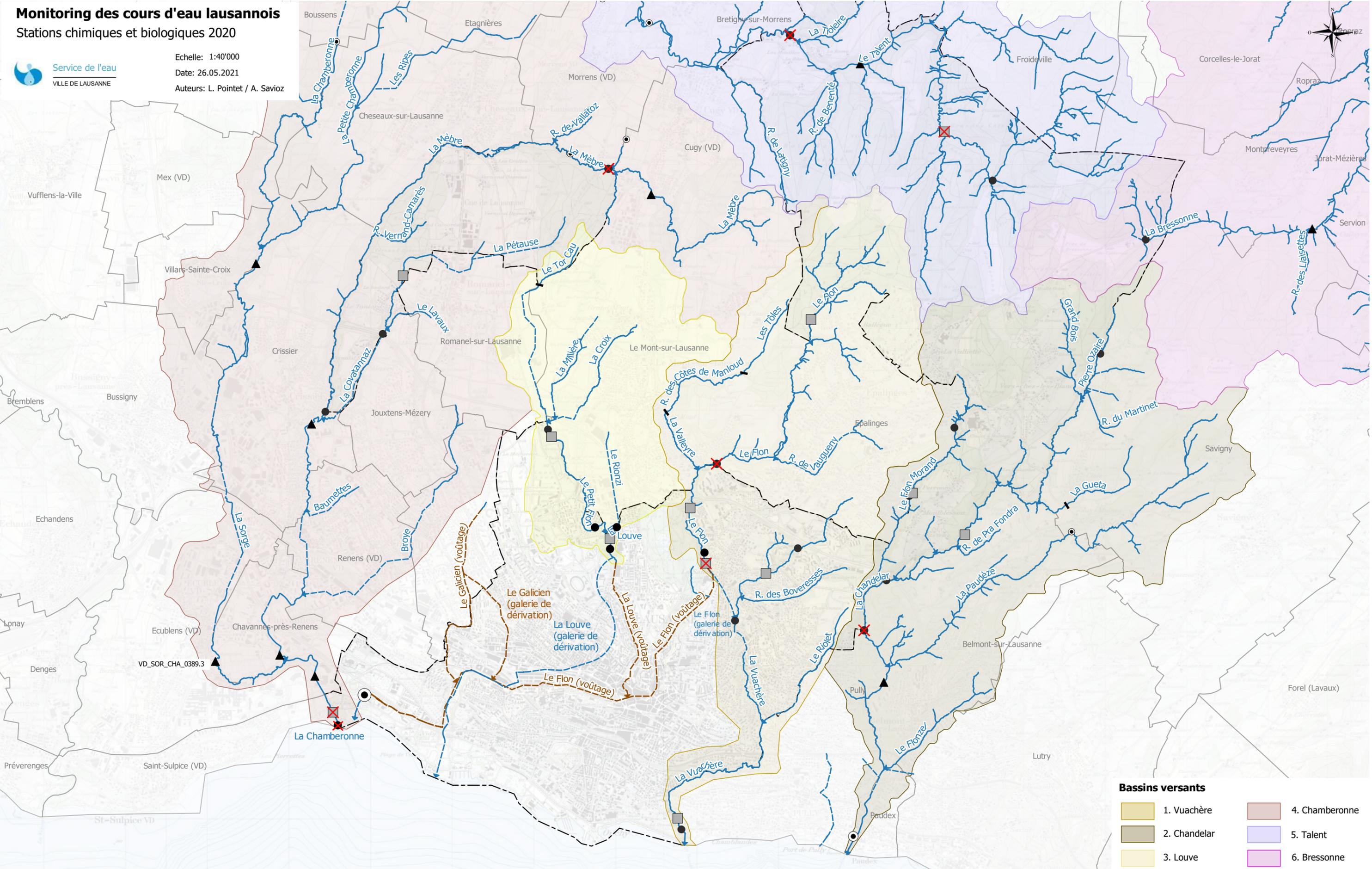
*Carte des stations de monitoring sur les cours d'eau lausannois*

# Monitoring des cours d'eau lausannois

## Stations chimiques et biologiques 2020



Echelle: 1:40'000  
 Date: 26.05.2021  
 Auteurs: L. Pointet / A. Savioz



- cours d'eau à ciel ouvert
- - - cours d'eau enterré
- - - collecteurs d'eaux mixtes
- ➔ confluence / embouchure
- | changement de nom

limites communales

- Stations d'épuration**  
 [nbre d'habitants desservis]
- < 10'000
  - 10'001 - 100'000
  - > 100'000

- Stations de monitoring Lausanne**
- 17 stations pérennes (janvier - décembre 2020)
  - ✘ 5 stations provisoires (janvier- août 2020)

- Chimie**
- 17 stations pérennes (janvier - décembre 2020)
  - ✘ 5 stations provisoires (janvier- août 2020)

- Biologie**
- 9 stations actives (2016-2020)
  - ✘ 3 stations historiques (2016-2019)

- Stations de monitoring Canton de Vaud**
- ▲ Stations de monitoring Canton de Vaud

- Basins versants**
- |  |  |
|--|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #d4c08d; border: 1px solid black;"></span> 1. Vuachère  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #c09080; border: 1px solid black;"></span> 4. Chamberonne |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #8d8d4d; border: 1px solid black;"></span> 2. Chandelar | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #c0c0ff; border: 1px solid black;"></span> 5. Talent      |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f0f08d; border: 1px solid black;"></span> 3. Louve     | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ff8d8d; border: 1px solid black;"></span> 6. Bressonne   |

# Annexe 5

*Liste des taxons IBCH*

## A7 Calcul de l'indice IBCH\_2019

Tableau 12 Liste des taxons utilisés (répertoire des organismes). Les 38 taxons indicateurs sont en caractères gras.

INSECTA	HETEROPTERA	Psychodidae	DECAPODA
PLECOPTERA	<b>Aphelocheiridae</b>	Ptychopteridae	Astacidae
<b>Capniidae</b>	Corixidae	Rhagionidae	Cambaridae
<b>Chloroperlidae</b>	Gerridae	Scathophagidae	
<b>Leuctridae</b>	Hebridae	Sciomyzidae	<b>MOLLUSCA</b>
<b>Nemouridae</b>	Hydrometridae	Simuliidae	BIVALVIA
<b>Perlidae</b>	Mesoveliidae	Stratiomyidae	Corbiculidae
<b>Perlodidae</b>	Naucoridae	Syrphidae	Dreissenidae
<b>Taeniopterygidae</b>	Nepidae	Tabanidae	Sphaeriidae
	Notonectidae	Thaumaleidae	Unionidae
	Pleidae	Tipulidae	
	Veliidae		GASTROPODA
TRICHOPTERA		ODONATA	Ancyliidae (Tachet)
Apataniidae		Aeshnidae	Acroloxidae
<b>Beraeidae</b>	COLEOPTERA	Calopterygidae	Ferrissidae (Tachet)
<b>Brachycentridae</b>	Curculionidae	Coenagrionidae	Bithyniidae
Ecnomidae	Chrysomelidae	Cordulegastridae	Hydrobiidae
<b>Glossosomatidae</b>	Dryopidae	Corduliidae	Limnaeidae
<b>Goeridae</b>	Dytiscidae	Gomphidae	Neritidae
Helicopsychidae	<b>Elmidae</b>	Lestidae	Physidae
<b>Hydropsychidae</b>	Gyrinidae	Libellulidae	Planorbidae
<b>Hydroptilidae</b>	Haliplidae	Platycnemididae	Valvatidae
<b>Lepidostomatidae</b>	Helophoridae (Tachet)		Viviparidae
<b>Leptoceridae</b>	Hydraenidae	MEGALOPTERA	
<b>Limnephilidae</b>	Hydrophilidae	Sialidae	ANNELIDA
Molannidae	Hydrochidae (Tachet)		<b>HIRUDINEA</b>
<b>Ondotoceridae</b>	Hydroscaphidae	NEUROPTERA	Erpobdellidae
<b>Philopotamidae</b>	Hygrobiidae	Osmyliidae	Glossiphoniidae
Phryganeidae	Noteridae	Sisyridae	Hirudidae (Tachet)
<b>Polycentropodidae</b>	Psephenidae		Piscicolidae
<b>Psychomyidae</b>	Scirtidae	HYMENOPTERA	
Ptilocolepidae	Spercheidae (Tachet)		PLATYHELMINTHES
<b>Rhyacophilidae</b>		LEPIDOPTERA	Dendrocoelidae
<b>Sericostomatidae</b>	DIPTERA	CRUSTACEA	Dugesiidae
	Anthomyiidae/Muscidae	BRANCHIOPODES	Planariidae
EPHEMEROPTERA	Athericidae	AMPHIPODES	
Ameletidae	Blephariceridae	Corophiidae	<b>OLIGOCHAETA</b>
<b>Baetidae</b>	Ceratopogonidae	<b>Gammaridae</b>	«NEMATHELMINTHES»
<b>Caenidae</b>	Chaoboridae	Niphargidae	
<b>Ephemerellidae</b>	<b>Chironomidae</b>		HYDRACARINA
<b>Ephemeridae</b>	Culicidae	ISOPODA	CNIDARIA
<b>Heptageniidae</b>	Cylindrotomidae	<b>Asellidae</b>	PORIFERA
<b>Leptophlebiidae</b>	Dixidae	Janiridae	BRYOZOA
Oligoneuriidae	Dolichopodidae		
<b>Polymitarcyidae</b>	Empididae	MYSIDA	
<b>Potamanthidae</b>	Ephydriidae	Mysidae	
Siphonuridae	Limoniidae/Pediciidae		

# Annexe 6

*Protocole de détermination de la note IBCH*

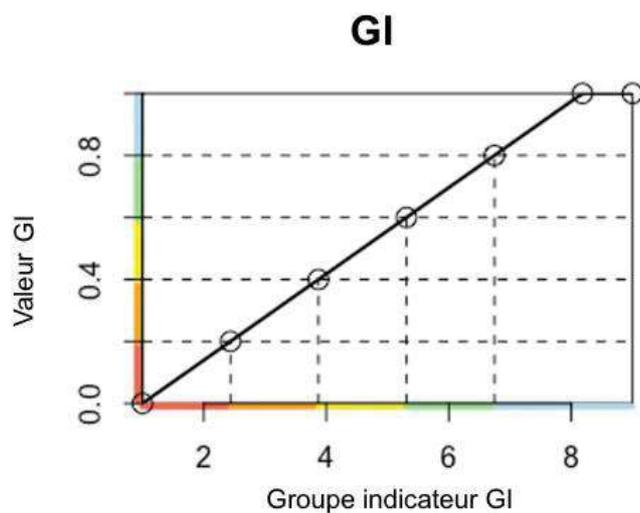
**Tableau 7**  
**Détermination du groupe faunistique indicateur**

Taxons	Chloroperlidae Perlidae Perlodidae	Capniidae Brachycentridae Philopotamidae Beraeidae	Glossosomatidae Goeridae Odontoceridae Taeniopterygidae	Leuctridae Leptophlebiidae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	Hydroptilidae Heptageniidae Nemouridae Polymitarcidae Potamanthidae
GI	9	8	7	6	5
Valeurs GI	1,00	0,97	0,84	0,70	0,56
Classe de qualité	très bon	très bon	très bon	bon	moyen

Taxons	Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyiidae Rhyacophilidae	<b>Limnephilidae*</b> Hydropsychidae <b>Ephemereillidae*</b> Aphelocheridae	<b>Baetidae*</b> <b>Caenidae*</b> <b>Elmidae*</b> <b>Gammaridae*</b> Mollusca	<b>Chironomidae*</b> <b>Asellidae*</b> Hirudinea <b>Oligochaeta*</b>
GI	4	3	2	1
Valeurs GI	0,42	0,28	0,14	0,00
Classe de qualité	moyen	médiocre	mauvais	mauvais

La valeur du groupe indicateur le plus élevé (GI) est ramenée à une échelle métrique entre 0 et 1 selon la relation du graphique suivant :

**Figure 6**  
**Valeur GI 1 à 9 ramenée à une échelle métrique de 0 à 1**



La valeur GI peut être calculée automatiquement en introduisant les données faunistiques dans la feuille Excel « Protocole de laboratoire » (cf. annexe A4).

