



ÉTUDE HYDROBIOLOGIQUE (MACRO- INVERTEBRES ET DIATOMEES) DU BASSIN DES SORGUES (84)



ANNEE 2018

Mars 2019

Compte-rendu annuel

**Etude réalisée avec le concours financier
de l'Agence de l'eau RMC**



Libellé de la mission : Etude hydrobiologique (macro-invertébrés et diatomées) du bassin des Sorgues – année 2018

Maître d'ouvrage : Syndicat Mixte du Bassin des Sorgues

Rédacteur(s) : Julie Mattei

Vérificateur : Christophe GARRONE

Crédit photo : Maison Régionale de l'Eau

Date de rendu : Mars 2019

SOMMAIRE

1. Contexte.....	7
2. Méthodologie.....	8
2.1. Zone d'étude	8
2.2. Stations d'étude	8
2.3. Choix des paramètres	12
2.4. Campagnes de terrain.....	12
3. Hydrologie.....	12
4. Résultats	14
4.1. Physico-chimie	14
4.2. Invertébrés benthiques.....	14
4.2.1. Méthodologie	14
4.2.1.1. Echantillonnage.....	15
4.2.1.2. Description des habitats.....	15
4.2.1.3. Prélèvements sur le terrain	15
4.2.1.4. Tri et détermination	16
4.2.1.5. Interprétation des résultats.....	16
▶ Les notes IBGN.....	16
▶ L'I2M2	18
4.2.2. Analyse par station.....	20
▶ La Sorgue amont à l'Isle-sur-la Sorgue (SEQ-S2 / 06123750)	20
▶ La Sorgue de Velleron à Velleron (SEQ-S4 / 06300109).....	21
▶ La Sorgue de Velleron à Bédarrides (SEQ-S6 / 06710014).....	22
▶ La Grande Sorgue à Le Thor (SEQ-S3 / 06710067).....	23
▶ La Sorgue du Trentin à Le Thor (SEQ-S16 / 06710068).....	24
▶ La Sorgue aval à Bédarrides (SEQ-S33 / 06710088)	24
4.2.3. Evolutions des notes IBGN entre 2016 et 2018.....	28
4.2.4. Analyse du peuplement benthique	32
4.2.5. Conclusion	37
4.3. Les diatomées (rédaction Arthemis)	38
4.3.1. Méthodologie	38
4.3.1.1. Prise en charge des échantillons.....	38
4.3.1.2. Identification des diatomées.....	39
4.3.1.3. Saisie des inventaires	40

4.3.1.4.	Interprétation des résultats	41
4.3.2.	Résultats et interprétations.....	46
4.3.2.1.	Caractéristiques floristiques générales.....	46
4.3.2.2.	Valeurs indicielles	49
4.3.2.3.	Richesse taxonomique et diversité.....	50
4.3.2.4.	Indices diatomiques	51
▶	Indices TID, SID	52
▶	% FT	53
4.3.2.5.	Caractéristiques écologiques dominantes	53
4.3.2.6.	Conclusion sur l'année 2018	57
4.3.1.	Evolution des indices IBD entre 2016 et 2018	58
5.	Conclusion Générale.....	60
6.	Annexes	61
	ANNEXE 1 : fiches stations	61
	ANNEXE 2 : inventaires invertébrés.....	74
	ANNEXE 3 : tableau de calcul de l'IBGN.....	76
	ANNEXE 4 : inventaires diatomées (résultats en ‰)	77

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : liste des stations de suivi sur le réseau des Sorgues	10
Carte 1 : localisation des stations de suivi sur le bassin versant des Sorgues	11
Figure 1 : chronique des débits moyens mensuels sur la Sorgue au niveau de Fontaine-de-Vaucluse (source : banque hydro, station V6155020)	13
Figure 2 : cumul des précipitations à la station météorologique de l'Isle sur la Sorgues (données info climat).....	13
Tableau 2 : paramètres physico-chimiques in situ des stations des Sorgues le 30 août 2018 ..	14
Tableau 3 : extrait du tableau 24 de l'Annexe 1 de l'Arrêté du 27/07/15 : Valeurs inférieures des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBGN.....	18
Tableau 4 : extrait du tableau 16 de l'Annexe 3 de l'Arrêté du 27/07/18 : Valeurs inférieures des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'I2M2	19
Photographie 1 : vue amont de la station de prélèvement	20
Photographie 2 : substrat recouvert par la végétation aquatique	21
Photographie 3 : la Sorgue de Velleron à Velleron	21
Carte 2 : indices des invertébrés benthiques de la campagne 2018	27
Figure 3 : évolution des notes de l'IBGN entre 2016 et 2018	31
Figure 4 : richesse et densité des peuplements des Sorgues en août 2018	32
Tableau 5 : indices et taxons dominants des peuplements des Sorgues en août 2017	33
Tableau 6 : extrait tiré du tableau d'archivage et de suivi des échantillons de diatomées	39
Photographie 4 : utilisation du MEB – Faculté de médecine. Toulouse.....	40
Tableau 7 : classes de qualité et code couleur associés à l'IBD	42
Tableau 8 : valeurs inférieures des limites des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBD	42
Tableau 9 : signification de l'indice TID (/4) & Signification de l'indice SID (/4)	43
Tableau 10 : classifications de Van Dam <i>et al.</i> (1994)	45
Figure 5 : Distribution des familles de diatomées.....	47
Tableau 11 : valeurs des indices et significations	49
Figure 6 : évolution de la richesse taxonomique et de la diversité	50
Figure 7 : évolution de la richesse taxonomique et de l'équitabilité.....	51
Figure 8 : évolution de l'IPS et de l'IBD	51
Figure 9 : classification selon l'affinité aux matières organiques	53
Figure 10 : classification selon les capacités d'hétérotrophie.....	54
Figure 11 : affinité du peuplement vis-à-vis de l'oxygène dissous.....	54
Figure 12 : affinité du peuplement pour les matières minérales	55
Figure 13 : affinité selon le pH.....	56

Figure 14 : affinité vis-à-vis de la salinité	56
Carte 3 : évolution des indices des diatomées de 2016 à 2018	59

1. CONTEXTE

Le Syndicat Mixte du Bassin des Sorgues, situé dans le Vaucluse, réalise des analyses de la qualité de l'eau et des milieux depuis de nombreuses années, en complément des analyses menées par l'Agence de l'Eau RM&C et le Conseil Départemental de Vaucluse, sur les quatre masses d'eau concernées par son territoire d'action :

- FRDR384a (Sorgue amont) ;
- FRDR384c (Sorgue de Velleron) ;
- FRDR384d (Grande Sorgue, Sorgue d'Entraigues et Sorgue aval) ;
- FRDR3045 (Canal de Vaucluse).

Le suivi biologique a été confié à la Maison Régionale de l'Eau, pour la partie « invertébrés benthiques » et au bureau d'étude Artémis, pour la détermination des diatomées, sur 7 stations.

Le présent document correspond à notre rapport annuel pour **la réalisation des analyses biologiques (IBG DCE et IBD) de 2018** comprenant également une comparaison des données avec celles obtenues en 2016 et en 2017.

2. METHODOLOGIE

2.1. Zone d'étude

La zone d'étude comprend 4 masses d'eau :

- FRDR384a : la Sorgue amont ;
- FRDR384c : la Sorgue de Velleron, du Partage des Eaux à la confluence avec l'Ouvèze ;
- FRDR384d : la Grande Sorgue et Sorgue d'Entraigues, du Partage des eaux à la confluence avec la Sorgue de Velleron ;
- FRDR3045 : Canal de Vaucluse.

2.2. Stations d'étude

L'étude concerne **7 stations IBD** et **6 stations IBG DCE** sur l'ensemble du linéaire du bassin versant des Sorgues. Les points de prélèvement ont été choisis par le maître d'ouvrage, à savoir le SMBS.

- SEQ S2 (06123750) – Sorgue amont – au niveau du partage des eaux à l'Isle-sur-Sorgue ;
- SEQ S3 (06710067) – Grande Sorgue – à la passerelle Garancine au Thor ;
- SEQ S4 (06300109) – Sorgue de Velleron- à Velleron ;
- SEQ S6 (06710074) – Sorgue de Velleron – au lieu-dit Tonkin à Bédarrides ;
- SEQ S7 (06123100) – Canal de Vaucluse – pont De la D6 à Vedène ;
- SEQ S16 (06710068) – Sorgue du Trentin – le Thor ;
- SEQ S33 (06710088) – Sorgue aval – amont confluence Ouvèze à Bédarrides

Rappel sur les rejets des stations d'épuration du bassin versant des Sorgues :

Les rejets de la STEP du Thor sont situés en aval de la station SEQ S3 / 06710067.

Depuis le 29 mars 2016, l'entreprise ROUSSELOT a réalisé une station d'épuration pour déconnecter ces effluents de la STEP communale de l'Isle sur la Sorgue.

Les rejets dans le milieu de ces deux stations se répartissent de la manière suivante :

- Station communale de L'Isle sur la Sorgue : 12 000 équivalent-habitant reversés intégralement dans la Grande Sorgue, en amont de la station SEQ S3 / 06710067 ;
- la station de l'entreprise ROUSSELOT : 150 000 équivalent-habitant reversés à 80% dans la Grande Sorgue (amont SEQ S3 / 06710067) et 20% dans la Sorgue de Velleron (via la Sorgue du moulin 1er) (amont SEQ S4 / 06300109).

D'autres suivis sont également en place sur le territoire :

- 6 stations de suivi sont sous la maîtrise d'ouvrage de l'Agence de l'Eau (stations RCS¹, RCO² et RRP³), dont 3 sur le réseau des Sorgues et 3 sur les affluents en fermeture de bassin :
 - Station RCS, RRP 06123700 : Sorgue à Fontaine-de-Vaucluse
 - Station RCS 06124000 : Sorgue à L'Isle-sur-la-Sorgue
 - Station RCO 06124750 : Sorgue d'Entraigues à Entraigues 2
 - Station RCO 06117850 : La Nesque à Pernes les Fontaines
 - Station RCO 06122790 : Sorgette à Monteux 4
 - Station RCO 06710036 : La Grande Levade à Bedarides
- 3 stations de suivi sont sous la maîtrise d'ouvrage du Conseil Départemental du Vaucluse :
 - Station CD84 / 06124740 : la Sorgue d'Entraigues à Entraigues sur Sorgues
 - Station CD84 / 06124765 : la Sorgue de Velleron à Pernes les Fontaines
 - Station CD84 / 06116130 : le Canal de Vaucluse à Vedène

L'ensemble des résultats des suivis existants sur le bassin versant des Sorgues sera présenté dans le chapitre : évolution des indices entre 2016 et 2018. A savoir, les données issues du réseau de l'Agence de l'Eau et du département du Vaucluse sont disponibles uniquement pour les années 2016 et 2017.

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des stations suivies sur le cours principal du réseau des sorgues.

¹ Le réseau de contrôle de surveillance des eaux douces de surface a pour objectif la connaissance de l'état global de l'eau avec un large spectre d'analyses (physico-chimiques, biologiques et morphologiques). Ce réseau pérenne a été mis en œuvre au 1er janvier 2007.