L'IBCH\_2019 se calcule à l'aide de la formule suivante :

$IBCH = (0,62 \times \text{valeur VT}) + (0,38 \times \text{valeur GI})$ , avec IBCH compris entre 0 et 1

# Annexe 7

*Protocole de la méthode indice biomasse*



Limnephilidae*						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Odontoceridae*						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Philopotamidae*						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Phryganeidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polycentropodidae*						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Psychomyiidae*						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rhyacophilidae*						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sericostomatidae*						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>DIPTERA</b>												
Anthomyiidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Athericidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Blephariceridae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ceratopogonidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chironomidae*						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Culicidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dixidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dolichopodidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Empididae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ephydriidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Limoniiidae/Pediciidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Psychodidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ptychopteridae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rhagionidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Scatophagidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sciomyzidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Simuliidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stratiomyidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Syrphidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tabanidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Thaumaleidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tipulidae						0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total ind.:</b>						<b>0</b>	<b>mg prélevés</b>					<b>0,00</b>
							<b>Nb Individus/m2</b>					<b>0</b>
							<b>facteur de correction</b>					<b>0,0</b>

-1

-1

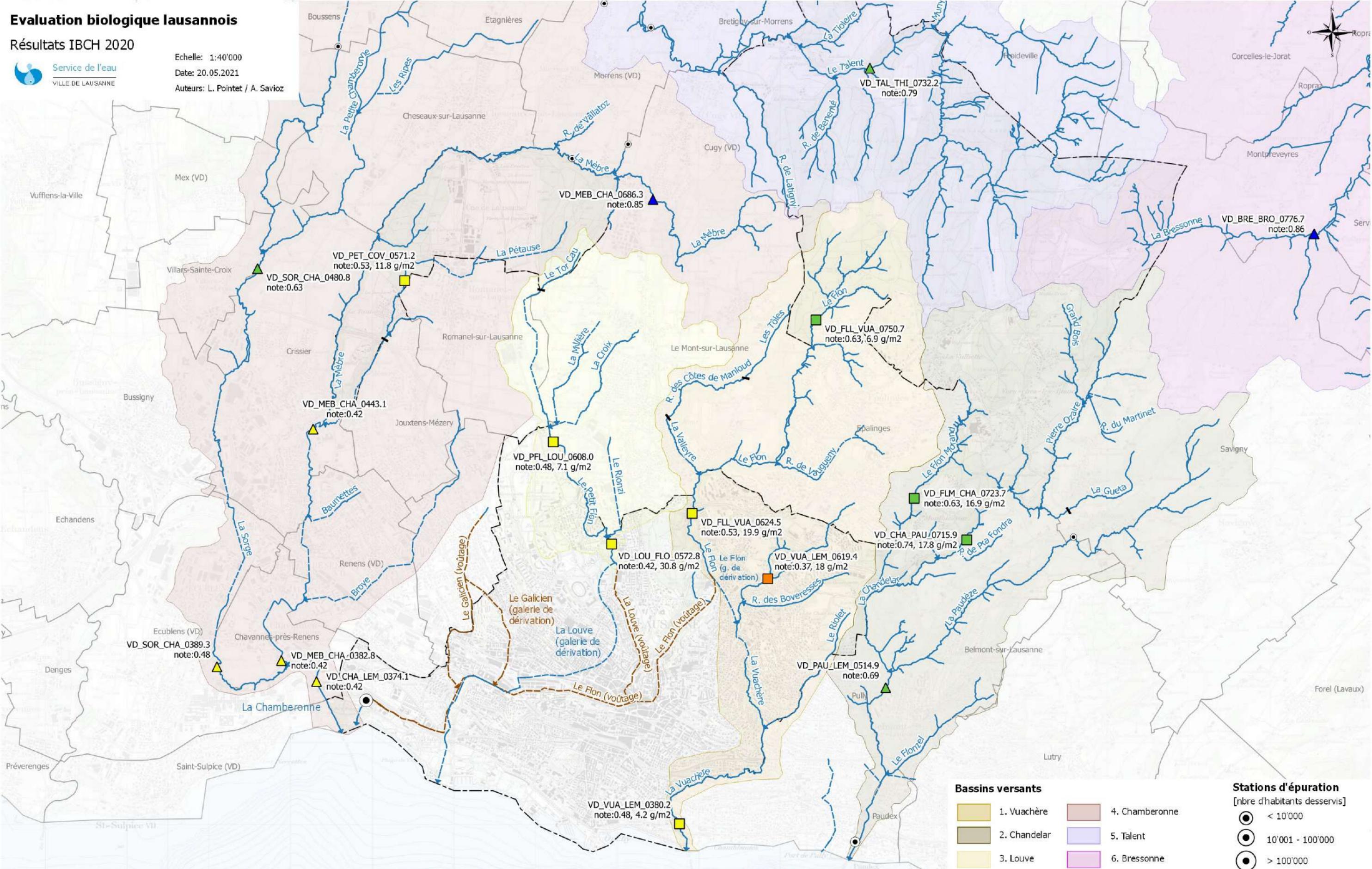
# Annexe 8

*Carte de l'évaluation biologique, résultats 2020*

# Evaluation biologique lausannois

Résultats IBCH 2020

Echelle: 1:40'000  
 Date: 20.05.2021  
 Auteurs: L. Pointet / A. Savioz



- cours d'eau à ciel ouvert
- cours d'eau enterré
- collecteurs d'eaux mixtes
- ▶ confluence / embouchure
- | changement de nom
- limites communales



Stations Lausanne	Stations Canton de Vaud (DGE)
VD_VUA_LEM_0380.2 La Vuachère, Denantou	VD_CHA_PAU_0715.9 La Chandelar, Pra Fondra
VD_VUA_LEM_0619.4 La Vuachère, Valmont	VD_FLM_CHA_0723.7 Le Flon Morand, Montblesson
VD_FLL_VUA_0624.5 Le Flon, Vivarium	VD_LOU_LEM_0572.8 La Louve, Bois-Mermet
VD_PFL_LOU_0608.0 Le Petit-Flon, Tuilière	VD_PET_COV_0572 La Pétause, Taulard
VD_FLL_VUA_0750.7 Le Flon, Les Liaises	

Bassins versants	Stations d'épuration [nbre d'habitants desservis]
1. Vuachère	● < 10'000
2. Chandelar	● 10'001 - 100'000
3. Louve	● > 100'000
4. Chamberonne	
5. Talent	
6. Bressonne	

Stations Canton de Vaud (DGE)	Stations d'épuration
VD_PAU_LEM_0514.9 La Paudèze, Stand de Volson	VD_MEB_CHA_0443.1 La Mèbre, Route Prilly
VD_CHA_LEM_0374.1 La Chamberonne, UNIL Dorigny	VD_SOR_CHA_0389.3 La Sorge, amont EPFL
VD_MEB_CHA_0382.8 La Mèbre, Dorigny	VD_SOR_CHA_0480.8 La Sorge, Villars-Sainte-Croix
VD_TAL_THI_0732.2 Le Talent, Amont Montheron	VD_TAL_THI_0732.2 Le Talent, Amont Montheron
VD_MEB_CHA_0686.3 La Mèbre, Route Cugy-Le Mont	VD_BRE_BOR_0776.7 La Bressonne, Cullayes

# Annexe 9

*Tableau d'attribution des points pour évaluation écomorphologique*

Critère	Description		Points
Variabilité de la largeur du lit mouillé	<b>Importance</b>		
	prononcée		0,0
	limitée		2,0
	nulle		3,0
Aménagement du fond du lit	<b>Degré d'aménagement</b>	<b>Type d'aménagement</b>	
	nul	-	0,0
	< 10 %	-	1,0
	10 - 30 %	-	2,0
	> 30 %	empierrement, enrochement	2,0
	> 30 %	tous les autres matériaux	3,0
Renforcement du pied de la berge	<b>Degré de renforcement</b>	<b>Perméabilité</b>	
	< 10 %	perméable	0,0
		impermeable	0,0
	10 - 30 %	perméable	0,5
		impermeable	1,0
	30 - 60 %	perméable	1,5
		impermeable	2,0
	> 60 %	perméable	2,5
impermeable		3,0	
Rives	<b>Largeur</b>	<b>Nature</b>	
	suffisante	typiques d'un cours d'eau	0,0
		atypiques d'un cours d'eau	1,5
		artificielles	3,0
	insuffisante	typiques d'un cours d'eau	2,0
		atypiques d'un cours d'eau	3,0
		artificielles	3,0
nulle	-	3,0	

# Annexe 10

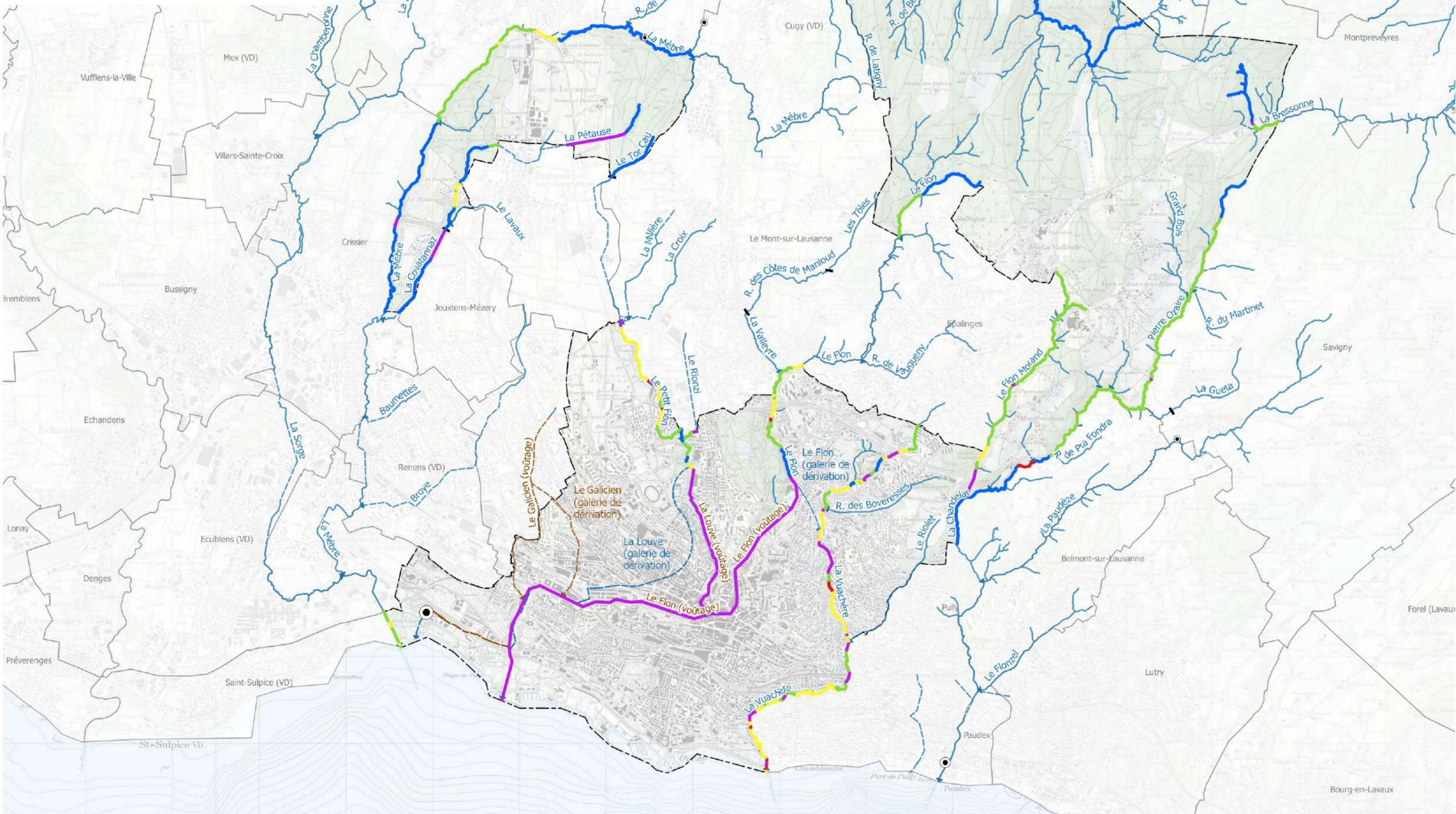
*Carte de l'évaluation écomorphologique 2020*

# Evaluation écomorphologique lausannoise

## Résultats 2020



Echelle: 1:40'000  
 Date: 20.05.2021  
 Auteur: A.Savioz / L.Pointet



cours d'eau à ciel ouvert	confluence / embouchure	<b>Stations d'épuration</b> [nbre d'habitants desservis]	<b>Résultats écomorphologique</b>
cours d'eau enterré	changement de nom	< 10'000	[Points] 0   2   6   10   13
collecteurs d'eaux mixtes	limites communales	10'001 - 100'000	<b>Classe I</b>   <b>Classe II</b>   <b>Classe III</b>   <b>Classe IV</b>   <b>Classe V</b>
		> 100'000	[Classe de qualité] naturel/semi-naturel   Peu atteint   Très atteint   Non naturel/artificiel   Mise sous terre

# Annexe 11

*Protocole de détermination de la note chimie-nutriments*

Exemple calcul de la note chimie-nutriments module SMG

Station de prélèvements XXX	Mois de prélèvements	Phosphore total [mg P/l]	Orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) [mg P/l]	Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg A/l]	Nitrites (NO <sub>2</sub> -) [mg A/l]	Nitrates (NO <sub>3</sub> -) [mg A/l]	Carbone organique total (COT) [mg C/l]	Carbone organique dissous (COD) [mg C/l]	Note globale (worst case)
	nov.19	0,0670	0,0290	0,029	0,009	2,463	3,87	2,600	
	janv.20	0,1060	0,0120	0,529	0,052	2,057	3,87	2,130	
	févr.20	0,0580	0,0370	0,030	0,018	2,079	1,90	2,190	
	avr.20	0,0570	0,0210	0,053	0,026	1,763	2,09	1,890	
	mai.20	0,0970	0,0530	0,074	0,026	1,898	2,10	2,180	
	juin.20	0,0930	0,0490	0,116	0,021	2,057	2,01	1,910	
	juil.20	0,1360	0,0830	0,106	0,027	2,192	1,32	1,350	
	août.20	0,1360	0,0600	0,061	0,025	1,966	1,32	1,350	
	sept.20	0,1880	0,0490	0,036	0,008	0,655	6,26	2,520	
	oct.20	0,0700	0,0510	0,063	0,016	2,102	1,50	1,400	
	nov.20	0,0660	0,0430	0,092	0,015	1,763	2,55	2,500	
	déc.20	0,0420	0,0340	0,057	0,014	1,763	2,12	2,050	
<b>90e centile</b>									
	<b>0,136</b>	<b>0,059</b>	<b>0,115</b>	<b>0,027</b>	<b>2,18</b>	<b>4,1</b>	<b>2,5</b>	<b>Médiocre</b>	

# Annexe 12

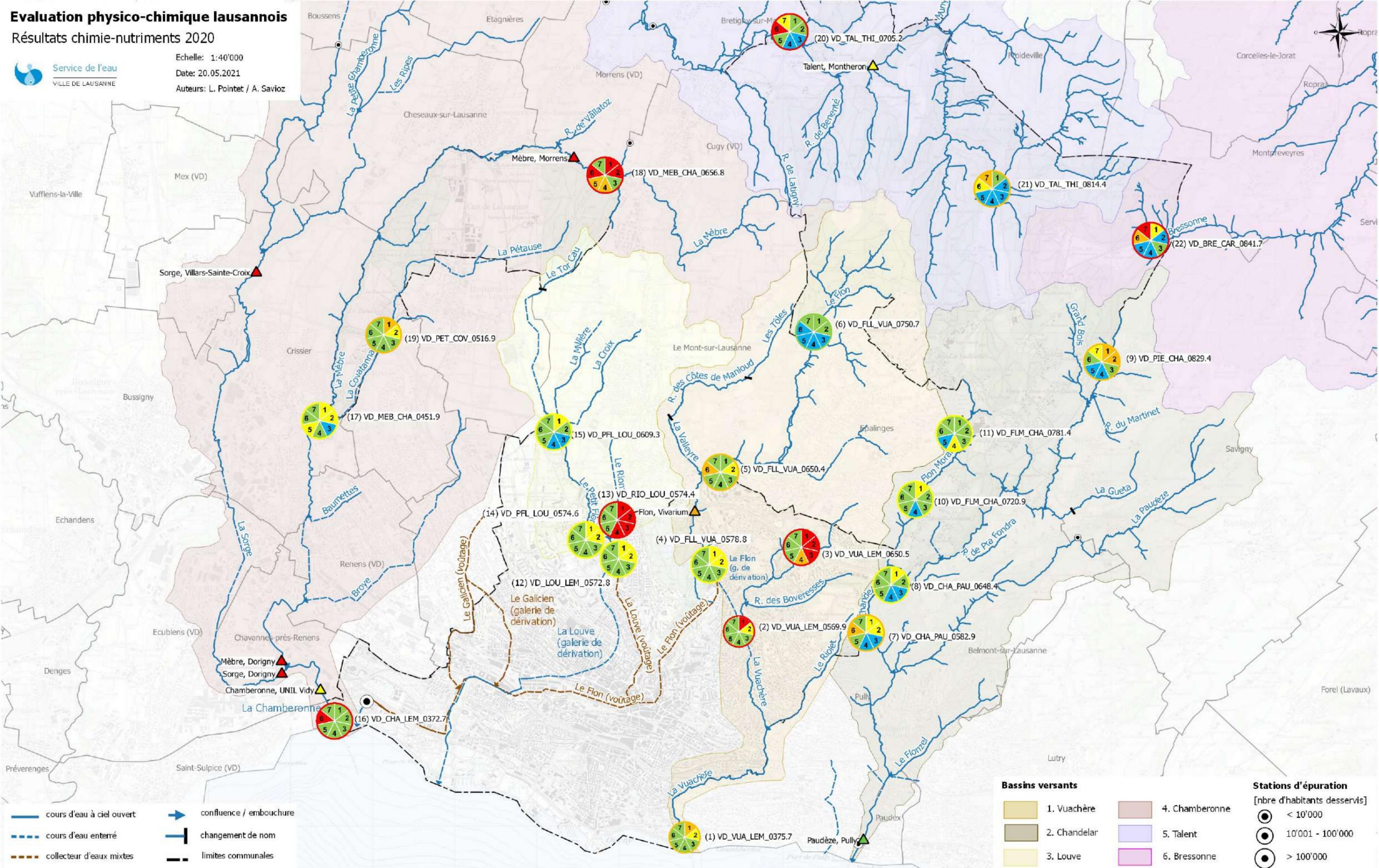
*Carte de l'évaluation des nutriments (chimie de l'eau), résultats 2020*

# Evaluation physico-chimique lausannois

## Résultats chimie-nutriments 2020



Echelle: 1:40'000  
Date: 20.05.2021  
Auteurs: L. Pointet / A. Savioz



- cours d'eau à ciel ouvert
- cours d'eau enterré
- collecteur d'eaux mixtes
- confluence / embouchure
- changement de nom
- limites communales

- Bassins versants**
- 1. Vuachère
  - 2. Chandelar
  - 3. Louve
  - 4. Chamberonne
  - 5. Talent
  - 6. Bressonne
- Stations d'épuration**  
[nbr de habitants desservis]
- < 10'000
  - 10'001 - 100'000
  - > 100'000

Classe de qualité:	Paramètres	Classe de qualité - note globale	Station Canton de Vaud	Stations Lausanne
Très bon (Blue)	1 = Phosphore total [mg P/l]	Très bon (Blue)	Station Canton de Vaud	(1) Vuachère, Denantou
Bon (Light Green)	2 = Orthophosphates (PO4 <sup>3-</sup> ) [mg P/l]	Bon (Light Green)		(2) Vuachère, Chally
Moyen (Yellow)	3 = Ammonium [mg N/l]	Moyen (Yellow)		(3) Vuachère, Valmont
Médiocre (Orange)	4 = Nitrites [mg N/l]	Médiocre (Orange)		(4) Flon, Tridel
Mauvais (Red)	5 = Nitrates [mg N/l]	Mauvais (Red)		(5) Flon, Les Montenailles
	6 = Carbone organique total [mg C/l]			(6) Flon, Les Liases
	7 = Carbone organique dissous [mg C/l]			(7) Chandelar, Bois de la Chenaule
				(8) Chandelar, Grangette
				(9) Pierre Ozaire, Pierre Ozaire
				(10) Flon Morand, Montblesson
				(11) Flon Morand, Nestlé
				(12) Louve, Bois Mermet
				(13) Rionzi, Borde-Bellevaux
				(14) Petit Flon, Bois-Gentil
				(15) Petit Flon, Tuilière
				(16) Chamberonne, Vidy
				(17) Mébre, Bois d'en Bas
				(18) Mébre, Biolettes
				(19) Pétause, Vermand
				(20) Talent, Montheron
				(21) Talent, Creux Gadin
				(22) Bressonne, St-Catherine

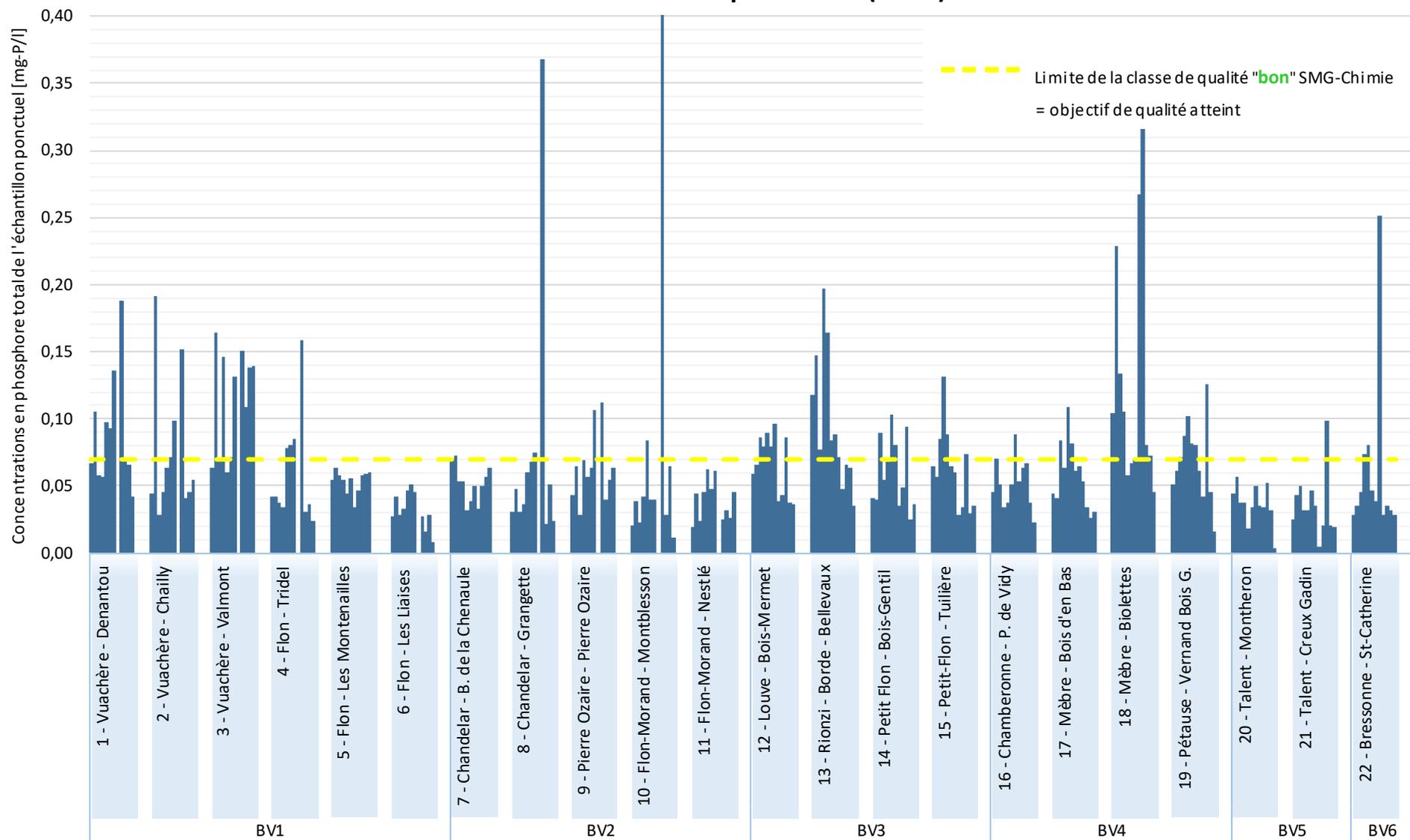
**Stations Canton de Vaud (DGE)**

Paudèze, Pully amont STEP	Sorge, Villars-Sainte-Croix
Flon, Vivarium	Mèbre, Dorigny
Chamberonne, UNIL Vidy	Mèbre, Morrens
Sorge, Dorigny	Talent, Montheron

# Annexe 13

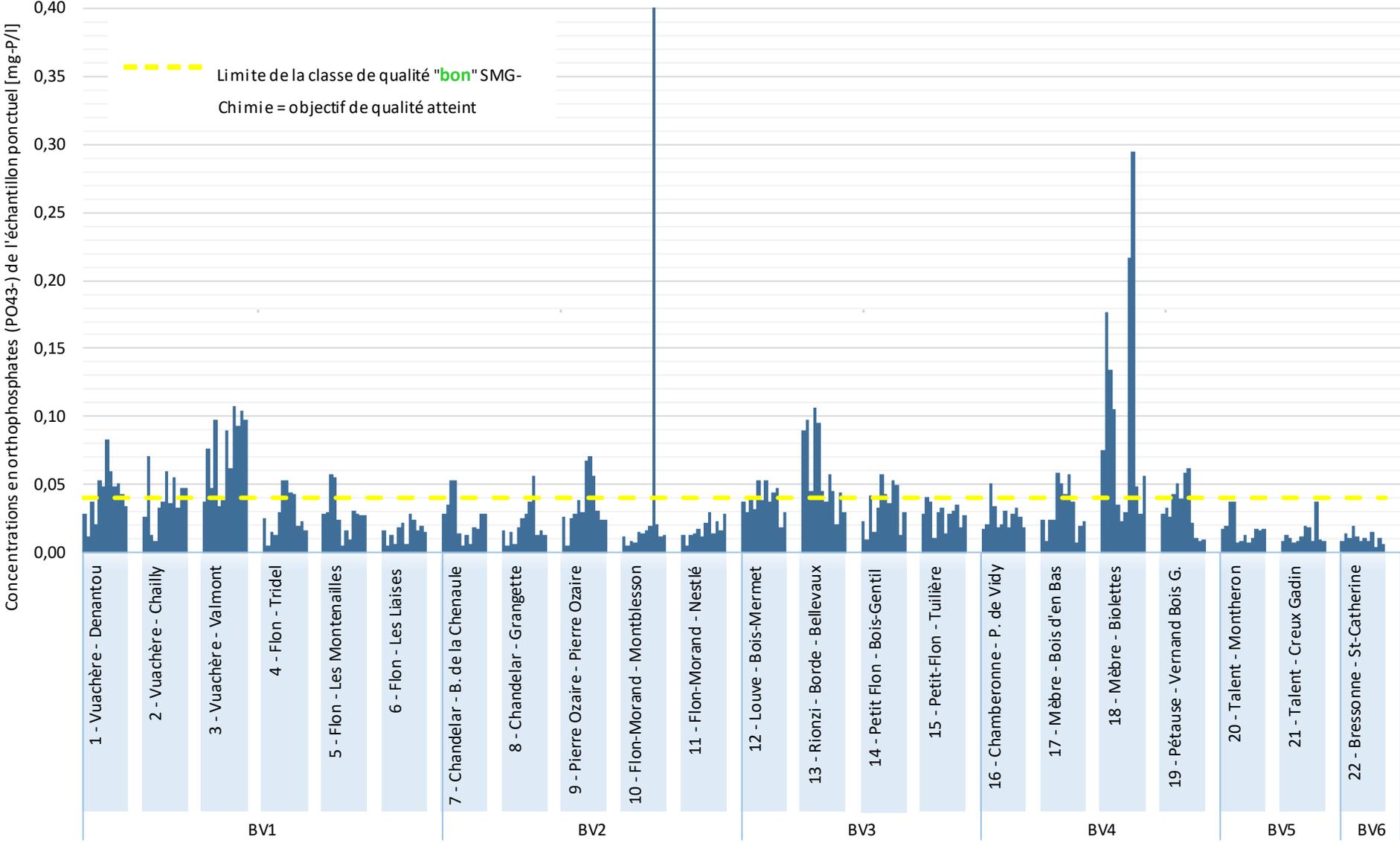
*Graphique des concentrations en nutriments (chimie de l'eau) 2020*