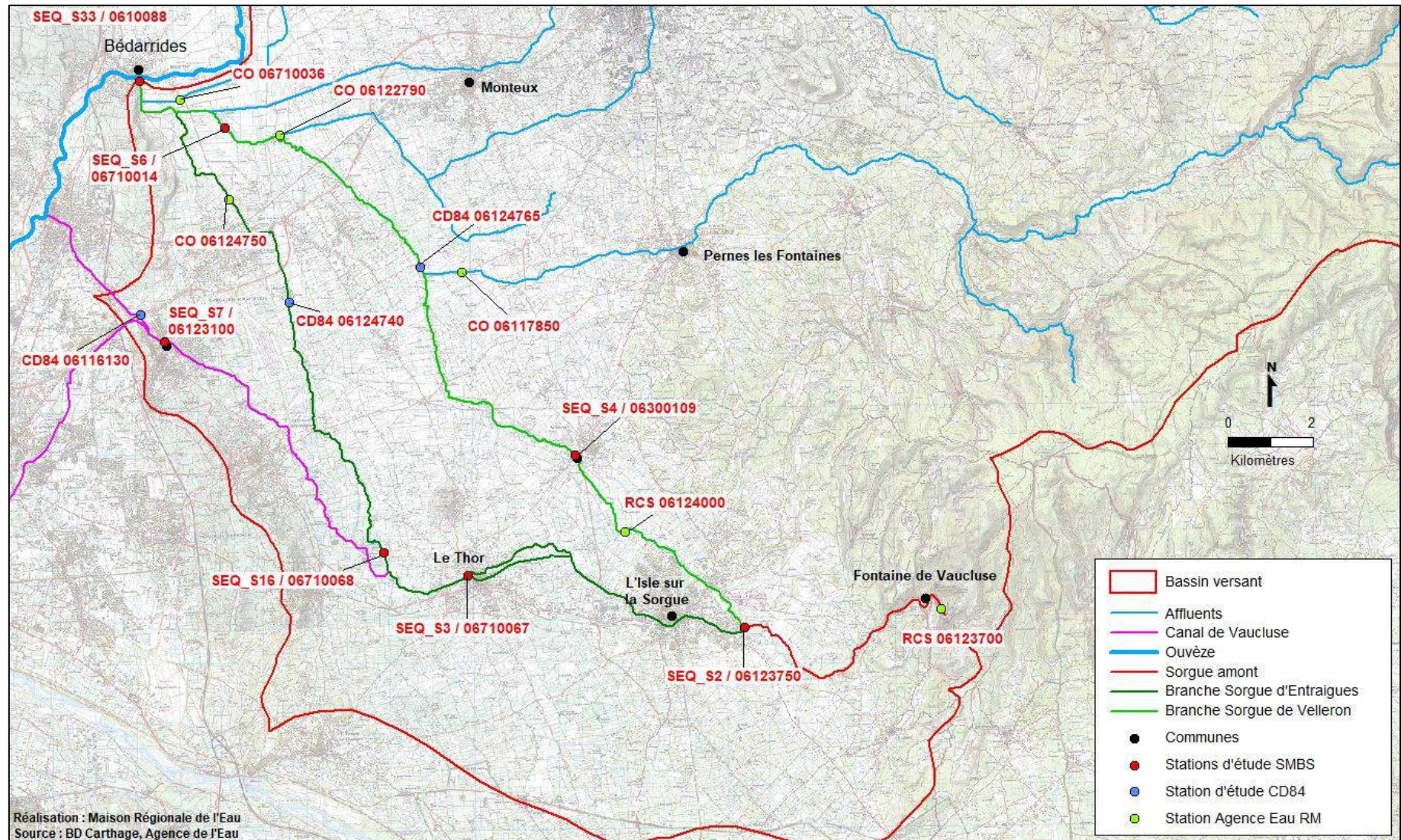
² Le contrôle opérationnel a pour objectif d'établir l'état des masses d'eau superficielles identifiées comme risquant de ne pas atteindre leurs objectifs environnementaux et d'évaluer les changements de l'état de ces masses d'eau suite aux actions mises en place dans le cadre du programme de mesures. Le contrôle opérationnel assure la surveillance des seuls paramètres à l'origine du risque de non atteinte des objectifs environnementaux assignés aux masses d'eau.

³ En parallèle du RCS et du RCO, le Réseau de Référence Pérenne (RRP) est mis en œuvre pour conforter la connaissance des conditions de référence qui servent à définir le bon état écologique de la DCE par type de masse d'eau. Ces conditions de référence seront mises à jour tous les 6 ans afin de prendre en compte les changements à long terme des conditions naturelles, notamment les changements climatiques, susceptibles de modifier les valeurs du bon état écologique. Le principe de l'évaluation de l'état écologique est de calculer un écart à la référence.

Tableau 1 : liste des stations de suivi sur le réseau des Sorgues

Cours d'eau	Localisation	Maitre d'ouvrage¹	Code agence	Code pour le rapport
Sorgue amont	Source - Fontaine de Vauluse	Agence de l'Eau RM	06123700	RCS 06123700
Sorgue amont	Partage des eaux, flot mélangé - Isle sur Sorgue	SMBS	06123750	SEQ-S2 / 06123750
Grande sorgue	Passerelle de la garancine - Le Thor	SMBS	06710067	SEQ-S3 / 06710067
Sorgue de Velleron	Sorgue à L'Isle-sur-la-Sorgue	Agence de l'Eau RM	06124000	RCS 06124000
Sorgue de Velleron	Pont D1, CDIPE - Velleron	SMBS	06300109	SEQ-S4 / 06300109
Sorgue de Velleron	A l'aval de la confluence avec la Nesque - Pernes-les-Fontaines	CD 84	06124765	CD84 / 06124765
Sorgue de Velleron	Amont exutoire de l'Auzon - Bédarrides	SMBS	06710014	SEQ-S6 / 06710014
Sorgue du Trentin	Pont des taillades - Le Thor	SMBS	06710068	SEQ-S16 / 06710068
Sorgue d'Entraigues	Quartier Valobre - Entraigues-sur-Sorgues	CD 84	06124740	CD84 / 06124740
Sorgue d'Entraigues	Chemin des capitaines – Entraigues-sur-Sorgues	Agence de l'Eau RM	06124750	CO 06124750
Canal de Vaucluse	Pont des Confines - Vedène	SMBS	06123100	SEQ-S7 / 06123100
Canal de Vaucluse	A l'aval de la confluence avec la Mayre de la Groseillère - Vedène	CD 84	06116130	CD84 / 06116130
Sorgue aval	Confluence Ouvèze - Bédarrides	SMBS	06710088	SEQ-S33 / 06710088

¹ Le maître d'ouvrage indiqué dans ce tableau correspond uniquement à la maîtrise d'ouvrage des analyses biologiques.



Carte 1 : localisation des stations de suivi sur le bassin versant des Sorgues

2.3. Choix des paramètres

Les facteurs biologiques permettent de définir, en partie, l'état écologique des Sorgues, conformément à l'arrêté ministériel dit « évaluation » du 25 janvier 2010 :

- **IBG** : le protocole de détermination des indices IBG utilisé est le protocole « DCE-compatible », correspondant aux normes décrites dans l'arrêté du 25 janvier 2010, à savoir :
 - la norme XP T90-333 de 2009, pour le protocole de prélèvement ;
 - la norme XP T90-388 de juin 2010, pour le traitement des échantillons.
- **IBD** : la méthode et les principes de traitement des analyses des échantillons sont ceux déterminés par la norme NF T90-354 de décembre 2007 (*sous-traité à Arthemis*).

2.4. Campagnes de terrain

Les prélèvements d'invertébrés benthiques et de diatomées ont été réalisés **le 30 août 2018**, simultanément par deux équipes, dans d'excellentes conditions météorologiques et hydrologiques. Une seule campagne est produite par année de suivi.

3. HYDROLOGIE

Le réseau des Sorgues s'inscrit dans un contexte méditerranéen et a un régime hydrologique karstique. Sa source, à Fontaine de Vaucluse alimente en permanence les Sorgues avec un débit plutôt régulier. Son alimentation pérenne confère aux Sorgues un régime hydrologique atypique en zone méditerranéenne avec :

- des étiages peu marqués ;
- des écoulements maintenus à près de $4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ au cours des périodes les plus sèches ;
- des crues de type fluvial, peu brutales, avec des vitesses d'écoulements faibles, décalées par rapport aux pluies et qui s'étendent sur une longue durée.

La source de Fontaine de Vaucluse apporte un débit moyen mensuel de $17,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, (source : Banque hydro : La Sorgue à Fontaine de Vaucluse, données calculées sur 53 ans). Les débits les plus faibles sont observés en période estivale (août, septembre).

Au niveau du Partage des eaux à l'Isle-sur-la-Sorgue, environ 63% du débit passe dans la Sorgue d'Entraigues et 37% dans la Sorgue de Velleron ; cette répartition moyenne variant en fonction du débit de la Sorgue amont.

Une centaine d'ouvrages hydrauliques jalonne le réseau des Sorgues, permettant ainsi le maintien d'une lame d'eau importante dans chaque bras, quel que soit le débit de la rivière.

La figure ci-après donne la chronique des débits sur l'année 2018 :

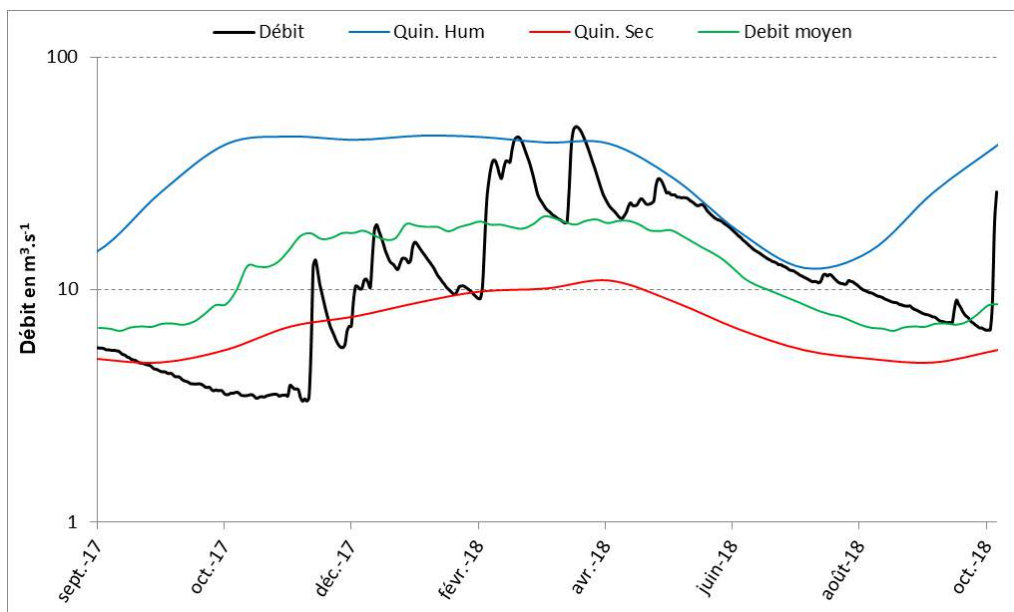


Figure 1 : chronique des débits moyens mensuels sur la Sorgue au niveau de Fontaine-de-Vaucluse (source : banque hydro, station V6155020)

La période d'étiage de 2017 a été très longue : les débits moyens journaliers étaient inférieurs à la quinquennale sèche jusqu'au 10 décembre 2017. Effectivement, l'année 2017 a été particulièrement sèche avec un cumul annuel de précipitations de 389 mm à l'Isle sur la Sorgues. L'année 2018 a été pluvieuse avec un cumul de précipitations du 1er janvier au 30 novembre de 1042 mm (cf. figure ci-dessous). Les pluies printanières et du mois d'août ont permis de maintenir un débit moyen journalier supérieur à la quinquennale sèche durant la période estivale voire supérieur au débit médian.