## 2020 - Phosphore total (PTOT)



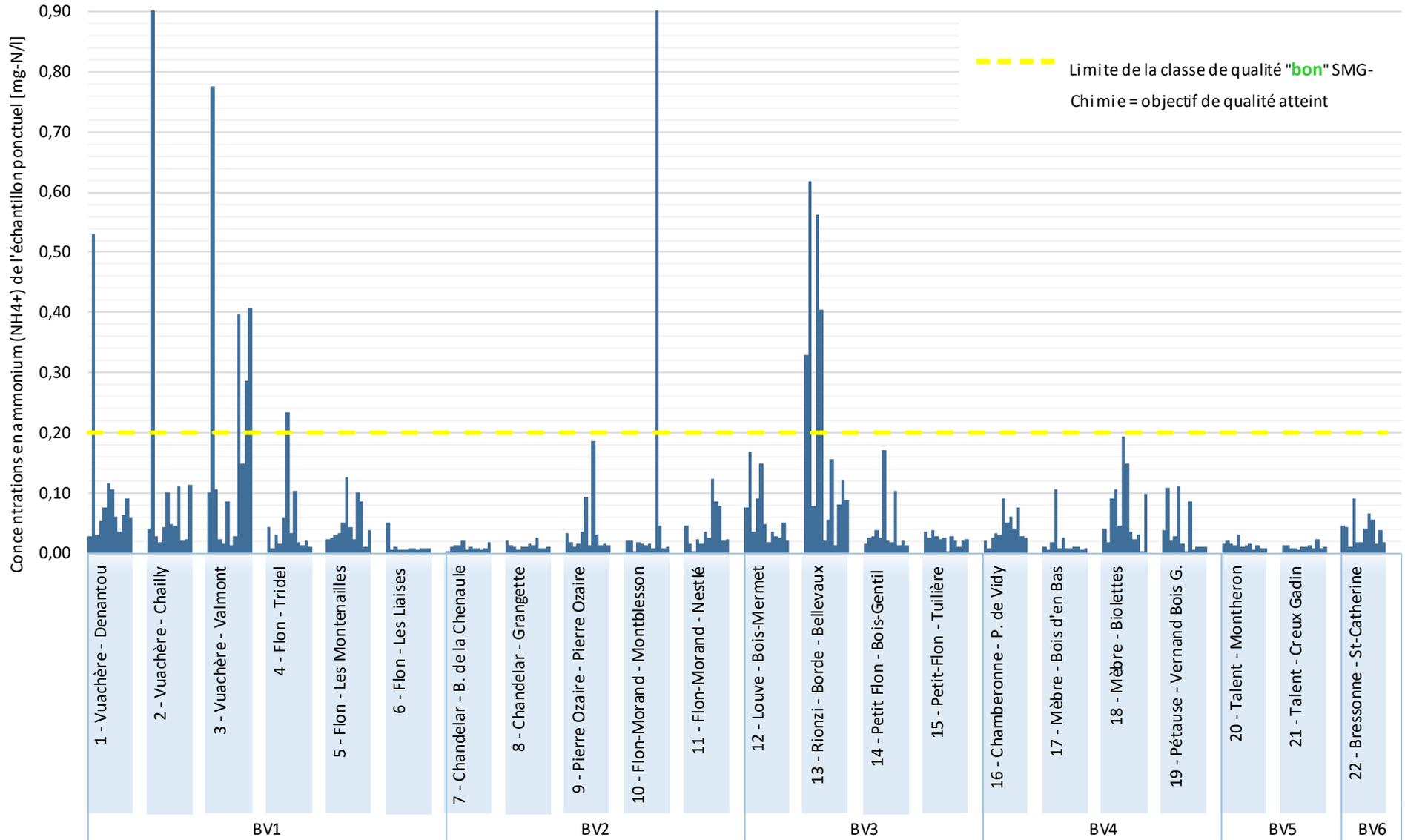
22 stations de prélèvements, échantillonnage ponctuel (1x/mois) sur 12 mois

## 2020 - Orthophosphates (PO43-)



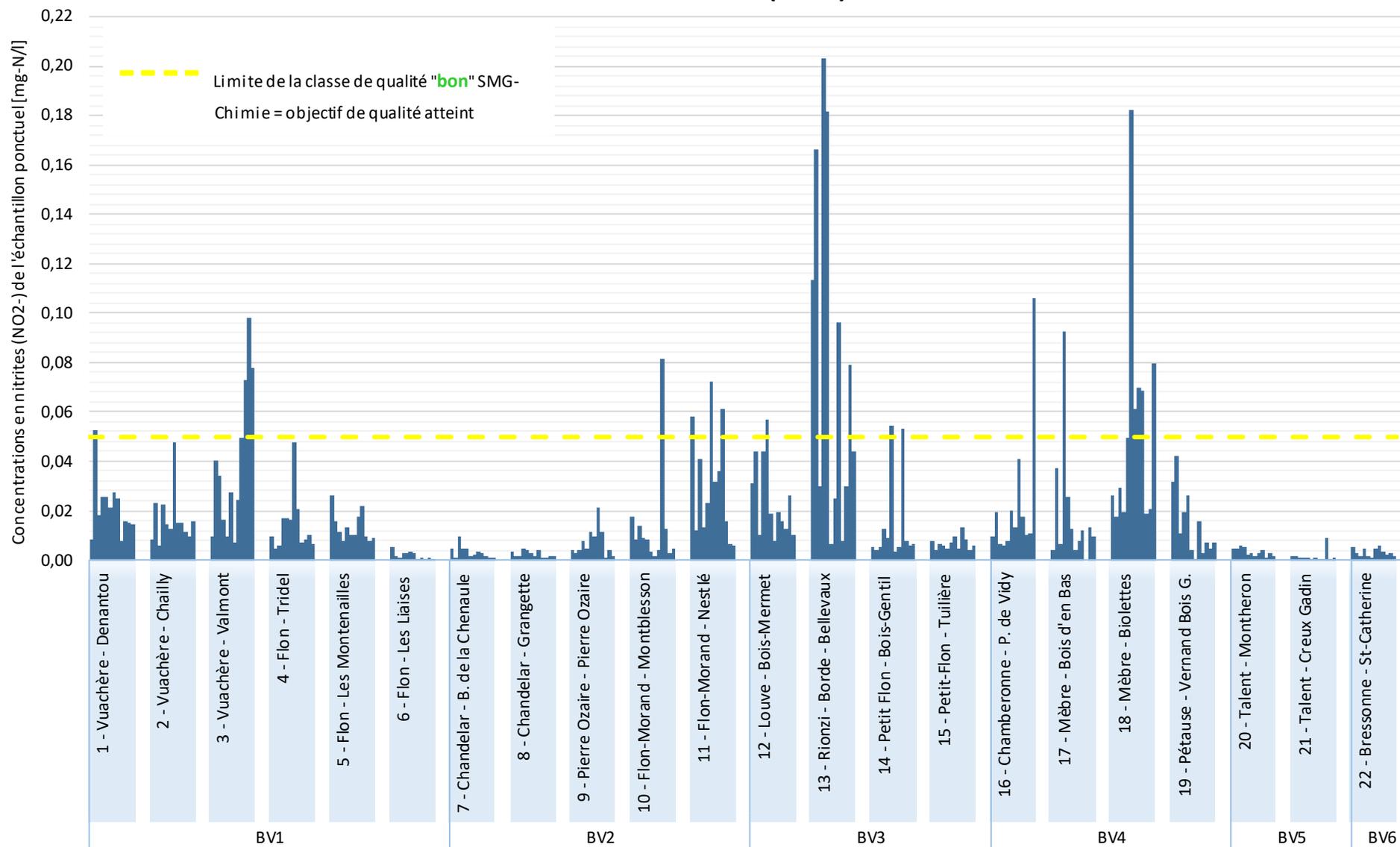
22 stations de prélèvements, échantillonnage ponctuel (1x/mois) sur 12 mois

## 2020 - Ammonium (NH4+)



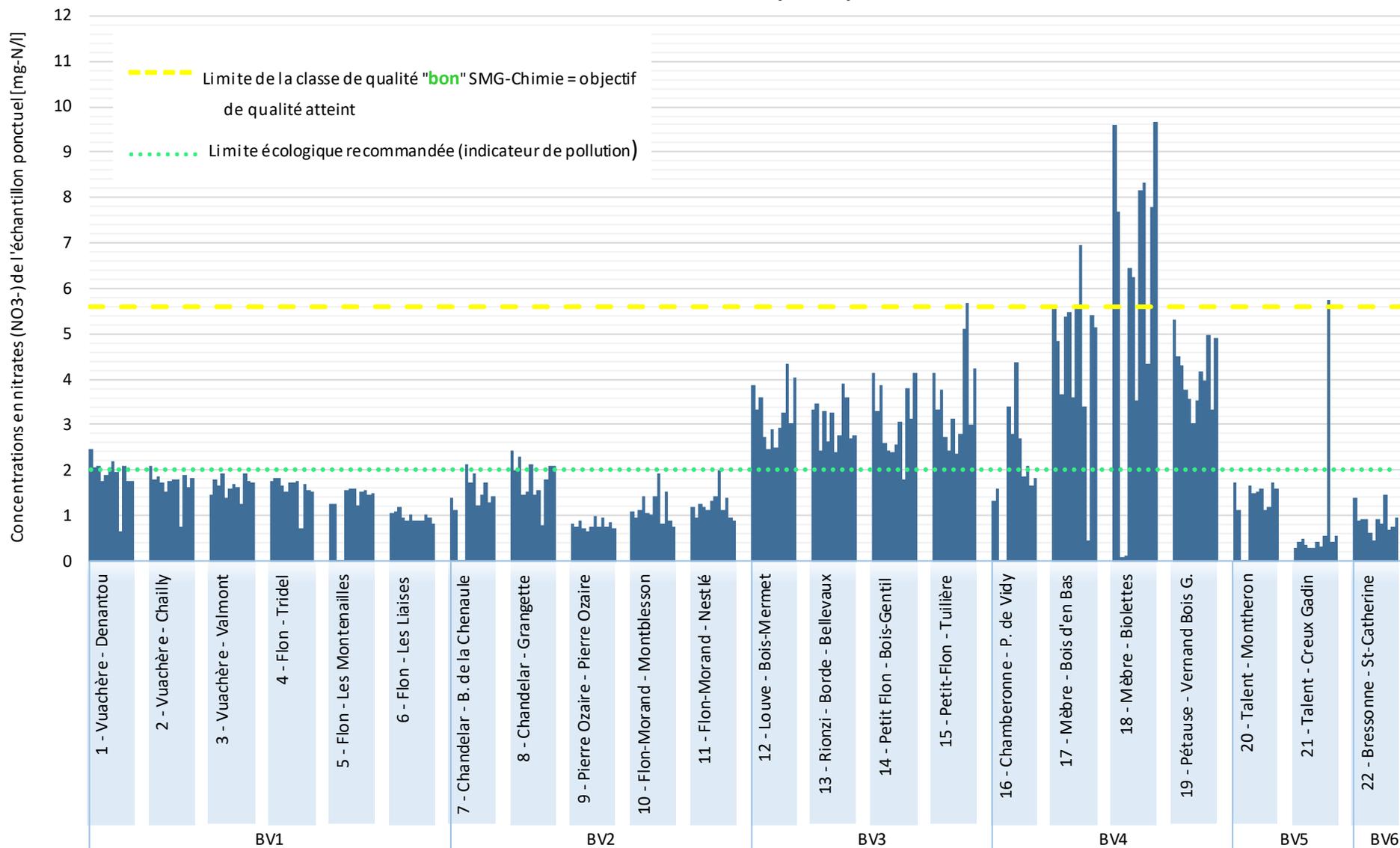
22 stations de prélèvements, échantillonnage ponctuel (1x/mois) sur 12 mois

## 2020 - Nitrites (NO<sub>2</sub>-)



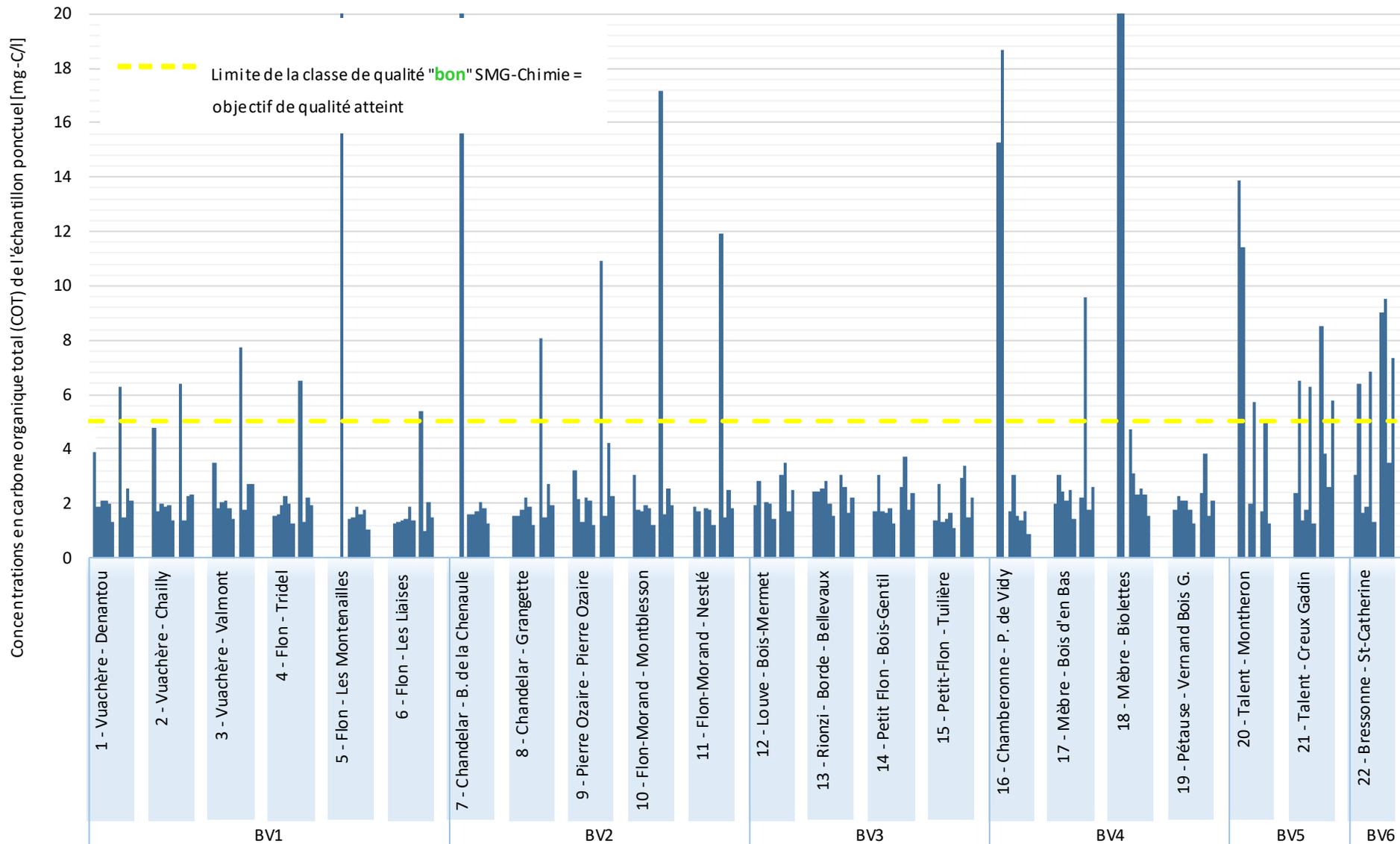
22 stations de prélèvements, échantillonnage ponctuel (1x/mois) sur 12 mois

## 2020 - Nitrates (NO<sub>3</sub>-)



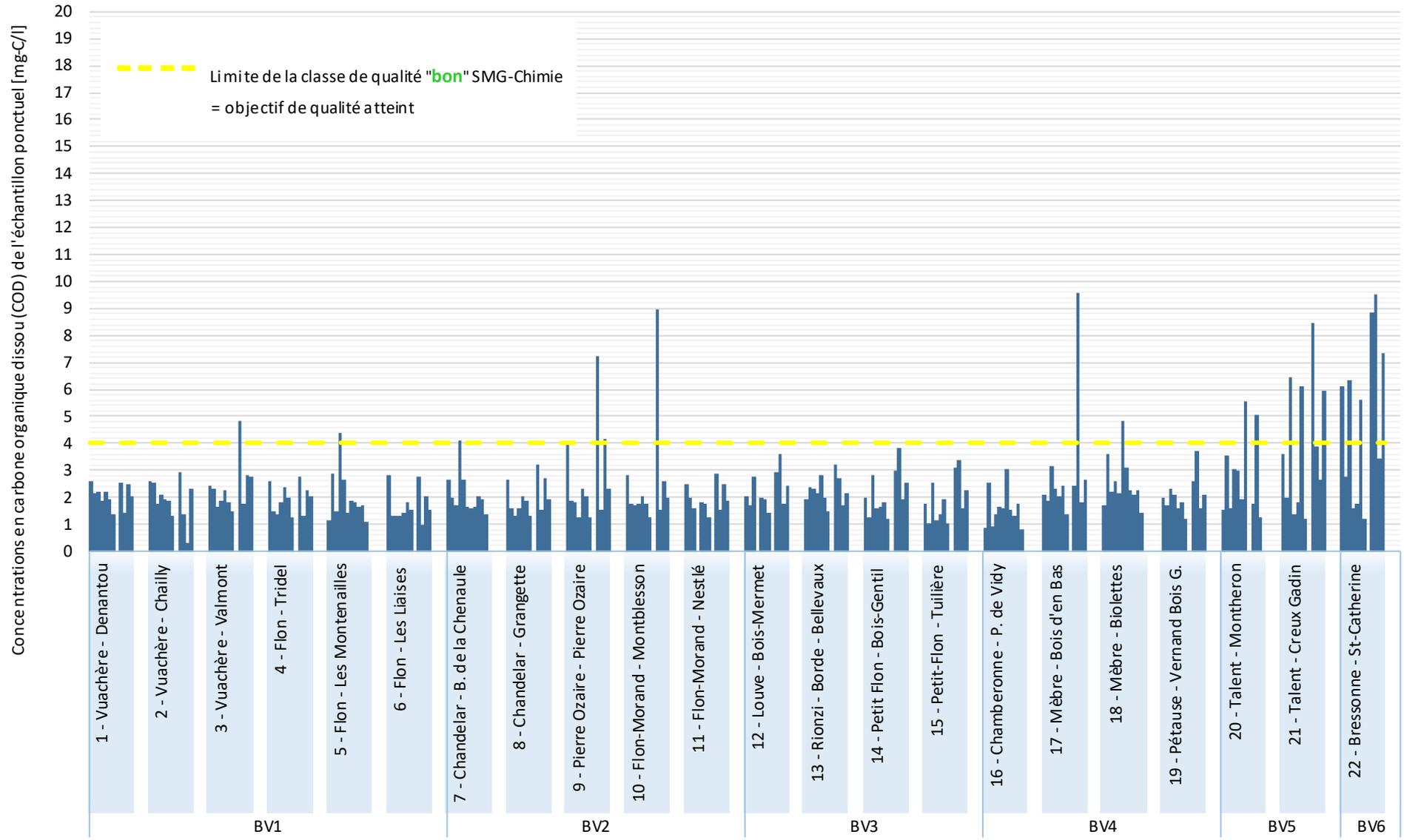
22 stations de prélèvements, échantillonnage ponctuel (1x/mois) sur 12 mois

## 2020 - Carbone organique total (COT)



22 stations de prélèvements, échantillonnage ponctuel (1x/mois) sur 12 mois

## 2020 - Carbone organique dissous (COD)

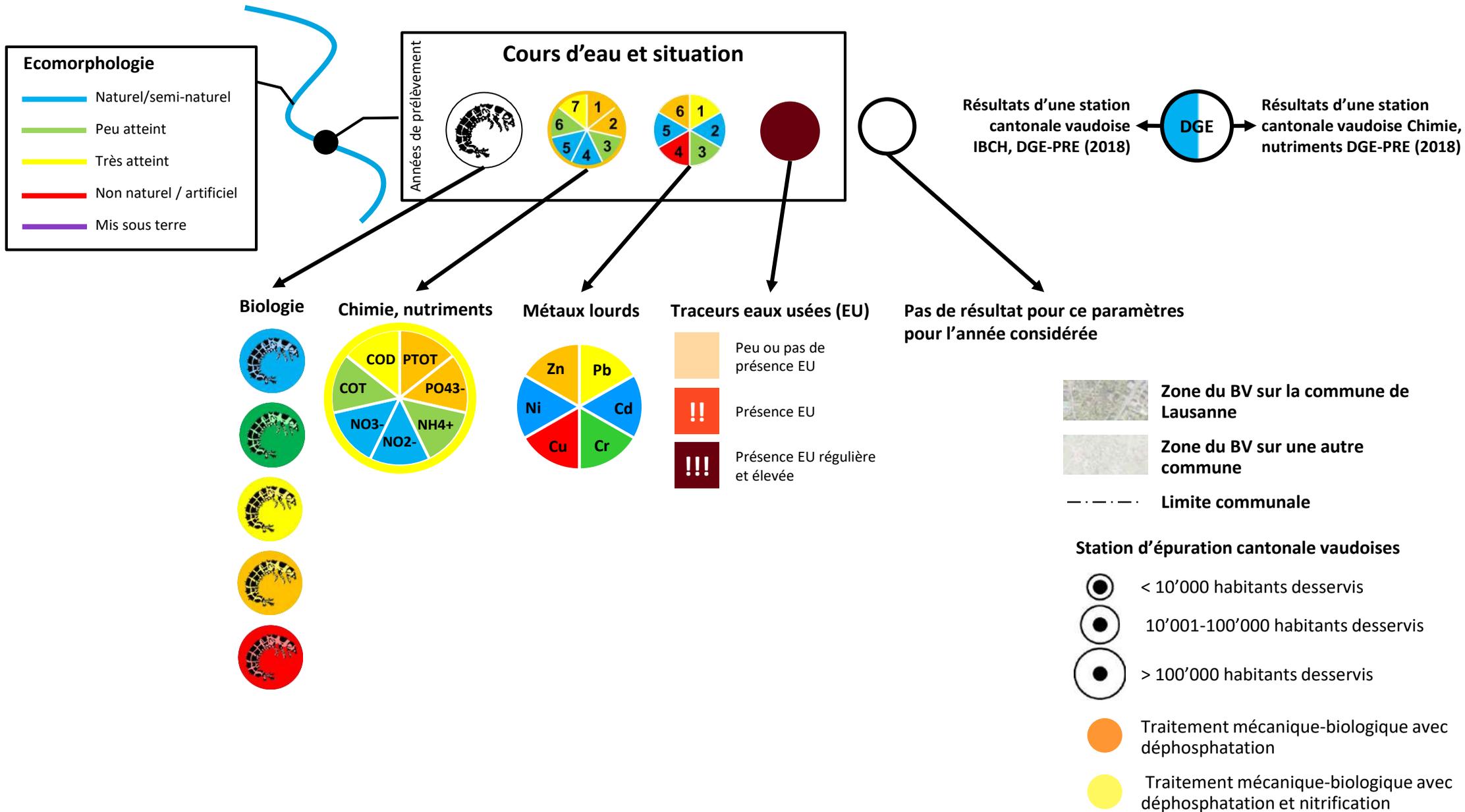


22 stations de prélèvements, échantillonnage ponctuel (1x/mois) sur 12 mois

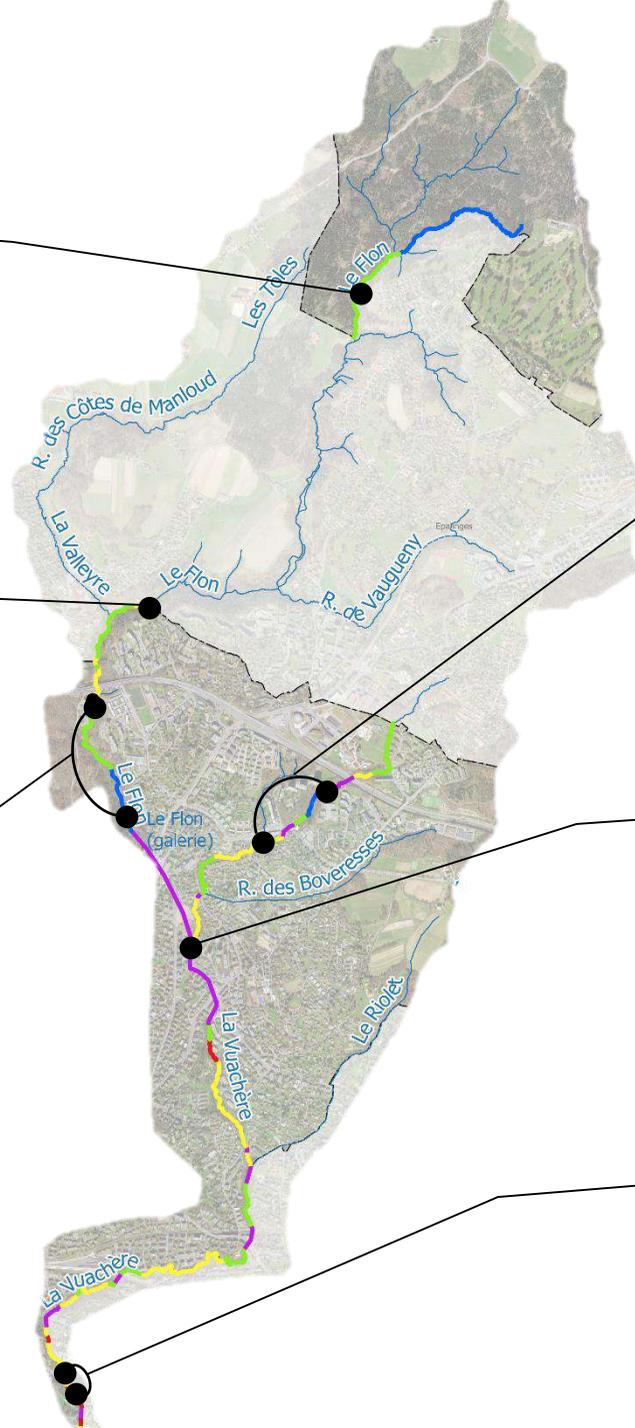
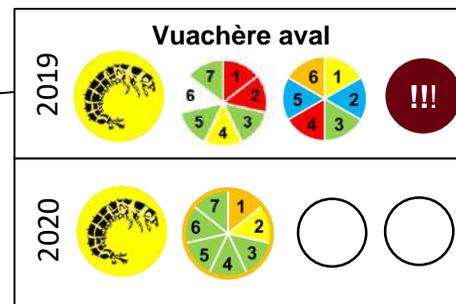
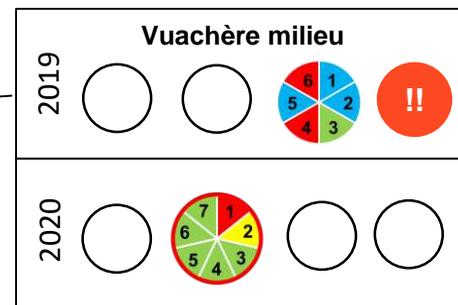
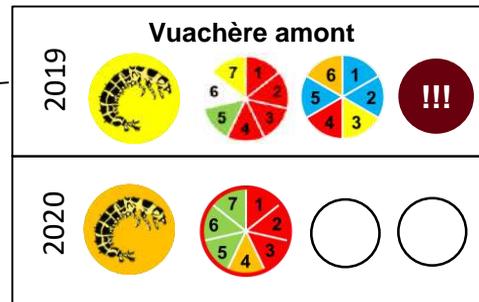
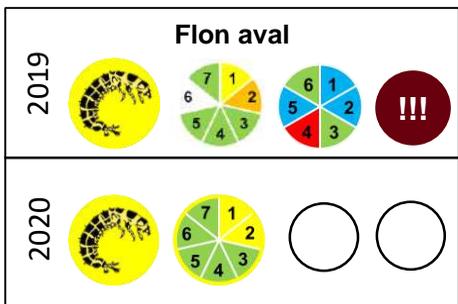
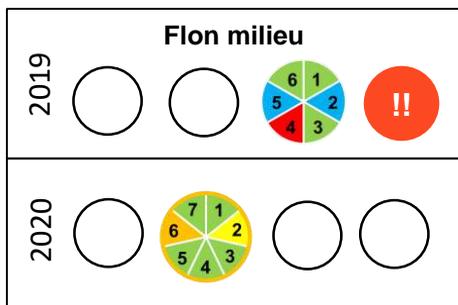
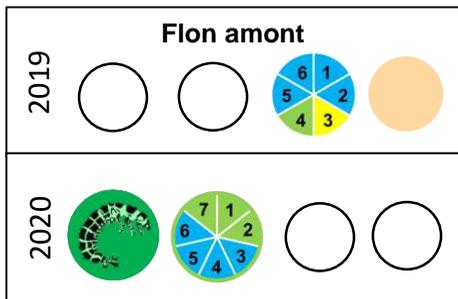
# Annexe 14