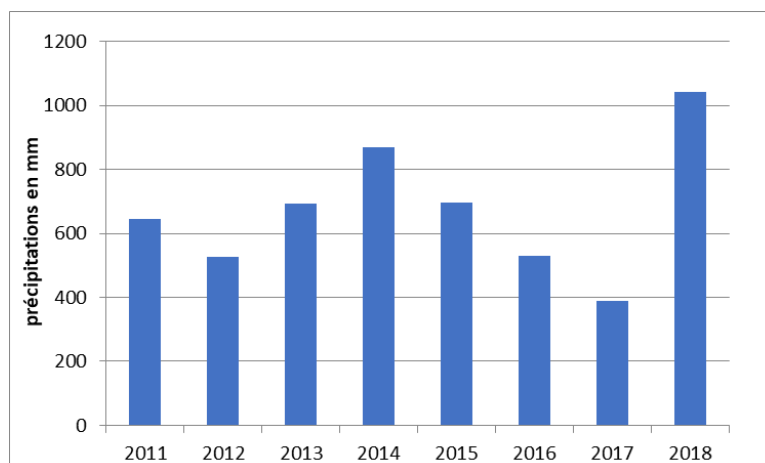


Figure 2 : cumul des précipitations à la station météorologique de l'Isle sur la Sorgues (données info climat)

Les prélèvements hydrobiologiques ont été réalisés en 2018 dans de bonnes conditions hydrologiques à un débit moyen journalier plus important qu'en 2016 et 2017.

4. RESULTATS

4.1. Physico-chimie

Les mesures de physico-chimie in situ sont réalisées juste avant de faire les prélèvements. Les données brutes recueillies sont les suivantes :

Station	Date	Heure	T. eau (°C)	O ₂ dissous (mg.l ⁻¹)	O ₂ (% sat)	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
SEQ-S2 / 06123750	30/08/2018	09:30	15,4	9,49	95	8,2	391
SEQ-S3 / 06710067	30/08/2018	14:00	15,8	11,6	117	8,2	619
SEQ-S4 / 06300109	30/08/2018	11:45	16,7	9,9	102	8,1	594
SEQ-S6 / 06710014	30/08/2018	11:30	19,3	8,93	97	8,1	578
SEQ-S7 / 06123100	30/08/2018	13 :50	18,5	9,55	101	8,1	653
SEQ-S16 / 06710068	30/08/2018	14:30	16,3	9,54	98	7,9	647
SEQ-S33 / 06710088	30/08/2018	10:00	18,3	7,51	80,4	7,8	602

Tableau 2 : paramètres physico-chimiques in situ des stations des Sorgues le 30 août 2018

Les paramètres physico-chimiques relevés le 30 août indiquent une très bonne qualité physico-chimique sur l'ensemble des stations. Seule la station SEQ-S33 / 06710088 présente un état bon pour les teneurs en oxygène dissous et le taux de saturation en oxygène.

La conductivité sur l'ensemble des stations indique une forte minéralisation, caractéristique de la nature géologique du bassin versant (cours d'eau karstiques de Provence).

La température de l'eau du canal de Vaucluse (SEQ-S7 / 06123100) et de la Sorgue de Trentin (SEQ-S6 / 06710014) sont plus chaudes que celles mesurées aux autres stations et influence alors la Sorgue sur sa partie terminale (SEQ-S33 / 06710088) avec une température de 18,3°C.

4.2. Invertébrés benthiques

4.2.1. Méthodologie

Les prélèvements, les dénombrements et les déterminations taxonomiques des invertébrés ont été réalisés en suivant le protocole défini par les normes en vigueur :

- Norme française NF T90-333 : Prélèvements des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes et le guide d'application de la norme GA T90-733 ;
- Norme française XP T90-388 : Qualité de l'eau – traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau.

4.2.1.1. *Echantillonnage*

Le protocole d'échantillonnage consiste :

- à identifier la **mosaïque des habitats dominants et marginaux** de la station ;
- à réaliser **12 prélèvements au filet Surber** de la faune des invertébrés dans chacun de ces habitats ;
- à regrouper ces prélèvements dans **trois bocaux : A, B et C** ;
- à établir **3 listes faunistiques** des taxons des invertébrés présents en fonction des habitats identifiés.

4.2.1.2. *Description des habitats*

Avant de réaliser les prélèvements, il est nécessaire d'estimer la surface de recouvrement relative des différents supports minéraux et organiques (liste définie selon la norme IBGN, AFNOR, 2004) sur l'ensemble de la station. Dans la définition des supports à prélever, la scission du support IBGN actuel « éléments organiques grossiers » en deux supports distincts (« litière » et « racines et branchages ») est préconisée.

En continuité avec la norme IBGN, il est défini dans la circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007 et de la norme XP T 90-333 de septembre 2009 :

- les supports « dominants », dont la superficie représente plus de 5% de la surface mouillée de la station ;
- les supports « marginaux » représentatifs, dont la superficie représente au maximum 5% de la surface mouillée de la station, mais dont la présence n'est ni exceptionnelle, ni liée à des structures artificielles (ponts, enrochement...).

Rappelons que l' « habitat » est la combinaison d'un substrat et d'une classe de vitesse.

A chaque arrivée sur site, les préleveurs notent **les conditions de prélèvement** (conditions climatiques, hydrologiques, présence de rejet, d'un seuil, aspect des abords, odeurs et toutes autres perturbations observées) sur la fiche de prélèvements.

4.2.1.3. *Prélèvements sur le terrain*

Après avoir estimé la superficie mouillée et repéré les habitats marginaux et dominants et les avoir indiqués sur la fiche terrain, les prélèvements peuvent être réalisés en respectant strictement le protocole de prélèvement.

A savoir :

- **Phase A** : échantillonnage des quatre habitats marginaux représentatifs. Ils représentent moins de 5% de la superficie de la station, mais sont régulièrement rencontrés le long de

la station. Ils sont choisis en fonction de leur capacité d'accueil de la faune benthique, du plus biogène au moins biogène ;

- **Phase B** : échantillonnage des quatre habitats dominants, avec priorité au substrat. Ils sont choisis du plus biogène au moins biogène et sont placés dans un bocal noté **B** ;
- **Phase C** : échantillonnage des quatre habitats de manière à compléter l'échantillonnage des habitats dominants au prorata de leur superficie. Ils sont placés dans un bocal noté **C**.

La définition précise des différents types d'habitats prélevés est mentionnée dans la norme XP T 90-333 de septembre 2009. Rappelons que ce document sert de référence à la mise en place du protocole de prélèvements.

Afin de réduire le volume de pré tri, un tamisage des prélèvements sur un tamis de 5 mm et de 0,5 mm est réalisé in situ. Seuls sont conservés le refus de tamis de 0,5 mm et les invertébrés retenus dans le tamis de 5 mm. Cette opération sélective se fait par habitat prélevé. Le matériel utilisé dans cette phase est le même que celui de la norme IBGN (NF T 90-350, mars 2004).

Il est ainsi possible de calculer l'IBGN qui donne une note sur 20 au milieu sur les deux premières phases.

4.2.1.4. Tri et détermination

Les prélèvements ont été triés au laboratoire, sous la loupe binoculaire.

Les protocoles de tris et dénombrements respectent la norme XP T90-388 (01/06/2010) : Qualité de l'eau – Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau. Chaque prélèvement a été trié, déterminé et dénombré de manière exhaustive, à l'exception des taxons pour lesquels une indication de « présence » est uniquement demandée.

Le niveau de détermination taxonomique est celui de la circulaire DCE2007/22. Il peut être la classe, la famille ou le genre selon les groupes considérés.

4.2.1.5. Interprétation des résultats

Les peuplements benthiques sont analysés en termes de présence et d'abondance des taxons et en fonction des valeurs de l'IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) et de l'I2M2 (Indice Invertébrés Multi-Métrique).

Cette analyse est suivie d'une comparaison des résultats obtenus de 2016 à 2018.

► Les notes IBGN

Les peuplements benthiques sont analysés en termes de présence et d'abondance des taxons et en fonction des valeurs de l'IBGN (note, groupe indicateur et variété taxonomique).

L'IBGN est calculé à l'aide d'un tableau (annexe 3) contenant en abscisse un gradient de richesse (nombre total de taxons présents dans le prélèvement en tenant compte d'un tableau des limites

de détermination à respecter) et en ordonnée les groupes indicateurs classés par ordre décroissant de polluo-sensibilité. Par confrontation de la richesse et du groupe indicateur le plus polluo-sensible (pris en compte si l'abondance est supérieure à 3 ou 10 individus suivant les taxons) une note sur 20 est obtenue pour chaque station.

Pour consolider les résultats obtenus par l'IBGN, on évalue la robustesse du résultat, c'est à dire, la pertinence de la note. Celui-ci consiste à supprimer le premier groupe indicateur de la liste faunistique et à déterminer l'IBGN avec le groupe indicateur suivant. La robustesse indiquée dans les tableaux correspond alors à la nouvelle valeur de l'indice obtenue (note/20). Si l'écart entre les deux valeurs est important, l'IBGN est probablement surestimé. En effet, certaines familles polluosensibles peuvent présenter un genre ou une espèce plus résistante que les autres aux perturbations.

Une couleur est attribuée à chaque classe de qualité selon le calcul de la note EQR (Ecological quality ratio ou écart à la référence), qui est le rapport entre un état observé et l'état que « devrait » avoir le milieu en l'absence de perturbation anthropique. Cette note est calculée sur la base d'indices, son résultat est un ratio sur une échelle de 0 à 1.

$$\text{Note EQR} = (\text{note observée} - 1) / (\text{note de référence du type} - 1).$$

Rappel du code couleur :

- La classe BLEUE définit un « très bon état » écologique, c'est-à-dire une situation identique ou très proche de la situation naturelle non perturbée dite « de référence ».
- La classe VERTE définit un « bon état » écologique, c'est-à-dire une situation correspondant à des biocénoses équilibrées mais pouvant présenter des différences sensibles avec les valeurs de référence.
- La classe JAUNE définit un « état moyen », une situation significativement différente de la situation de référence : disparition de la quasi-totalité des taxons caractéristiques et/ou déséquilibre notable de la structure des peuplements avec toutefois un maintien d'une bonne diversité des taxons.
- La classe ORANGE décrit un « état médiocre », une situation très différente de la situation de référence, caractérisée par une disparition complète des taxons les plus sensibles et/ou un déséquilibre marqué de la structure du peuplement, accompagnée d'une réduction marquée de la diversité.
- La classe ROUGE décrit un « état mauvais », une situation caractérisée par des biocénoses dominées par des taxons peu sensibles et généralement présents avec des abondances relativement fortes et une diversité très réduite.

L'expression de l'état en EQR est une exigence de compatibilité DCE des méthodes d'évaluation.

Les bornes des classes d'état sont définies sur cette échelle en EQR :

Éléments de qualité	Indices	Limites des Classes d'Etat IBGN en EQR			
		Très bon	Bon / Moyen	Moyen	Médiocre
Invertébrés	IBGN	0,97375	0,81250	0,56250	0,31250
Les valeurs de l'IBGN figurant dans ce tableau ont pris en compte la décision de la commission du 20 septembre 2013 relative à l'inter-étalonnage.					