*Cartes de synthèse des résultats par bassin versants entre 2019-2020*

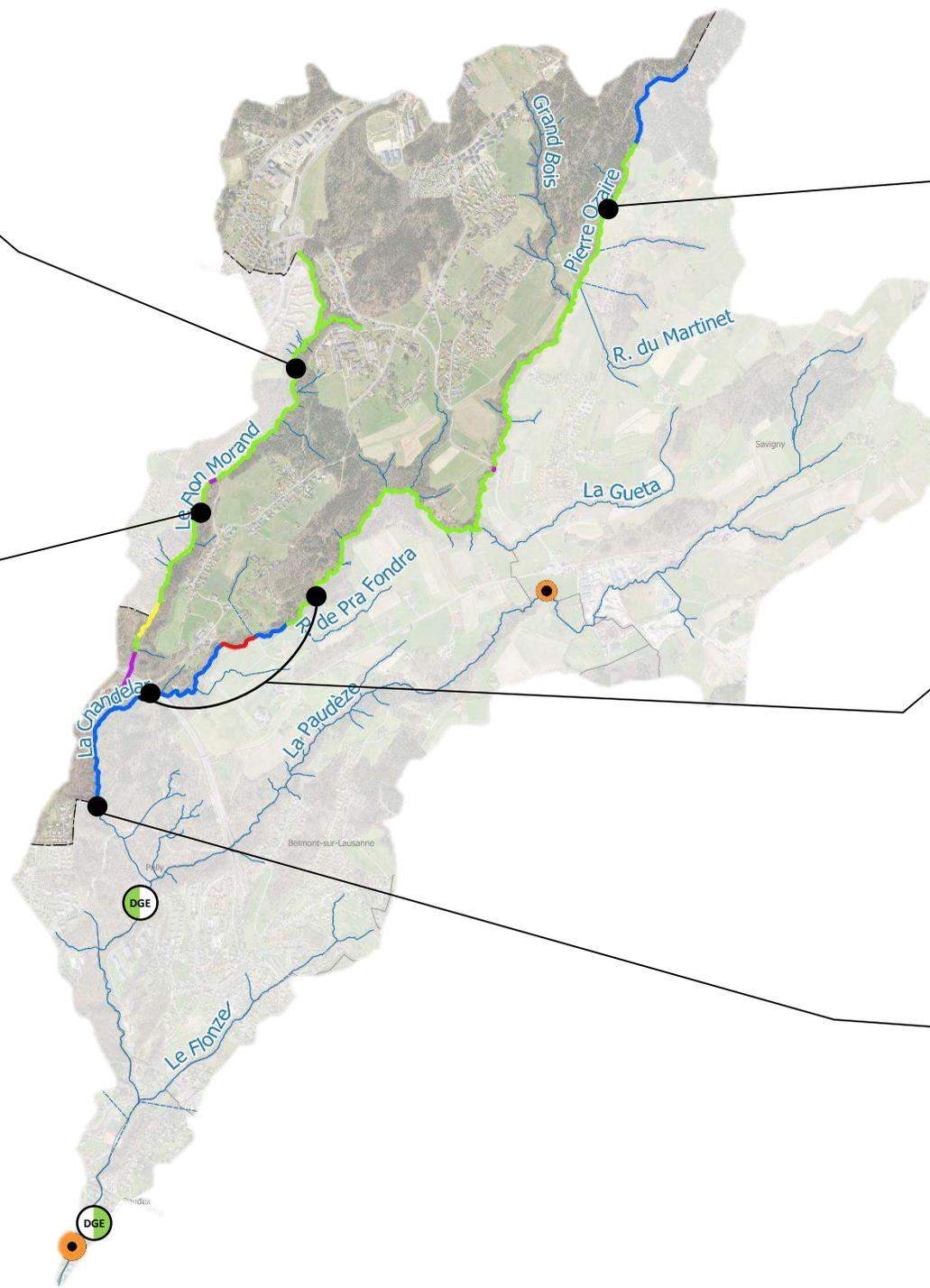
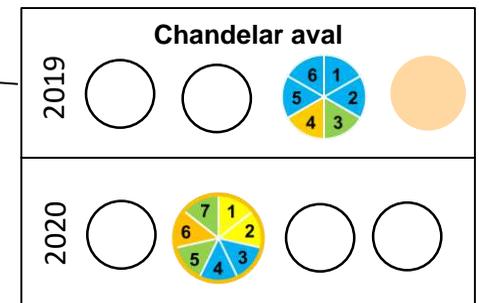
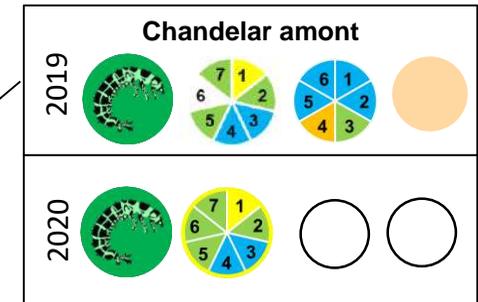
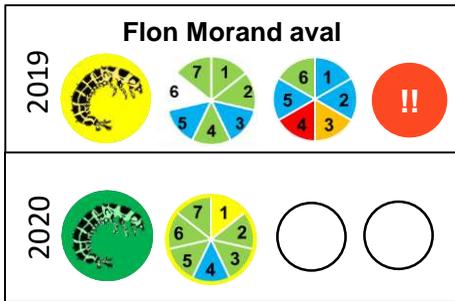
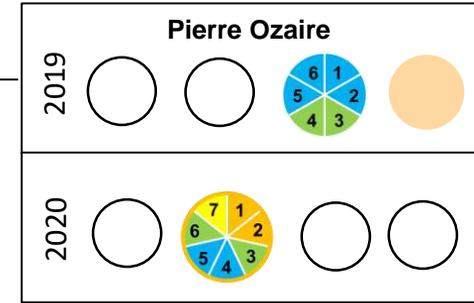
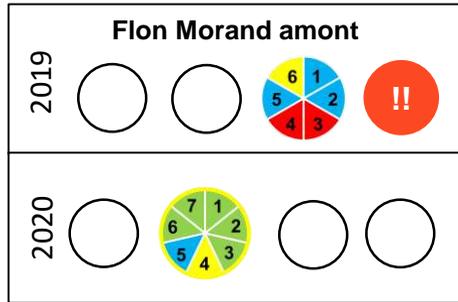
# Légende des cartes résultats et évolution 2019-2020



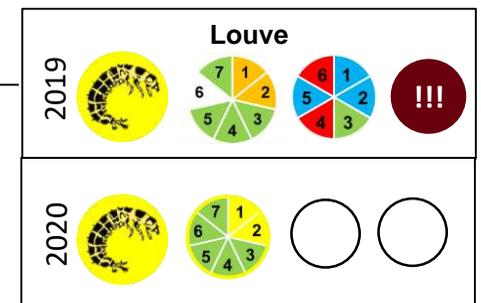
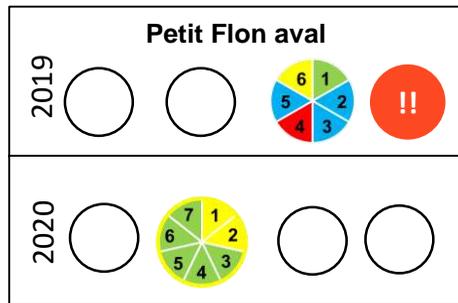
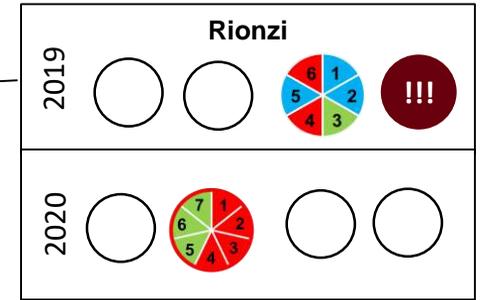
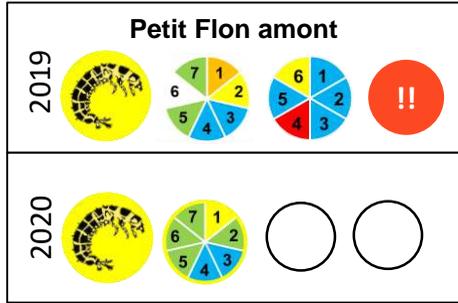
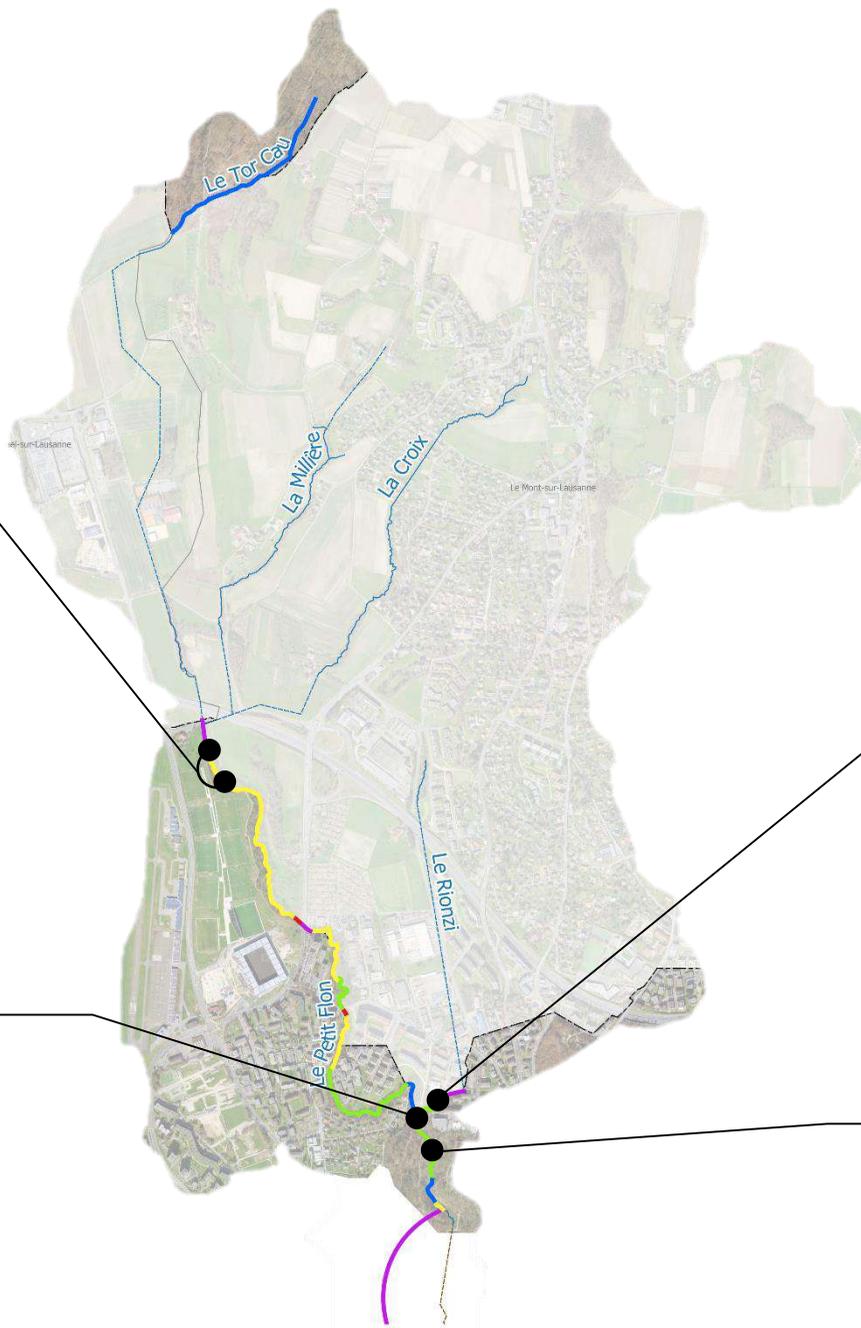
# BV1- Vuachère



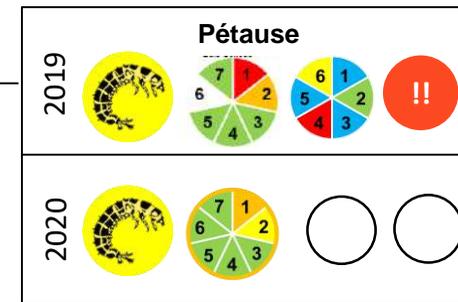
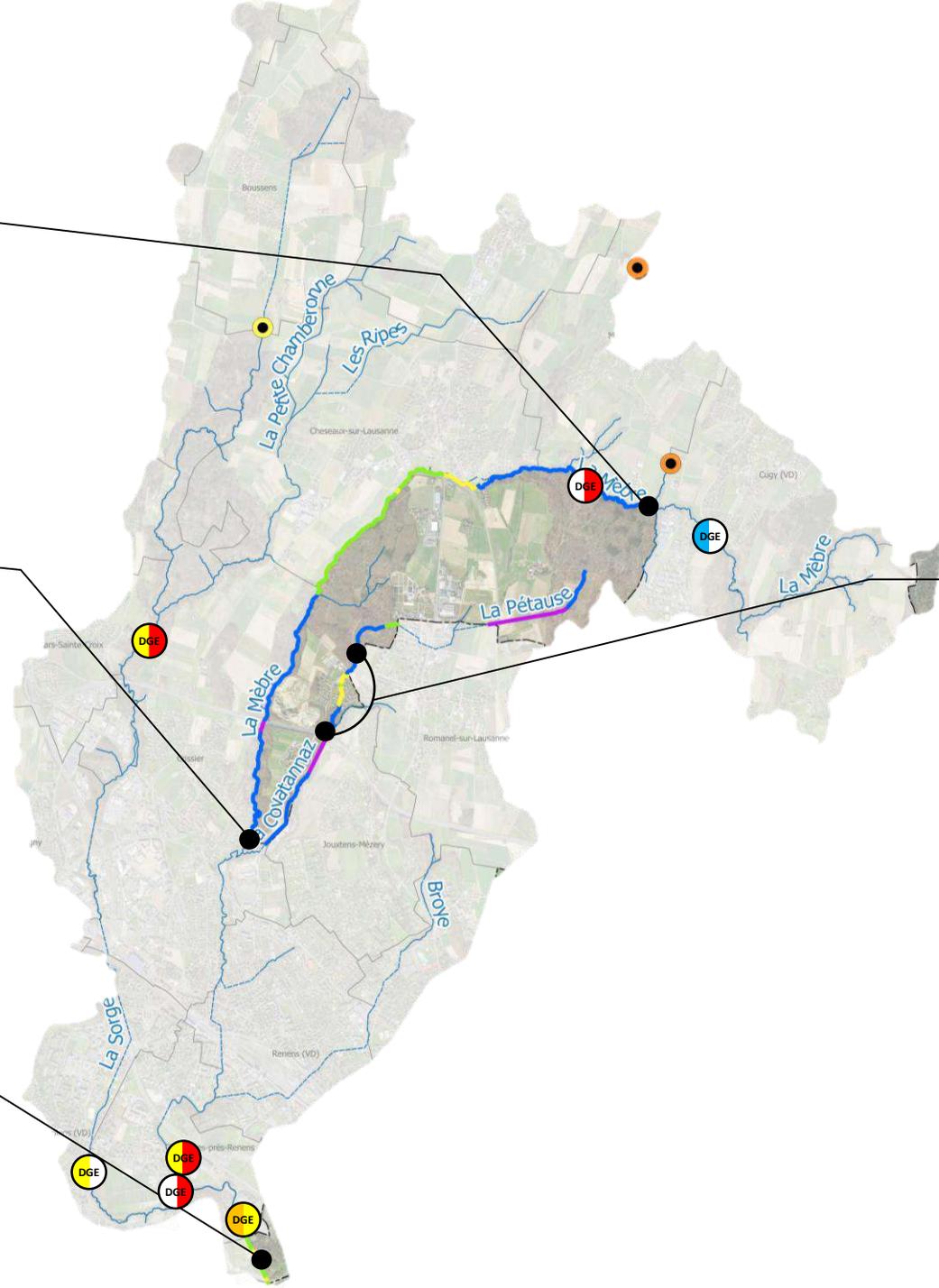
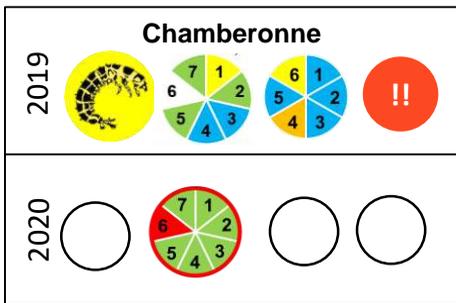
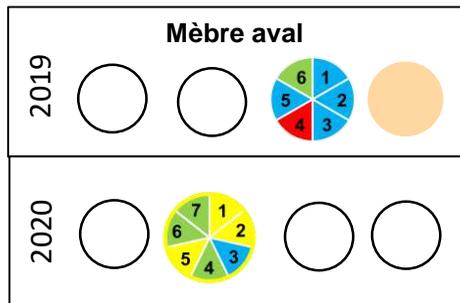
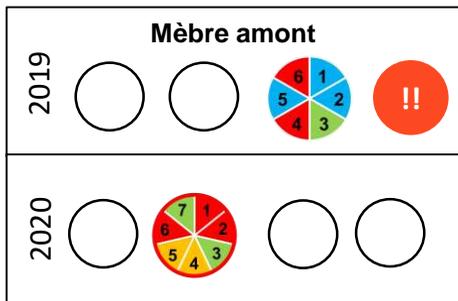
# BV2 - Chandelar



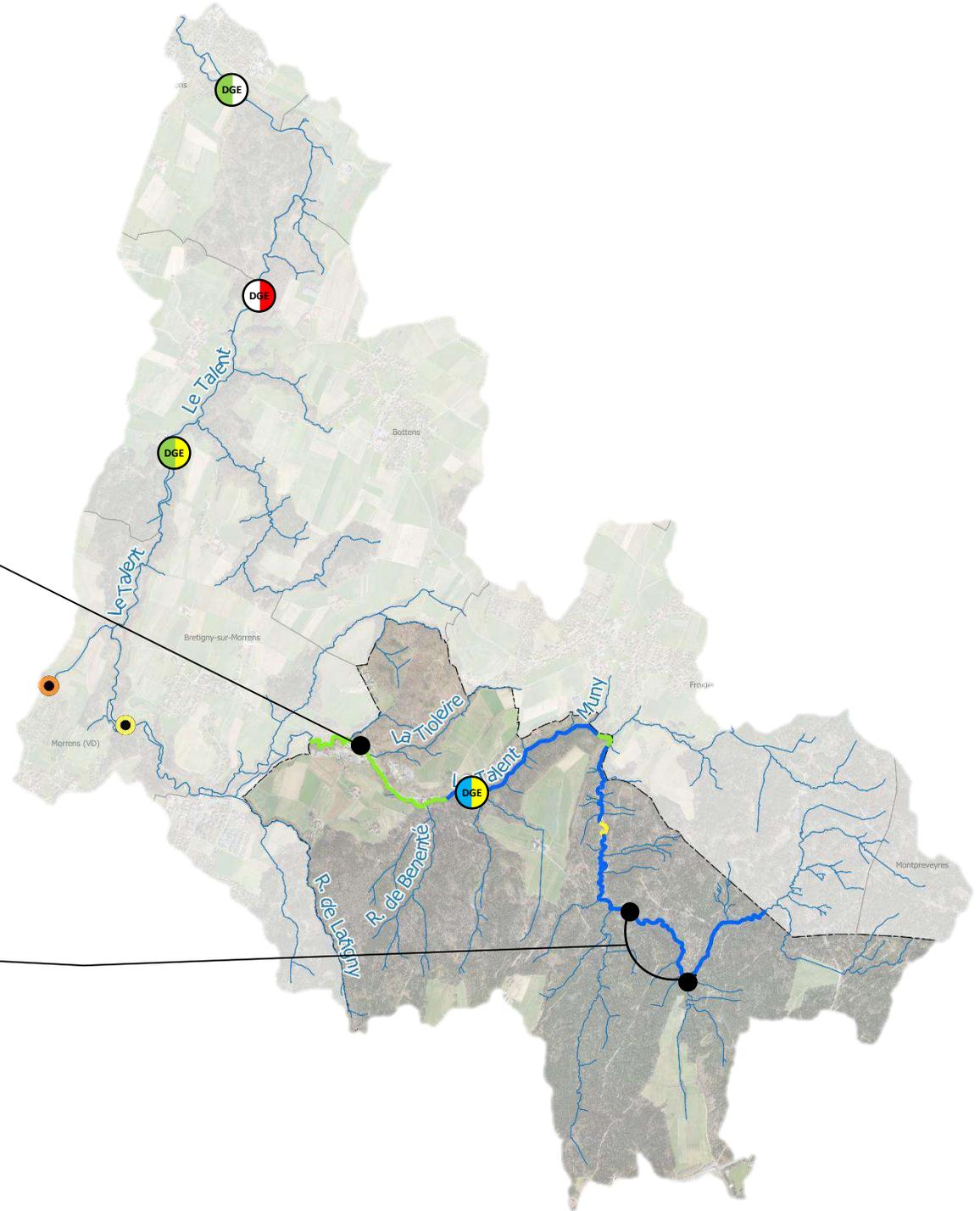
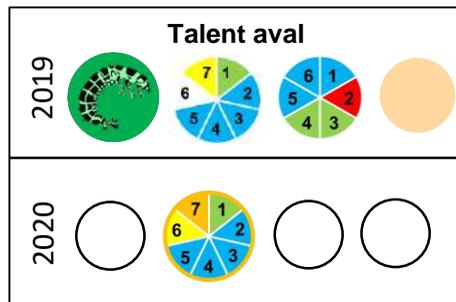
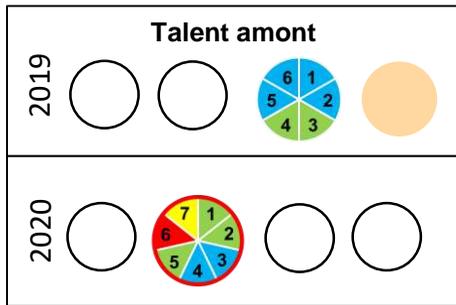
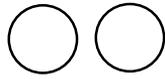
# BV3 - Louve



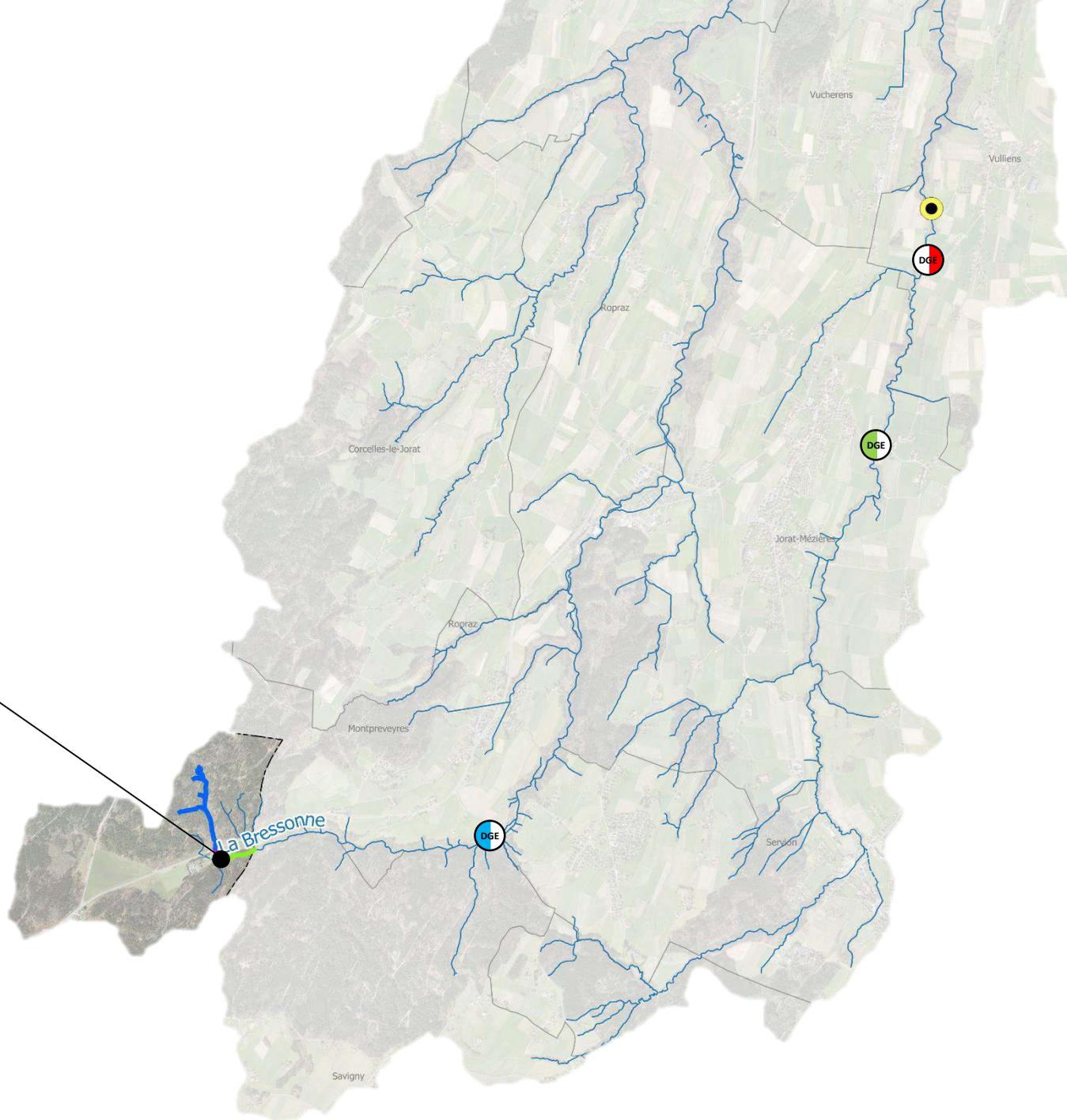
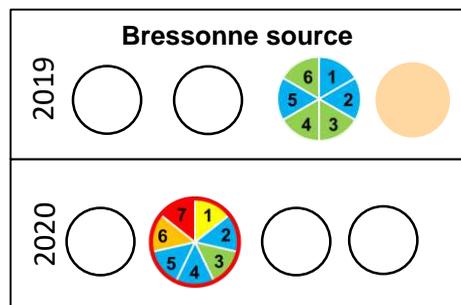
# BV4 - Chamberonne