Tableau 3 : extrait du tableau 24 de l'Annexe 1 de l'Arrêté du 27/07/15 : Valeurs inférieures des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBGN

► **L'I2M2**

Ce nouvel indice prend en compte :

- l'abondance et la diversité des taxons,
- l'abondance relative des taxons polluo-sensibles par rapport aux taxons polluo-résistants,
- la typologie des cours d'eau,
- l'écart par rapport à un état de référence, il s'exprime ainsi en EQR (Ecological Quality Ratio, ratio de qualité écologique : écart entre l'état observé et l'état que devrait avoir le cours d'eau en l'absence de pressions anthropiques). La valeur de l'EQR est comprise entre 0 (éloignée de l'état de référence) et 1 (proche de l'état de référence).
- différents types de pressions anthropiques (il répond à 17 catégories de pressions).






Différentes métriques élémentaires de l'I₂M₂ sont calculées :

- **L'indice de diversité de Shannon Weaver**, calculé à l'échelle de la combinaison des phases (A+B). Cet indice prend en compte à la fois la richesse taxonomique et la distribution des abondances relatives des différents taxons de la liste faunistique pour caractériser l'équilibre écologique du peuplement au sein de l'écosystème. Il permet d'évaluer l'hétérogénéité et la stabilité de l'habitat. En cas de pression anthropique, cet indice devrait diminuer et l'EQR tendre vers 0.
- **L'ASPT (Average Score Per Taxon)**, calculé à l'échelle de la combinaison des phases « B+C », indique le niveau de polluosensibilité moyen du peuplement invertébré. En cas de pression anthropique, l'ASPT devrait diminuer et l'EQR tendre vers 0.
- **La fréquence relative des espèces polyvoltines**, dans l'assemblage faunistique constitué par la combinaison des phases A+B+C, c'est-à-dire la fréquence des espèces capables d'accomplir au moins 2 générations par an. En général, ce type d'organisme est fréquent dans les milieux instables donc soumis à des perturbations.
- **La fréquence relative des espèces ovovivipares**, dans l'assemblage faunistique constitué par la combinaison des phases A+B+C, c'est-à-dire la fréquence relative des

espèces dont l'incubation des œufs est réalisée dans l'abdomen de la femelle. Elle concerne alors les organismes capables de donner naissance à des organismes ayant dépassé le stade de l'œuf, et donc moins vulnérables aux risques que courent habituellement les œufs d'invertébrés aquatiques, lesquels sont soumis à de nombreux facteurs de mortalité, tant environnementaux que liés à la prédation. Ces organismes sont donc favorisés dans un milieu soumis à des perturbations.

- **La richesse taxonomique** est calculée à l'échelle du point de prélèvement (combinaison des phases A+B+C). Il s'agit du nombre de taxons identifiés au niveau systématique préconisé par la norme XP T90-388. En cas de pression anthropique, la richesse devrait diminuer.

Un **code couleur a été attribué à l'I2M2**, conformément à l'arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement. Les bornes de classes d'état sont présentées ci-dessous :

I2M2	$\geq 0,676$	0,676– 0,464	0,464 – 0,31	0,31 – 0,155	$\leq 0,155$
Couleur					

HER	Indices	Limites des Classes d'Etat I2M2 en EQR			
		Très bon	Bon / Moyen	Moyen	Médiocre
Méditerranée Moyen Petit cours d'eau	I2M2	0,676	0,464	0,31	0,155

Tableau 4 : extrait du tableau 16 de l'Annexe 3 de l'Arrêté du 27/07/18 : Valeurs inférieures des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'I2M2

4.2.2. Analyse par station

► La Sorgue amont à l'Isle-sur-la Sorgue (SEQ-S2 / 06123750)

Paramètres IBGN	SEQ-S2 / 06123750	Paramètres I2M2	SEQ-S2 / 06123750
Richesse	33	IndiceShannon	0,5288
Total (ind.)	1413	AverageScorePerTaxon	0,9415
Densité (nb ind/m ²)	3533	Polyvoltinisme	0,9429
Taxon indicateur (G.I.)	Odontoceridae (8)	Ovoviviparite	0,5099
Note IBGN	17	Richesse	0,4048
Robustesse	14	Ind Invert Multimétrique	0,6892
Note EQR	1	Nb Taxons contributifs	43
Dominants 1	Gammaridae (43,2%)	Dominants 1	<i>Gammarus</i> (38%)
Dominants 2	Hydrobiidae (17,6%)	Dominants 2	<i>Potamopyrgus</i> (12,5%)
Dominants 3	Elmidae (8,6%)	Dominants 3	Chironomidae (9,9 %)

La note IBGN de 17/20 correspond à un **très bon état hydrobiologique**.

Le taxon indicateur est un Trichoptère polluo-sensible de la famille des Odontoceridae (G.I = 8). Ce taxon sténotherme est régulièrement retrouvé dans les cours d'eau calcaires, principalement en aval des sources. Par sa présence, il témoigne d'une eau relativement fraîche et bien oxygénée.

La richesse est élevée avec 33 taxons comptabilisés pour l'IBGN (niveau taxonomique retenu : la famille) et 43 pour l'I2M2 (niveau taxonomique retenu : le genre), reflétant un milieu avec une bonne capacité d'accueil. La densité est moyenne, caractérisant un milieu modérément productif.

D'après le calcul de la robustesse, la qualité biologique est surestimée avec la perte de trois points et d'une classe de qualité. Toutefois, on note la présence de quelques individus (nb < 3 individus) de taxons de groupe indicateur 7 : les Leuctridae et les Leptophlebiidae.

La composition du peuplement observée en 2018 est comparable à celle de 2016 et 2017. Le peuplement des phases A et B (paramètres IBGN) est dominé par les Crustacés de la famille des Gammaridae suivi des Gastéropodes de la famille des Hydrobiidae et des Coléoptères de la famille des Elmidae, attestant d'une eau minéralisée. Le peuplement semble influencé par le périlithon ainsi que par la matière organique grossière (influence de la ripisylve).

Photographie 1 : vue amont de la station de prélèvement



La composition du peuplement sur les trois phases (A+B+C) et au niveau taxonomique du genre indique que le peuplement est toujours dominé par les Gammaridae (genre *Gammarus*) et les Hydrobiidae du genre *Potamopyrgus*. Le 3^e taxon dominant est un Diptère de la famille des Chironomidae, caractéristique d'un dépôt de matière organique fine sur le substrat.

Les différentes métriques de l'I2M2 sont bonnes et le score I2M2 indique que l'état est « très bon », comme pour l'IBGN.



Photographie 2 : substrat recouvert par la végétation aquatique

► La Sorgue de Velleron à Velleron (SEQ-S4 / 06300109)

Paramètres IBGN	SEQ-S4 / 06300109
Richesse	25
Total (ind.)	7835
Densité (nb ind/m ²)	19588
Taxon indicateur (G.I.)	Odontoceridae (8)
Note IBGN	15
Robustesse	10
Note EQR	0,875
Dominants 1	Gammaridae (88,7%)
Dominants 2	Elmidae (3,4%)
Dominants 3	Baetidae (2,7%)

Paramètres I2M2	SEQ-S4 / 06300109
IndiceShannon	0
AverageScorePerTaxon	0,3933
Polyvoltinisme	0,6046
Ovoviparite	0,4332
Richesse	0,1667
Ind Invert Multimétrique	0,347
Nb Taxons contributifs	31
Dominants 1	<i>Gammarus</i> (85,6%)
Dominants 2	<i>Baetis</i> (3,3%)
Dominants 3	-

L'IBGN indique un **bon état hydrobiologique**.

La richesse et la densité sont relativement élevées, révélant que le milieu est accueillant et productif. Le taxon indicateur est comme pour la station précédente le Trichoptère de la famille des Odontoceridae (G.I = 8). La note IBGN perd toutefois 2 points par rapport à la station SEQ-S2/06123750, lié à une baisse de la richesse (perte de 8 taxons).

Le peuplement reste très largement dominé par un taxon de la famille des Gammaridae, avec une abondance relative d'un peu plus de 88 %. Les Gammaridae sont dans le cours supérieur des cours d'eau minéralisés de Provence calcaire, l'élément dominant. Puis, ce sont les Elmidae qui dominent le peuplement et les Baetidae (2,7%). Cette dominance indique que les ressources trophiques principales sont la matière organique grossière et le périlithon.



Photographie 3 : la Sorgue de Velleron à Velleron

La composition du peuplement sur les trois phases (A+B+C) et au niveau taxonomique du genre indique que le peuplement est toujours dominé par les Gammaridae (genre *Gammarus*) et par les Baetidae du genre *Baetis*. La dominance très marquée du genre *Gammarus* sur les 31 taxons contributifs à l'I2M2 implique une valeur nulle de la métrique « Indice de Shannon ». Le score I2M2 est moyen et plus contraignant que l'IBGN.

► **La Sorgue de Velleron à Bédarrides (SEQ-S6 / 06710014)**

Paramètres IBGN	SEQ-S6 / 06710014	Paramètres I2M2	SEQ-S6 / 06710014
Richesse	30	IndiceShannon	0,8818
Total (ind.)	1271	AverageScorePerTaxon	0,502
Densité (nb ind/m ²)	3178	Polyvoltinisme	0,6258
Taxon indicateur (G.I.)	Hydroptilidae (5)	Ovoviviparite	0,5714
Note IBGN	13	Richesse	0,4286
Robustesse	12	Ind Invert Multimétrique	0,5989
Note EQR	0,75	Nb Taxons contributifs	41
Dominants 1	Gammaridae (21,6%)	Dominants 1	<i>Gammarus</i> (19,2%)
Dominants 2	Elmidae (16,1%)	Dominants 2	Simulidae (11,5%)
Dominants 3	Simulidae (14,3%)	Dominants 3	Chironomidae (10,8%)

L'IBGN indique un **état hydrobiologique moyen**.

Bien que la richesse soit plus élevée qu'en amont au niveau de Velleron (SEQ-S4 / 06300109), la note IBGN perd 2 points avec l'absence de taxon indicateur polluo-sensible (Odontoceridae). Le taxon indicateur est alors représenté par le Trichoptère Hydroptilidae, modérément polluo-sensible.

Le peuplement est dominé par les Gammaridae mais avec une représentativité plus faible qu'à la station précédente (22%), puis par les Hydrobiidae et les Simulidae, révélant un milieu fortement minéralisé et influencé par le périlithon. Les métriques de l'I2M2 sont quant à elles plus élevées à cette station et se traduisent par un indice I2M2 plus élevé qu'à la station SEQ-S4 / 06300109. En effet, dans la phase C (non-prise en compte dans le calcul de la note IBGN), on note la présence d'un taxon assez polluo-sensible de la famille des Goeridae, genre *Silo* (GI 7).

Les dominances de taxons au niveau des trois prélèvements révèlent toutefois que le milieu est influencé par les matières organiques fines avec une dominance des Chironomidae et des Simulidae.

► La Grande Sorgue à Le Thor (SEQ-S3 / 06710067)

Paramètres IBGN	SEQ-S3 / 06710067
Richesse	22
Total (ind.)	1396
Densité (nb ind/m ²)	3490
Taxon indicateur (G.I.)	Sericostomatidae (6)
Note IBGN	12
Robustesse	11
Note EQR	0,6875
Dominants 1	Gammaridae (49,3%)
Dominants 2	Elmidae (16,8%)
Dominants 3	Hydrobiidae (8,3%)

Paramètres I2M2	SEQ-S3 / 06710067
IndiceShannon	0,6169
AverageScorePerTaxon	0,1462
Polyvoltinisme	0,6867
Ovoviparite	0,3805
Richesse	0,2857
Ind Invert Multimétrique	0,4233
Nb Taxons contributifs	35
Dominants 1	<i>Gammarus</i> (46,8%)
Dominants 2	<i>Potamopyrgus</i> (5,6%)
Dominants 3	<i>Elmis</i> (5,23%)

La station présente un **état hydrobiologique moyen** : la richesse taxonomique a baissé par rapport à la station SEQ-S2 / 06123750 (perte de 11 taxons) et le taxon indicateur est un Trichoptère moyennement polluo-sensible de la famille des Sericostomatidae.

La densité reste relativement élevée avec une dominance des Gammaridae, des Elmidae et des Hydrobiidae.

En comparaison avec la station SEQ-S4 / 06300109, située à peu près à équidistance de la station SEQ-S2 / 06123750, une baisse de la qualité est observée à la station SEQ-S3 / 06710067 pour l'Indice IBGN et un état moyen stable pour l'I2M2.

Le peuplement est dominé (Phase A+B) pour moitié par un Crustacé de la famille des Gammaridae (abondance relative de 49%), caractéristique des cours d'eau calcaires. Puis c'est un Coléoptère de la famille des Elmidae qui domine le peuplement suivi d'un Gastéropode de la famille des Hydrobiidae. La composition du peuplement reste presque identique sur la totalité des échantillons (Phase A+B+C) avec les dominances des genres *Gammarus* (Famille des Gammaridae), *Potamopyrgus* (famille des Hydrobiidae) et *Elmis* (famille des Elmidae). La dominance de ces taxons indique que la ressource trophique dominante est constituée par les débris végétaux et le périlithon.

L'ASPT est faible indiquant que le niveau de polluosensibilité du peuplement est bas et qu'il est certainement lié à une baisse de la qualité de l'eau entre la station SEQ-S2 / 06123750 (ASPT = 0,9415). Cette station est alors certainement influencée par le rejet de la station d'épuration de l'Isle sur la Sorgue et de l'entreprise Rousselot (80% du rejet dans la Grande Sorgue en amont de la station SEQ-S3 / 06710067 et 20 % dans la Sorgue de Velleron en amont de la station SEQ-S4 / 06300109).



► La Sorgue du Trentin à Le Thor (SEQ-S16 / 06710068)

Paramètres IBGN	SEQ-S16 / 06710068
Richesse	26
Total (ind.)	2825
Densité (nb ind/m ²)	7063
Taxon indicateur (G.I.)	Ephemeridae (6)
Note IBGN	13
Robustesse	10
Note EQR	0,75
Dominants 1	Gammaridae (88,7%)
Dominants 2	Elmidae (3,4%)
Dominants 3	Baetidae (2,7%)

Paramètres I2M2	SEQ-S16 / 06710068
IndiceShannon	0,0129
AverageScorePerTaxon	0,0322
Polyvoltinisme	0,9504
Ovoviviparite	0,2234
Richesse	0,1905
Ind Invert Multimétrique	0,3039
Nb Taxons contributifs	31
Dominants 1	<i>Gammarus</i> (77 %)
Dominants 2	<i>Potamopyrgus</i> (8 %)
Dominants 3	<i>Riolus</i> (3,7%)

L'état hydrobiologique reste moyen.

Le taxon indicateur est l'Ephéméroptère moyennement polluo-sensible de la famille des Ephemeridae (G.I = 6). La richesse taxonomique est moyenne et la densité est importante, montrant un milieu productif.

Le peuplement est très largement dominé par un crustacé de la famille des Gammaridae (abondance relative de 89%), caractéristique des cours d'eau calcaires. Le régime alimentaire des Gammaridae est constitué de débris organiques de grande taille (débris végétaux). La dominance très marquée des Gammaridae se traduit dans l'I2M2 par un score EQR de l'Indice de Shannon proche de 0. L'état écologique à travers l'I2M2 est légèrement plus contraignant que l'EQR de l'IBGN avec un classement en état médiocre.

L'EQR de l'ASPT tend également vers 0, indiquant que la part de taxons polluo-sensibles est faible. La qualité de cette station est influencée par la qualité moyenne observée à la station SEQ-S3 / 06710067 et/ou par des effluents urbains de la ville du Thor, situés entre les deux stations

► La Sorgue aval à Bédarrides (SEQ-S33 / 06710088)

Paramètres IBGN	SEQ-S33 / 06710088
Richesse	34
Total (ind.)	2567
Densité (nb ind/m ²)	6418
Taxon indicateur (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	14
Robustesse	13
Note EQR	0,8125
Dominants 1	Gammaridae (25,2%)
Dominants 2	Chironomidae (16,3%)
Dominants 3	Simulidae (13,4%)

Paramètres I2M2	SEQ-S33 / 06710088
IndiceShannon	0,6651
AverageScorePerTaxon	0,278
Polyvoltinisme	0,5697
Ovoviviparite	0,7651
Richesse	0,4762
Ind Invert Multimétrique	0,5511
Nb Taxons contributifs	42
Dominants 1	<i>Gammarus</i> (20,33 %)
Dominants 2	Chironomidae (25,8%)
Dominants 3	<i>Hydropsyche</i> (11%)

L'indice IBGN reflète un **état hydrobiologique Bon**.

La richesse et la densité sont relativement élevées. Le taxon indicateur est modérément polluo-sensible, identique à celui de la station SEQ-S6 / 06710014 ; à savoir les Hydroptilidae (G.I = 5).

Le peuplement est dominé par :

- les Gammaridae, du genre *Gammarus*
- les Chironomidae, taxon saprophile, souvent lié à l'abondance de la matière organique présente dans le milieu.
- les *Hydropsyche* (famille des Hydropsychiidae), filtreurs de matières organiques fines, qui viennent dominer le peuplement de cette station au niveau des 3 phases (A+B+C)
- les Simuliidae, filtreurs également de la matière organique fine.

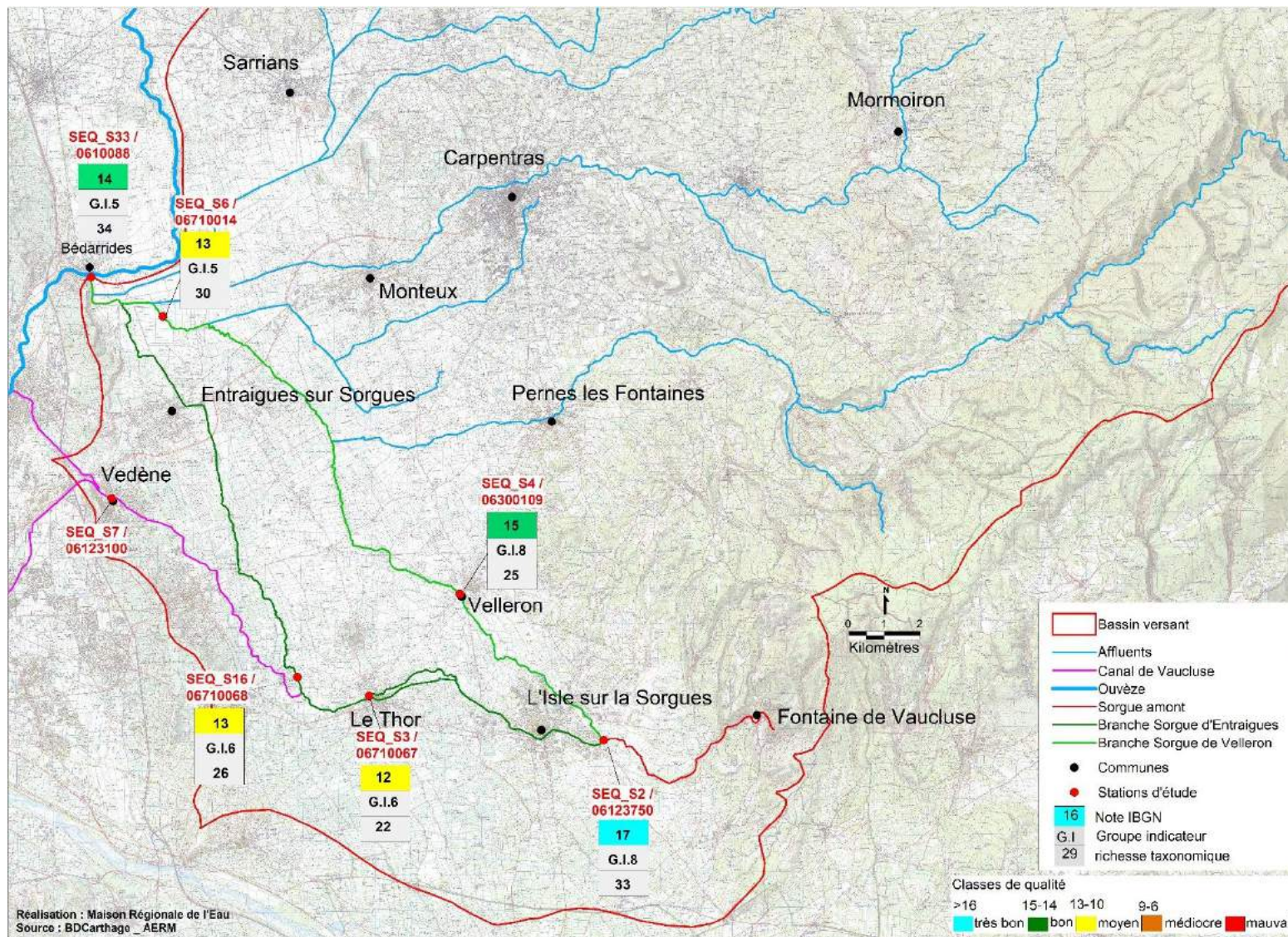
Bien que la qualité soit bonne à cette station, la dominance de ces taxons révèle que la station est influencée par un apport organique (matières grossières et fines) provenant en partie des rejets de station d'épuration.

Le bon état est attribué par une richesse très élevée avec 42 taxons identifiés à cette station, en revanche l'EQR de l'ASPT est faible se traduisant par une faible richesse de taxons polluo-sensibles.



Synthèse de la campagne :

- **Qualité moyenne à très bonne sur l'ensemble des stations ;**
- **Richesses taxonomiques et densités modérées à élevées, indiquant des milieux relativement productifs et diversifiés en termes d'habitats ;**
- **Un taxon domine toutes les stations d'étude : Gammaridae (genre *Gammarus*), dont la présence est caractéristique des milieux minéralisés ;**
- **Types alimentaires dominants : détritivore et brouteur/racleur, indiquant que les principales ressources trophiques sont la matière organique grossière provenant de la ripisylve et le périlithon, dont le développement peut être influencé par un apport de nutriments ;**
- **Très bonne qualité de la Sorgue amont (SEQ-S2 / 06123750), puis dégradation de la qualité biologique vers l'aval avec un état biologique bon sur la Sorgue de Velleron (SEQ-S4 / 06300109), puis moyen au niveau de Bedarrides (SEQ-S6 / 06710014). La qualité se dégrade plus rapidement sur la Grande Sorgue (état moyen au Thor SEQ-S3 / 06710067) et sur la Sorgue de Trentin (SEQ-S16 / 06710068) : milieu influencé certainement par les rejets des stations d'épuration.**
- **En fermeture de bassin la qualité biologique est bonne mais la composition du peuplement indique que le milieu est toujours influencé par des apports anthropiques (flux et dépôt de matières organiques).**



Carte 2 : indices des invertébrés benthiques de la campagne 2018

4.2.3. Evolutions des notes IBGN entre 2016 et 2018

Il est présenté dans ce chapitre l'évolution des notes IBGN des stations de suivi du SMBS (6 stations) et des stations de l'Agence de l'eau (6 stations) et du Conseil Départemental de Vaucluse (3 stations). Les résultats sont ici présentés sous forme cartographique (page suivante). A noter que les résultats IBGN des stations suivies par l'Agence de l'Eau et le Conseil Départemental de Vaucluse de l'année 2018 ne sont pas encore disponibles et donc non présentés.