# BV5 - Talent



# BV6 - Bressonne



# Annexe 15

*Carte de l'évaluation biologique, perspectives 2021*

# Evaluation biologique lausannois

Perspectives 2020



Echelle: 1:40'000  
Date: 20.05.2021  
Auteurs: L. Pointet / A. Savioz



<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">—</span> cours d'eau à ciel ouvert</li> <li><span style="color: blue;">- - -</span> cours d'eau enterré</li> <li><span style="color: brown;">- - -</span> collecteurs d'eaux mixtes</li> <li><span style="color: blue;">➔</span> confluence / embouchure</li> <li><span style="color: blue;"> </span> changement de nom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: black;">- - -</span> limites communales</li> </ul> <p><b>Stations d'épuration</b> [nbre d'habitants desservis]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: black;">●</span> &lt; 10'000</li> <li><span style="color: black;">●</span> 10'001 - 100'000</li> <li><span style="color: black;">●</span> &gt; 100'000</li> </ul>	<p><b>Stations Lausanne</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: grey;">■</span> Station pérenne</li> <li><span style="color: magenta;">■</span> Nouvelle station</li> </ul> <table border="0"> <tr> <td>VD_VUA_LEM_0380.2 La Vuachère, Denantou</td> <td>VD_FLM_CHA_0723.7 Le Flon Morand, Montblésson</td> </tr> <tr> <td>VD_VUA_LEM_0619.4 La Vuachère, Valmont</td> <td>VD_LOU_LEM_0572.8 La Louve, Bois-Mermet</td> </tr> <tr> <td>VD_FLL_VUA_0624.5 Le Flon, Vivarium</td> <td>VD_PFL_LOU_0608.0 Le Petit-Flon, Tuilière</td> </tr> <tr> <td>VD_FLL_VUA_0750.7 Le Flon, Les Liaises</td> <td><span style="color: magenta;">VD_MEB_CHA_0589.8 La Mèbre, Cheseaux</span></td> </tr> <tr> <td>VD_CHA_PAU_0715.9 La Chandelar, Pra Fondra</td> <td>VD_PET_COV_0571.2 La Pétause, Taulard</td> </tr> </table>	VD_VUA_LEM_0380.2 La Vuachère, Denantou	VD_FLM_CHA_0723.7 Le Flon Morand, Montblésson	VD_VUA_LEM_0619.4 La Vuachère, Valmont	VD_LOU_LEM_0572.8 La Louve, Bois-Mermet	VD_FLL_VUA_0624.5 Le Flon, Vivarium	VD_PFL_LOU_0608.0 Le Petit-Flon, Tuilière	VD_FLL_VUA_0750.7 Le Flon, Les Liaises	<span style="color: magenta;">VD_MEB_CHA_0589.8 La Mèbre, Cheseaux</span>	VD_CHA_PAU_0715.9 La Chandelar, Pra Fondra	VD_PET_COV_0571.2 La Pétause, Taulard	<p><b>Stations Canton de Vaud (DGE)</b></p> <table border="0"> <tr> <td>VD_PAU_LEM_0514.9 La Paudèze, Stand de Volson</td> <td>VD_MEB_CHA_0443.1 La Mèbre, Route Prilly</td> </tr> <tr> <td>VD_CHA_LEM_0374.1 La Chamberonne, UNIL Dorigny</td> <td>VD_SOR_CHA_0389.3 La Sauge, amont EPFL</td> </tr> <tr> <td>VD_MEB_CHA_0382.8 La Mèbre, Dorigny</td> <td>VD_SOR_CHA_0480.8 La Sauge, Villars-Sainte-Croix</td> </tr> <tr> <td>VD_MEB_CHA_0686.3 La Mèbre, Route Cugy-Le Mont</td> <td>VD_TAL_THI_0732.2 Le Talent, Amont Montheron</td> </tr> <tr> <td>VD_BRE_BOR_0776.7 La Bressonne, Cullayes</td> <td></td> </tr> </table>	VD_PAU_LEM_0514.9 La Paudèze, Stand de Volson	VD_MEB_CHA_0443.1 La Mèbre, Route Prilly	VD_CHA_LEM_0374.1 La Chamberonne, UNIL Dorigny	VD_SOR_CHA_0389.3 La Sauge, amont EPFL	VD_MEB_CHA_0382.8 La Mèbre, Dorigny	VD_SOR_CHA_0480.8 La Sauge, Villars-Sainte-Croix	VD_MEB_CHA_0686.3 La Mèbre, Route Cugy-Le Mont	VD_TAL_THI_0732.2 Le Talent, Amont Montheron	VD_BRE_BOR_0776.7 La Bressonne, Cullayes	
VD_VUA_LEM_0380.2 La Vuachère, Denantou	VD_FLM_CHA_0723.7 Le Flon Morand, Montblésson																						
VD_VUA_LEM_0619.4 La Vuachère, Valmont	VD_LOU_LEM_0572.8 La Louve, Bois-Mermet																						
VD_FLL_VUA_0624.5 Le Flon, Vivarium	VD_PFL_LOU_0608.0 Le Petit-Flon, Tuilière																						
VD_FLL_VUA_0750.7 Le Flon, Les Liaises	<span style="color: magenta;">VD_MEB_CHA_0589.8 La Mèbre, Cheseaux</span>																						
VD_CHA_PAU_0715.9 La Chandelar, Pra Fondra	VD_PET_COV_0571.2 La Pétause, Taulard																						
VD_PAU_LEM_0514.9 La Paudèze, Stand de Volson	VD_MEB_CHA_0443.1 La Mèbre, Route Prilly																						
VD_CHA_LEM_0374.1 La Chamberonne, UNIL Dorigny	VD_SOR_CHA_0389.3 La Sauge, amont EPFL																						
VD_MEB_CHA_0382.8 La Mèbre, Dorigny	VD_SOR_CHA_0480.8 La Sauge, Villars-Sainte-Croix																						
VD_MEB_CHA_0686.3 La Mèbre, Route Cugy-Le Mont	VD_TAL_THI_0732.2 Le Talent, Amont Montheron																						
VD_BRE_BOR_0776.7 La Bressonne, Cullayes																							

# Annexe 16

*Protocole de la méthode de priorisation des pollutions eaux usées*

## ○ Généralités

Cette méthode a pour but de définir quels sont les exutoires d'eaux claires (EC) pollués par les eaux usées (EU). Le contrôle des pollutions dans le réseau d'EC étant chronophage, cette méthode standardisée permet de réaliser une inspection rapide aux exutoires d'EC dans les cours d'eau. Cette méthode permet d'augmenter la précision de détection des pollutions par temps sec (TS) en diminuant le temps que représenterait une inspection complète du réseau d'EC. Ce procédé demande peu de matériel technique, est facilement réalisable et représente un faible investissement financier.

## ○ Objectifs de l'application de cette méthode

- Améliorer la qualité physico-chimique de l'eau des cours d'eau lausannoises ainsi que du Léman.
- Déterminer les exutoires d'EC pollués par des EU par temps sec ;
- Diminuer le temps d'inspection des canalisations en ciblant uniquement les exutoires pollués ;
- Fournir une appréciation objective sous forme de cartographique simple de la structure des exutoires pollués ;

## ○ Description de la méthodologie

L'évaluation de chaque exutoire EC se fait par temps sec (au minimum 72h après et sans une averse). Afin de laisser le temps aux eaux claires de rejoindre les cours d'eau et de ne plus lessiver le réseau. Si l'exutoire est inaccessible, introuvable, un drain sans connexion avec les EU ou un déversoir d'orage il est classé dans la catégorie « expertise impossible ». Ensuite on utilise deux tests mécaniques différents que l'on laisse au minimum 4 jours et de préférence un weekend (équipement sanitaire privé utilisé plus irrégulièrement) afin de confirmer s'il y a un écoulement d'eau

Les tests mécaniques sont les suivants (figure 1) :

Le premier utilise est une éponge compressée qui décuple sa taille en présence d'eau. Ces éponges sont coupées en morceaux d'environ 2 cm<sup>2</sup> et reliées à un fil de nylon pour les maintenir dans la conduite. Ce test fonctionne pour les exutoires qui sont sec et ne peut pas être utilisé s'il y a une forte humidité car il décuplerait de volume directement. Le deuxième test est constitué d'une demi-boule de sagex de 5 cm diamètre accrochée à un fil qui est posé dans la conduite. Lorsqu'il y a un écoulement d'eau, le sagex est emporté en dehors de la conduite et est retenu par un fil de nylon. Ce test fonctionne pour les conduites qui ont une pente faible, une surface suffisamment lisse et lorsque est humide.



Figure 1 : Test mécanique éponge et sagex

Il faut prêter une attention particulière à l'interprétation des tests. Parfois, les rats mordent l'éponge ou la boule de sagex et les sortent de l'exutoire, il est également possible qu'un appel d'air dans la conduite pousse les tests à l'extérieur. Ainsi, lors d'un doute, il est préférable de réitérer le test.

Lors du relevé, si le test est négatif, l'exutoire est considéré comme n'étant pas pollué. Si le test est positif, il faudra poser des bouteilles en verre afin de pouvoir récolter de l'eau. Ces dernières devront être posées lors d'un temps sec. Venir la relever au bout de 48h. Il est possible que la bouteille ne soit pas remplie, cela peut être dû à deux facteurs, soit elle a été mal positionnée et devra donc être posée autrement, soit il n'y a pas encore eu d'écoulement et il faut attendre encore quelques jours. Dès qu'il y a suffisamment d'eau, il faut faire une analyse des micropolluants afin de confirmer s'il s'agit bien d'une pollution des EU. Il est possible que l'eau récoltée soit uniquement polluée par le secteur agricole. Dans ce cas, l'exutoire n'est pas qualifié comme pollué aux EU. Il est également possible que l'eau soit faiblement chargée en micropolluants ne permettant pas d'affirmer une pollution par les EU. Dans ce cas, il faut à nouveau récolter de l'eau afin de l'analyser à nouveau.

Certains exutoires peuvent avoir un écoulement plus ou moins important par temps sec dû à une nappe, l'arrosage, le réseau de drainage profond, etc. Pour ces exutoires, il est préférable d'attendre quelques jours de plus afin de voir si l'écoulement s'arrête après un temps d'attente plus long. Si c'est le cas, il est possible de faire les tests mécaniques. Dans le cas contraire, il faut faire un prélèvement et faire une analyse des micropolluants (Figure 2).

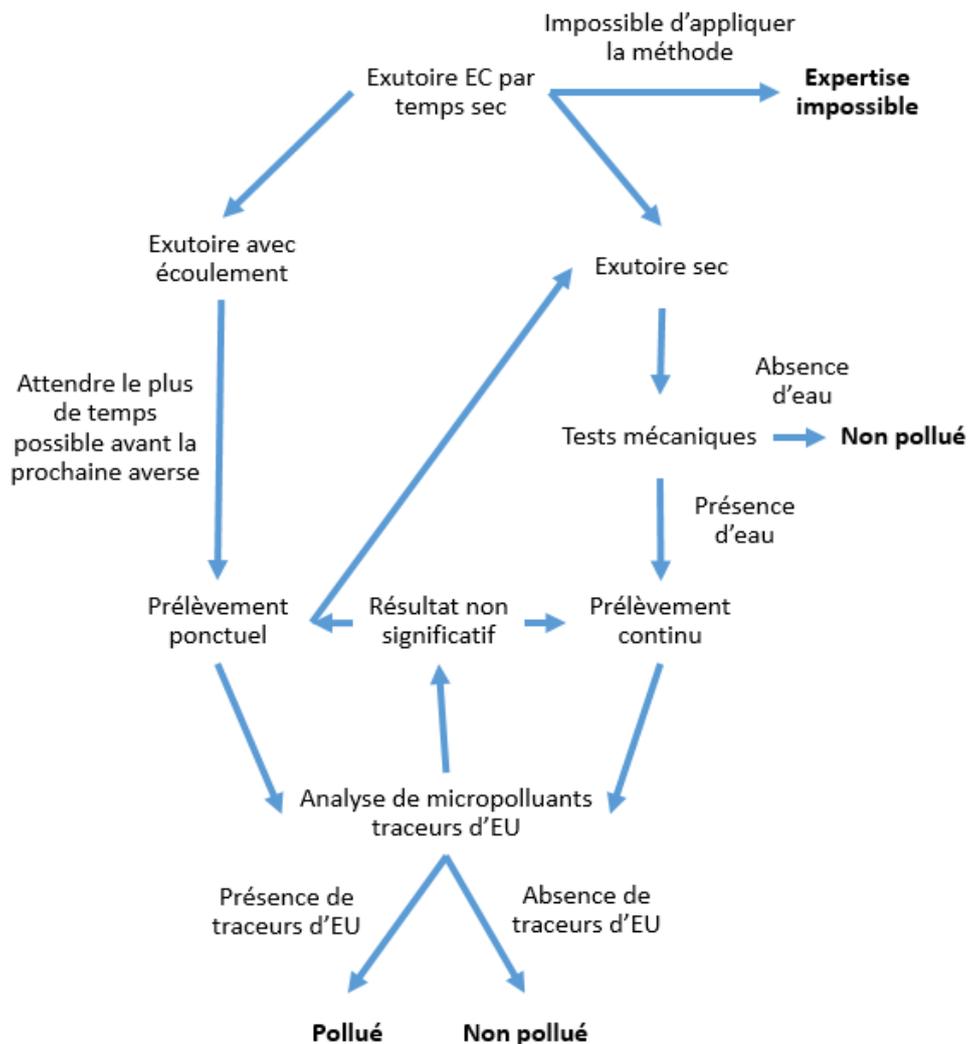


Figure 2 : Schéma récapitulatif de l'application de la méthode

## ○ **Durée et Fréquence des inspections**

La durée des relevés varie fortement selon l'accessibilité et la morphologie du cours d'eau. Pour la phase une, il est possible de poser entre 30 et 50 tests mécaniques par jour selon la densité d'exutoires sec sur le linéaire et la morphologie du terrain. Pour la phase deux, suivant la méthode utilisée pour poser les bouteilles qui permettront de faire les prélèvements et la distance entre les exutoires, il faudra compter entre 15 à 25 exutoires par jour. L'opération devra être répétée tous les 3 à 5 ans afin de garantir un bon suivi de ce genre de pollutions. Cela permet de contrôler chaque année des cours d'eau différents (pour les communes ayant un grand linéaire de rivières) ainsi que de réaliser les réparations sur les exutoires endommagés ou mal raccordés. Après la restauration des exutoires, il est nécessaire de faire un contrôle en utilisant à nouveau la méthode afin de confirmer la disparition de la source de pollutions.

## ○ **Préparation du matériel et jour du relevé**

- Vérification des conditions météorologiques (l'inspection est reportée s'il y a eu une pluie moins de 72h avant ou en cas d'une prévision de plus dans les 96h après la pose)
- Liste matériel : Feuille de terrain, photos des exutoires, cuissard/Waders, tablette électronique, GPS, support métallique, crayon, appareil photo, lampe de poche, casques, gants, tests mécaniques, bouteilles de prélèvement en verre 1 litre, plans QGIS à jour (1 : 5'000 ou 1 : 2'500), carte nationale (1 : 5'000 ou 1 : 2'500), bouteilles de prélèvement 100 cl et seringues
- Contrôle batterie/fonctionnement de la tablette et du GPS
- Avant le départ aviser les autres collaborateurs du secteur inspecté et de l'heure prévue de retour
- En cas de pollution suspectée, procéder à la prise d'un échantillon d'eau de l'exutoire concerné et/ou du cours d'eau.
- Au retour, quittance du retour aux collaborateurs
- Sauvegarde informatique des photos/croquis.
- Dépôt des éventuels échantillons au laboratoire

## ○ **Traitement des données et Résultats**

Les résultats sont retranscrits dans un dossier Excel comportant les informations des passages sur le terrain et de l'analyse de l'eau, sous le lien suivant :

O:\ENCADRERIE\_OS\E\_OS\_CE\Unité - Cours d'eau et pollution\AUXILIAIRE Projet rejets EC\CAMPAGNE\_Echantillonnage\_rejet\EXUTOIRE\_RESULTATS

Ils seront également exportés sur Qgis et transmis à l'entité concernée pour qu'elle puisse intervenir. Lorsque le réseau d'un exutoire considéré comme pollué est réparé, il change de statut dans Qgis pour être considéré comme non pollué jusqu'à la prochaine détection d'une pollution qui se fait tous les 3-5 ans.