Les principales évolutions qui ressortent sont :

- La Sorgue à Fontaine de Vaucluse (station RCS/RRP 06123700) reste de bonne qualité mais la note perd 2 points (baisse de la richesse) entre 2016 et 2017.
- La Sorgue amont à l'Isle (station SEQ_S2 / 06123750) n'a perdu qu'un point (légère baisse de la richesse : perte de 3 taxons), la qualité de l'eau reste très bonne. En 2018, l'indice est de nouveau à 17 et la qualité est très bonne.
- La Grande Sorgue au Thor (station SEQ_S3 / 06710067) la qualité passe de très bonne à moyenne (perte de 6 points), entre 2016 et 2017. Le milieu apparaît moins riche avec la perte de taxon polluo-sensible comme le taxon indicateur de la famille des Odontoceridae (GI 8). En 2018, l'indice gagne 1 point (12/20) avec un taxon indicateur légèrement plus polluo-sensible de la famille des Sericostomatidae (GI 6) qu'en 2017.
- Au niveau de la station SEQ-S16 / 06710068, sur la Sorgue du Trentin, bien que la note de l'IBGN, soit identique en 2016 et 2017, le peuplement a évolué avec une baisse de la richesse taxonomique (38 taxons identifiés en 2016 contre 29 en 2017). C'est l'apparition du taxon indicateur polluo-sensible de la famille des Philopotamidae (GI 8) qui permet le maintien de cette note. En 2018, la note chute à 13/10 avec comme taxon indicateur les Epheméridae (GI 6) et une richesse en baisse.
- La qualité biologique de la Sorgue d'Entraigues à Entraigues-sur-Sorgues, au niveau de la station CD84 / 06124740, est très bonne en 2016 et 2017. En revanche, la qualité se dégrade vers l'aval, après la traversée d'Entraigues-sur-Sorgues, avec un indice IBGN moyen à la station CO 06124750, en 2016 et 2017. La richesse taxonomique diminue et le taxon indicateur est moins polluo-sensible, de la famille des Hydroptilidae (GI 5) alors qu'en amont c'est le trichoptère de la famille des Glossosomatidae (GI 7) qui est considéré comme taxon indicateur.
- La Sorgue de Velleron à l'Isle sur la Sorgue (RCS 0612400) voit sa qualité passer de très bonne à moyenne avec une baisse de l'indice de 7 points entre 2016 et 2017. Cette baisse est liée à une richesse plus faible mais également à une baisse des effectifs des Goeridae (taxon indicateur GI.8) passant de 7 individus en 2016 à 1 seul en 2017. Cette chute de l'indice est liée en partie à une hydrologie contraignante en 2017 mais certainement aussi à la qualité des rejets de la station d'épuration de Rousselot dont 20% se rejette dans la Sorgue du moulin 1^{er} en amont de la station RCS.
- La qualité de la Sorgue de Velleron à Velleron (stations SEQ-S4 / 06300109) est relativement stable au cours des trois années considérées avec une note comprise

entre 15 et 16/20. Le taxon indicateur est polluo-sensible de la famille des Odontoceridae.

- La qualité de la Nesque (station CO 06117850), affluent rive gauche de la Sorgue de Velleron est meilleure en 2017 avec la prise en compte d'un taxon moyennement polluo-sensible de la famille des Leuctridae. La richesse est stable entre les deux années de suivi.
- La qualité de la Sorgue de Velleron, en aval de la confluence avec la Nesque (station CD84 06124765), passe de bonne à très bonne entre 2016 et 2017 avec une légère hausse de la richesse taxonomique.
- La qualité de la Sorquette (station CO 06122790) s'est dégradée entre 2016 et 2017, avec une baisse de l'indice de 7 points. Cette baisse de qualité a pu influencer celle de la Sorgue de Velleron à Bedarrides (SEQ-S6 / 06710014) qui a vu sa qualité baisser entre 2016 et 2017 (richesse plus faible), à une qualité moyenne. En 2018, la qualité à cette station est stable.
- La Grande Levade (CO 06710036), dernier affluent du réseau des Sorgues avant sa confluence avec l'Ouvèze, voit également sa qualité hydrobiologique baisser entre 2016 et 2017 avec une baisse importante de la richesse (9 taxons).
- En fermeture de bassin la Sorgue (SEQ-S33 / 0610088), les notes IBGN augmentent sur les trois dernières années passant de moyenne à bonne. Bien que le peuplement semble plus équilibré, l'absence de taxons polluo-sensibles et les modes alimentaires des taxons présents sont caractéristiques d'un milieu influencé par des apports de matières organiques provenant le plus souvent de station d'épuration.
- La qualité du canal de Vaucluse (station CD84 06116130) est très bonne en 2016 et 2017, avec une variété taxonomique élevée (35 taxons pris en compte) et un taxon indicateur assez polluo-sensible de la famille des Goeridae (G17). Toutefois, le peuplement de macro-invertébrés est dominé par les organismes β -mésosaprobés et α -mésosaprobés (polluo-résistants aux pollutions organiques).

Globalement les stations amont sont relativement préservées (RCS 06123700, SEQ-S2 /06123750 et SEQ-S4 /06300109) avec une bonne à très bonne qualité de l'eau en 2016, 2017 et 2018. En 2017, les notes IBGN des stations situées en aval de rejet de station d'épuration ont baissé par rapport à 2016. Cette baisse de la qualité globale pourrait être liée à un effet cumulé de la succession de deux années exceptionnellement sèches et chaudes en région PACA : 2016 et 2017. Ainsi ces effets cumulés pourraient davantage se faire ressentir sur le peuplement lors de la deuxième année de suivi. Une autre explication serait l'augmentation des rejets impactant entre 2016 et 2017, dans un milieu naturellement contraint. En 2018, avec une hydrologie plus soutenue, la qualité semble globalement se stabiliser et s'améliorer sur ces stations, sans pour autant retrouver le niveau de qualité de 2016 (SEQ-S3 / 06710067, SEQ-S16 / 06710068, SEQ S6 / 06710014).

Remarques et compléments sur la station SEQ S16 / 06710068 :

En 2017, le SMBS a réalisé des travaux de restauration du seuil de la Croupière, donnant naissance à la Sorgue du Trentin avec la mise en place d'une passe à poissons et le changement d'exutoire du canal de l'Ilse. Ces travaux ont permis d'augmenter le débit de la Sorgue du Trentin et d'apporter de l'eau des Sorgues bien moins turbide que les eaux transitant par le canal de l'Isle (eau de la Durance).

L'analyse du peuplement d'invertébrés nous indique que :

- La qualité biologique mesurée à travers l'IBGN est moindre en 2018 qu'en 2016 et 2017 : elle est liée à l'absence du Trichoptère de la famille des Philopotamidae (Gl. 8) dans le prélèvement de 2018.
- La note IBGN de 16/20 en 2017 apparaît comme surestimée : en enlevant le taxon indicateur de la famille des Philopotamidae la note s'abaisse à 10/20.
- Le peuplement semble avoir été affecté par deux années successivement sèches 2016 et 2017
- L'analyse fine des peuplements montre en 2018 une absence de nombreux trichoptères présents en 2017 et 2016, une réapparition d'Emmerica (absent des prélèvements de 2017), une baisse importante de la densité de Chironomidae. La structure du peuplement a évolué entre 2017 et 2018 au regard des modifications du milieu (habitat et qualité d'eau).

Il est alors important de suivre l'évolution de la structure des peuplements d'invertébrés benthiques, sur plusieurs années.

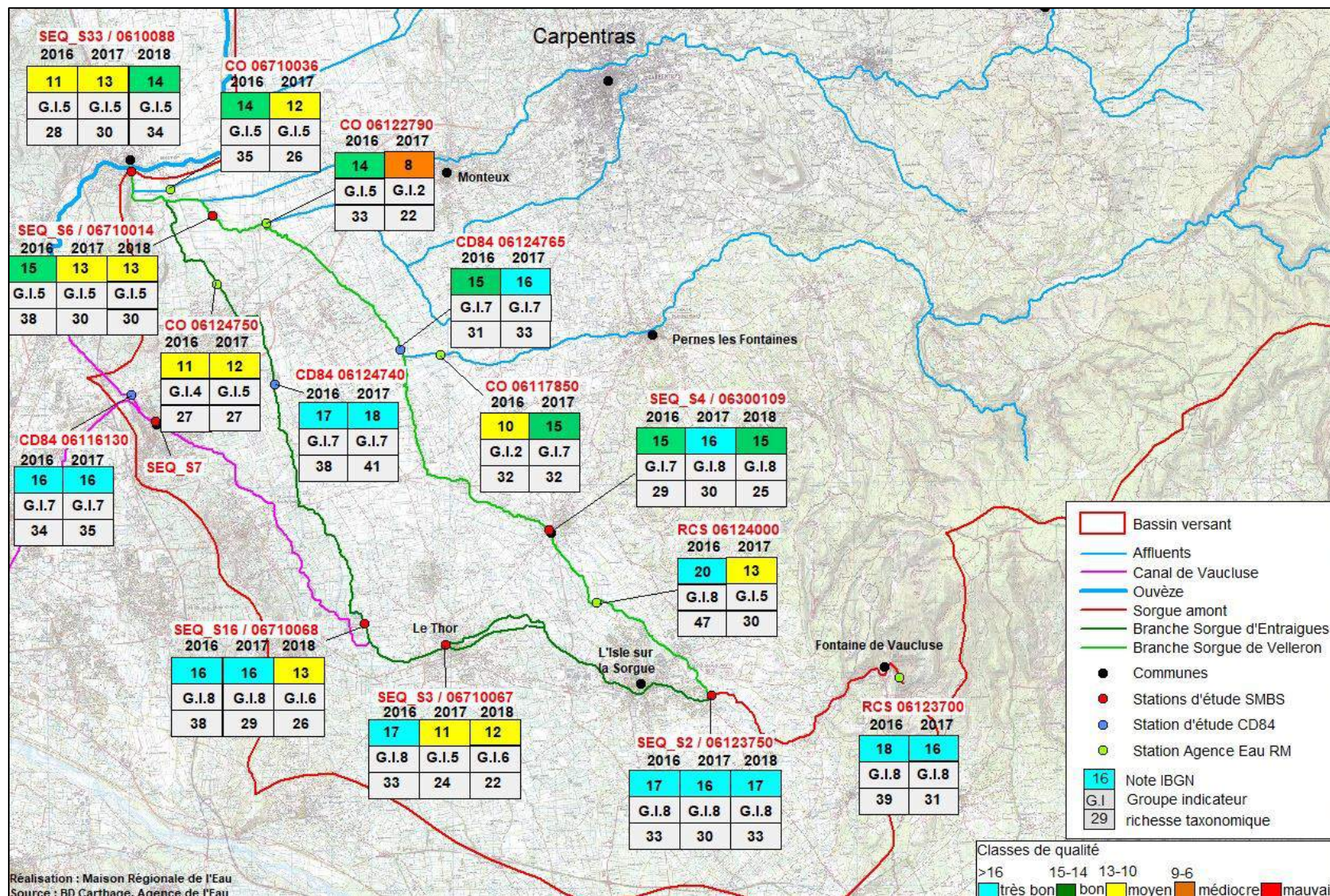


Figure 3 : évolution des notes de l'IBGN entre 2016 et 2018

4.2.4. Analyse du peuplement benthique

Dans cette partie, le peuplement invertébré est étudié au travers des échantillons réalisés en suivant la méthodologie de l'IBG DCE. Les principales caractéristiques de cette méthode sont d'abord le nombre de prélèvements qui est de douze (au lieu de huit dans le cas de l'IBGN classique) et la détermination qui se fait au genre pour la majorité des insectes (au lieu de la famille). La richesse taxonomique et l'approche écologique du peuplement sont donc plus proches de la réalité que le protocole classique de l'IBGN.

- **Analyse des richesses et des densités**

Rappelons que, suivant le protocole DCE, les richesses taxonomiques sont plus élevées, et donc non comparables, avec les valeurs obtenues par l'IBGN classique. Les listes faunistiques complètes sont fournies en annexe 2. Les habitats prélevés sont mentionnés en annexe 1.

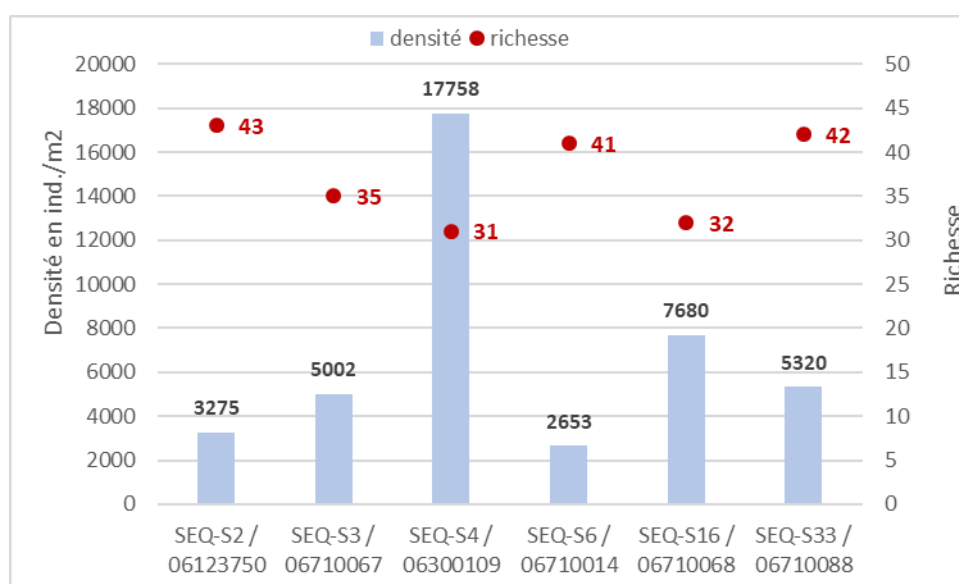


Figure 4 : richesse et densité des peuplements des Sorgues en août 2018

On remarque qu'en 2018 la station SEQ-S4 / 06300109 se détache des autres avec une très forte densité (milieu très productif) et la plus faible richesse. La station SEQ-S6 / 06710014 (station la plus en aval sur la Sorgue de Velloron) présente la plus faible densité. Cette baisse brutale sur le même linéaire (distance entre les stations d'environ 13 km) montre un changement net des paramètres influençant le peuplement. L'examen de la liste faunistique indique que ce sont les effectifs des gammares qui diminuent fortement. Une évolution des paramètres tels que la température ou l'envasement pourrait expliquer ce changement. Sur les autres stations, les densités sont moyennes à fortes. Les richesses sont quant à elles assez stables sur l'ensemble des stations et relativement élevées.

• **Composition des peuplements**

Dans ce paragraphe, les dominances au sein des peuplements de l'ensemble des prélèvements sont étudiées. Seuls les taxons dont l'abondance relative dépassait 2% au sein du peuplement ont été pris en compte. Les tableaux regroupant les abondances relatives pour l'ensemble des taxons sont donnés en annexe 3.

L'indice de Shannon exprime l'importance relative du nombre des taxons abondants dans un milieu donné. Ainsi, plus la proportion des taxons rares est forte et celle des taxons abondants réduite, plus l'indice de diversité est grand. L'indice est minimum quand tous les individus appartiennent au même taxon ; il est maximum (> 5) quand chaque individu représente un taxon distinct. Un peuplement est généralement considéré comme très diversifié lorsque l'indice de Shannon est supérieur ou égal à 3.

L'indice d'équitabilité exprime la régularité d'occupation des niches écologiques, par conséquent l'état d'équilibre d'un peuplement. Si l'indice est voisin de 1, l'état d'équilibre de la station est bon. S'il tend vers 0 alors la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur un taxon donc l'état d'équilibre est mauvais.

stations	2018					
	SEQ-S2 / 06123750	SEQ-S3 / 06710067	SEQ-S16 / 06710068	SEQ-S4 / 06300109	SEQ-S6 / 06710014	SEQ-S33 / 06710088
richesse (nbre taxon)	43	35	32	31	41	42
indice de Shannon	3,27	3,28	1,53	1,13	4,04	3,29
équitabilité	0,60	0,64	0,31	0,23	0,75	0,61
Taxons identifiés	<i>Gammarus</i> (38,2%)	<i>Gammarus</i> (46,8%)	<i>Gammarus</i> (76,9%)	<i>Gammarus</i> (85,6%)	<i>Gammarus</i> (19,2%)	Chironomidae (25,8%)
	<i>Potamopyrgus</i> (12,6%)	<i>Potamopyrgus</i> (5,6%)	<i>Potamopyrgus</i> (8%)	<i>Baetis</i> (3,3%)	Simuliidae (11,5%)	<i>Gammarus</i> (20,3%)
	Chironomidae (9,9%)	<i>Elmis</i> (5,3%)	<i>Riolus</i> (3,7%)	<i>Riolus</i> (1,9%)	Chironomidae (10,8%)	<i>Hydropsyche</i> (11%)
	Hydrobiidae (6,5%)	<i>Baetis</i> (5,2%)	<i>Emerica patula</i> (2,2%)	<i>Belgrandia sorgica</i> (1,5%)	<i>Oulimnius</i> (8,2%)	Simuliidae (10,8%)
	<i>Elmis</i> (5,5%)	Simuliidae (4,7%)			<i>Caenis</i> (6,4%)	<i>Baetis</i> (10,2%)
	Hydracariens (5,2%)	<i>Hydroptila</i> (3,6%)			<i>Elmis</i> (6,0%)	<i>Elmis</i> (4,1%)
	<i>Ephemerella</i> (5,1%)	<i>Riolus</i> (3,5%)			<i>Baetis</i> (5,1%)	<i>Caenis</i> (3,7%)
	<i>Belgrandia sorgica</i> (3,7%)	<i>Asselus</i> (3,4%)			<i>Theodoxus fluviatilis</i> (4,2%)	<i>Hydroptila</i> (3,3%)
	<i>Odontocerum</i> (3,1%)	<i>Belgrandia sorgica</i> (3,1%)			<i>Hydropsyche</i> (4,1%)	Limoniidae (2,1%)
		<i>Dugesia</i> (2,8%)			<i>Calopteryx</i> (3,3%)	
		Chironomidae (2,5%)			<i>Potamopyrgus</i> (3,1%)	
					<i>Hydroptila</i> (2,5%)	

Tableau 5 : indices et taxons dominants des peuplements des Sorgues en août 2018

Les valeurs de l'indice de Shannon et de l'équitabilité obtenues en 2018 varient d'une station à l'autre. Les stations présentant les peuplements les plus équilibrés et diversifiés sont la station SEQ-S6/06710014, SEQ-S33/06710088, SEQ-S3/06710067 et SEQ-S2/06123750. La station SEQ-S4/06300109 et la station SEQ-S16/06710068 présentent un peuplement déséquilibré avec une dominance très importante des Gammaridae (abondance relative de 77 % pour SEQ-S16/06710068 et 86% pour SEQ-S4/06300109).

Comme en 2016 et 2017, les Crustacés *Gammarus* sont dominants dans l'ensemble des stations à l'exception de SEQ-S33/06710088. Les *Gammarus* sont caractéristiques des cours d'eau calcaires fortement minéralisés

Les Gastéropodes du genre *Potamopyrgus* constitue le deuxième taxon dominant du peuplement sur les stations SEQ-S2/06123750, SEQ-S3/06710067 et SEQ-S16 /06710068. Les *Potamopyrgus* montrent l'influence du périlithon sur la structure du peuplement, lui-même influencé par la quantité de nutriments dans le milieu.

Le Diptère de la famille des Chironomidae est très bien représenté dans les deux stations les plus en aval (SEQ-S33/06710088, Sorgue aval et SEQ-S6/06710014, sur la Sorgue de Velleron) mais également la station amont, depuis 2018. Les Chironomidae peuvent indiquer un enrichissement organique (matières organiques fines), lié en général à la présence de rejet en amont.

- **Notes sur l'écologie de certains taxons**

Quelques taxons, exigeants vis-à-vis de certains paramètres de leur environnement telle que la température, ont une signification écologique marquée. Parce qu'ils sont souvent en faible nombre dans les prélèvements, il est important de mettre leur présence en relief. Ces taxons à forte signification écologique appartiennent essentiellement aux ordres des Plécoptères, des Trichoptères, des Ephéméroptères ou des Coléoptères.

Les Plécoptères

Les Plécoptères sont très peu présents dans les prélèvements réalisés en 2018 pour le SMBS, un seul individu de la famille des Leuctridae, genre *Leuctra* a été collecté à la station SEQ-S2 / 06123750, au niveau du partage des eaux. Toutefois, notons une forte baisse des effectifs entre 2017 et 2018 (15 individus collectés en 2017 et 1 en 2018).

Remarque : En mai et août 2000, les Perlidae, du genre *Dinocras* étaient présents dans le cours supérieur des Sorgues au niveau de Fontaine de Vaucluse (2000, Giudicelli et al.). Ce genre est absent des listes faunistiques du point RCS 06123700, la Sorgue à Fontaine de Vaucluse depuis 2008.

Les Trichoptères

Agapetus est lié au rhithral et aux secteurs supérieurs et moyens des réseaux hydrographiques. Au cours de ces campagnes de prélèvements, il a été recensé sur la partie amont de la Sorgue de Velleron (SEQ-S4 / 06300109) en 2016, 2017 et 2018, ainsi qu'au niveau de la Sorgue du Trentin au Thor (SEQ-S16 / 06710068) en 2016 et 2018 (1 individu). Il est également présent dans les listes faunistiques à Fontaine de Vaucluse (station RCS 06123700) de 2008 à 2017. En 2000, *Agapetus fuscipes* était cantonné au cours supérieur de la Sorgue à Fontaine et en amont du partage des eaux.

Certains Trichoptères sont des taxons sténothermes, rencontrés principalement dans les zones de sources et les ruisseaux frais, il s'agit :

- Du genre *Silo* (famille des Goeridae), a été contacté dans la Sorgue amont à Fontaine de Vaucluse (station RCS 06123700, présents depuis 2009) et au niveau du partage des eaux (SEQ-S2/06123750, sur les trois dernières années) et dans la Sorgue de

Velleron (SEQ-S4/06300109, en 2016 et 2017). A noter que ce taxon n'a pas été identifié dans les prélèvements de la station RCS au niveau de L'Isle sur la Sorgue, depuis 2015. En 2000, l'espèce *Silo nigricornis* était retrouvée sur le cours supérieur de la Sorgue mais également dans la Sorgue de Velleron et dans la Sorgue d'Entraigues.

- Du genre, *Sericostoma* (famille des Sericostomatidae), présents au niveau du partage des eaux, au cours des trois dernières années de suivi et dans la Grande Sorgue en 2016 et 2018 (SEQ-S3/06710067) et uniquement en 2017 pour la station SEQ-S4/06300109 dans la Sorgue de Velleron. Ce genre n'a plus été recensé dans les échantillons du réseau de suivi de l'Agence de l'Eau depuis 2016, pour la station de Fontaine de Vaucluse et depuis 2015, à la station de L'Isle sur la Sorgue.
- Du genre *Odontocerum* (famille des Odontoceridae), présent dans le secteur amont du réseau des Sorgues à la station RCS 06123700 de Fontaine de Vaucluse, au partage des eaux (SEQ-S2/06123750), dans la Sorgue de Velleron, au niveau de l'Isle sur la Sorgue (station RCS 06124000, en 2016 et 2017) et au niveau de Velleron (SEQ-S4/06300109). Ce genre avait été identifié également dans la Grande Sorgue au niveau du Thor (SEQ-S3/06710067) en 2016 mais pas capturé en 2017 et 2018 dans les prélèvements IBGN.

Le genre *Rhyacophila* a été contacté sur la partie amont des Sorgues, au niveau de fontaine de Vaucluse (station RCS), du partage des eaux (SEQ-S2/06123750) et dans la Sorgue de Velleron à l'Isle sur la Sorgue (station RCS) et à Velleron (SEQ-S4/06300109). Il était absent uniquement dans la station SEQ-S3/06710067 en 2017 et en 2018, un individu a été de nouveau identifié. La présence des différentes espèces de ce genre est déterminée par le régime thermique des cours d'eau, certaines étant eurythermes comme *Rhyacophila dorsalis* et d'autres sténothermes d'eau froide comme *Rhyacophila vallisclusae*. En 2018, la présence d'une nymphe dans les échantillons a permis l'identification de *Rhyacophila vallisclusae* au niveau du partage des eaux, espèce ayant une distribution très étroite dans le réseau des Sorgues, limitée au cours supérieur (capturée, en 2000, à Fontaine de Vaucluse, en amont du partage des Eaux et dans la Sorgue de Velleron à l'Isle sur la Sorgue). *Rhyacophila vallisclusae*, est une espèce considérée comme une relicté glaciaire du fait de sa brachyptérie et locomotion sur l'eau (cas unique chez le genre *Rhyacophila*). Sa présence dans le cours supérieur de la Sorgue amont confirme que la Sorgue reste toujours un milieu refuge pour cette espèce. Toutefois, une recherche poussée de son aire de répartition et de celle de *R. Dorsalis* permettrait d'appréhender les éventuels effets du réchauffement des eaux, liés aux changements globaux. L'identification des invertébrés à l'espèce se fait à partir du stade adulte, il serait alors intéressant de réaliser des inventaires d'invertébrés dits « patrimoniaux ».

En 2000, Giudicelli et al indiquait la présence de *Tinodes dives* dans le secteur initial des Sorgues (Fontaine de Vaucluse et en amont du partage des eaux) et dans la partie amont de la Sorgue de Velleron. Ce genre est uniquement présent au niveau de fontaine de Vaucluse (station RCS 06123700).

Les Ephéméroptères

En 2000, deux genres de Heptageniidae (*Ecdyonurus venosus* et *Rhithrogena*) avaient été capturés dans le cours supérieur de la Sorgue à Fontaine de Vaucluse et en amont partage des eaux et dans la Sorgue de Velleron (à l'Isle sur la Sorgue et Velleron). Le genre *Rhithrogena* a été recensé en 2016 et 2018, dans la station de la Sorgue amont (SEQ-S2/06123750). C'est un genre sténotherme d'eau fraîche (<15°C), caractéristique des écoulements rapides. En 2017, un individu de la famille des Heptageniidae a été recensé mais cet individu trop petit et abimé n'a pu être déterminé au genre. Notons la présence de deux individus dans les échantillons de 2018, à la station SEQ-S4/06300109 (Sorgue de Velleron à Velleron) et d'un *Ecdyonurus* en 2016.

Le genre *Ephemera* plutôt caractéristique des zones sablonneuses a été capturé sur la partie amont des Sorgues à la station SEQ-S2/06123750 (en 2016, 2017 et 2018) et au niveau des stations RCS de Fontaine de Vaucluse et l'Isle sur la Sorgues (en 2016, absence du taxon dans la liste de 2017). Puis, quelques individus ont été contacté plus sporadiquement, vers l'aval, aux stations : SEQ-S6/06710014 (2 individus, en 2016), SEQ-S4/06300109 (1 individu, en 2017) et à la station SEQ-S16/06710068 (3 individus en 2018).

Les Coléoptères

Les Coléoptères de la famille des Elmidae sont très bien représentés sur l'ensemble des stations étudiées. Six genres ont été identifiés : *Elmis*, *Riolus*, *Esolus*, *Oulimnius*, *Limnius* et *Stenelmis* en 2016, 2017 et 2018.

Les Gastéropodes

Le Gastéropode *Emmericia patula*, qui est une espèce rare, présente en France uniquement dans les Sorgues et la Siagne a été observé en 2016, 2017 et 2018 sur les stations SEQ-S3/06710067, SEQ-S4/06300109, SEQ-16/06710068. En 2016, 5 individus ont été comptabilisés à la station SEQ-S33/06710088 et en 2018 un peu plus de 100 individus au niveau de la station SEQ-S16/06710068. C'est une espèce inscrite à la liste rouge mondiale en préoccupation mineure.

Le genre *Belgrandia* a été identifié sur la totalité des stations en 2016 et 2017, à l'exception de la station SEQ-S33/06710088 en 2017, où le régime thermique plus chaud ne conviendrait pas à ce taxon. L'espèce *Belgrandia sorgica*, espèce endémique des Sorgues à forte valeur patrimoniale, a été identifiée sur plusieurs stations en 2018 : SEQ-S2/06123750 (72 individus), SEQ-S3/06710067 (94 ind.), SEQ-S4/06300109 (156 ind.), SEQ-S16/06710068 (32 ind.) et un seul individu à la station la plus en aval (SEQ-S33/06710088).

4.2.5. Conclusion

L'étude des invertébrés, l'application de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) et de l'I2M2 ont permis d'appréhender la qualité biologique des six stations prospectées sur le bassin des Sorgues.

Les résultats de l'analyse des peuplements et la valeur indicielle obtenus avec l'IBGN nous montrent que :

- la station SEQ-S2 / 06123750 (Sorgue amont au Partage des Eaux) est de très bonne qualité hydrobiologique (invertébrés uniquement), sa qualité est relativement stable au cours de ces trois dernières années.
- La station SEQ-S4 / 06300109 est de bonne qualité hydrobiologique, en 2018 même si sa richesse a légèrement diminué et la station SEQ-S33 / 06710088 présente également une bonne qualité en 2018 avec une augmentation de sa richesse.
- Les stations SEQ-S3 / 06710067 (Grande Sorgue à Le Thor), SEQ-S16 / 06710068 (Sorgue du Trentin), SEQ-S6 / 06710014 (Sorgue de Velleron à l'aval de la confluence de la Sorguette) sont de qualité biologique moyenne au point de vue des invertébrés.

L'analyse des données écologiques caractérise des peuplements typiques de cours d'eau karstiques fortement minéralisés avec une abondance de certains taxons comme les Gammaridae, les Hydrobiidae et les Elmidae et une rareté des taxons polluo-sensibles.

En 2016, le milieu commençait certainement à être fragilisé avec une sécheresse importante, avec des notes IBGN très bonnes à bonnes mais peu robustes. En 2017, l'analyse des peuplements d'invertébrés à travers les notes IBGN indique une baisse de la qualité hydrobiologique globale pour les invertébrés. Ceci peut être lié à deux années consécutivement très sèches et chaudes ou bien à une augmentation des rejets urbains dans un milieu contraint. En 2018, les conditions hydrologiques sont meilleures avec une période d'étiage estival moins marquée mais décalée sur l'automne. Les notes IBGN restent moyennes pour certaines stations comme la Grande Sorgue (SEQ-S3 / 06710067) et la Sorgue de Velleron à Bedarrides (SEQ-S6 / 06710014), la qualité s'est dégradée au niveau de la Sorgue de Trentin et s'est améliorée en fermeture de bassin à Bédarrides (SEQ-S33/06710088).

Une analyse plus poussée des invertébrés (détermination à l'espèce) du réseau des Sorgues permettrait de mieux comprendre les changements globaux et en particulier l'influence d'un éventuel réchauffement des eaux, couplé à un suivi thermique.

4.3. Les diatomées (rédaction Arthemis)

4.3.1. Méthodologie

Les prélèvements ont été effectués par la Maison Régionale de l'Eau (MRE), le 30 août 2018.

Les échantillons ont été réalisés conformément à la norme NF T 90-354 dans chaque station et ont été transmis à ARTEMIS par transporteur.

Les aspects les plus importants sont résumés ci-dessous :

- le prélèvement s'effectue sur des substrats stables, durs et inertes de taille suffisante pour ne pas être déplacés par le courant et dont il est sûr qu'ils n'ont pas été exondés dans la période précédant le prélèvement. En cas d'absence de substrats durs, les diatomées peuvent être récoltées sur des végétaux immergés par « rinçage » ou « essorage ». Les prélèvements sur des substrats meubles comme la vase ou sur le bois sont strictement proscrits,
- une surface de 100 cm² est prospectée et est répartie sur au moins 5 substrats différents,
- les diatomées sont récoltées par grattage de la surface supérieure des substrats à l'aide de brosses à dents. Le cas échéant, un racloir muni d'un manche et d'un filet de maille 25 à 30 µm pourra être utilisé (pour les parois verticales en cas d'absence de galets).
- Les prélèvements sont préférentiellement effectués en faciès lotique ou semi-lotique (préférence pour les radiers) et dans les zones bien éclairées,
- les prélèvements ont lieu à distance suffisante des événements hydrologiques perturbants (assèchement, crues...) afin de s'assurer que les conditions optimales sont réunies. En cas d'évènement de faible intensité, on attendra quelques jours avant de faire les prélèvements, et suite à des événements hydrologiques de forte intensité, une période de 4 semaines est recommandée avant d'effectuer les prélèvements,
- le matériel biologique prélevé est fixé sur le terrain à l'éthanol (90%)

Ils ont pour but d'utiliser les diatomées afin d'estimer la qualité biologique des rivières grâce à l'analyse du peuplement et au calcul d'un indice biologique normalisé, l'Indice Biologique Diatomées (IBD).

4.3.1.1. *Prise en charge des échantillons*

Arrivés au laboratoire, les échantillons sont pris en charge et enregistrés dans une base de données (extrait ci-dessous). L'intégrité des échantillons est vérifiée et les éventuels problèmes sont repérés. Le client est immédiatement averti par mail en cas de problème. Une étiquette avec le numéro de l'échantillon est collée sur les flacons (année + N° archivage). Ce numéro unique est communiqué dans tous les résultats relatifs à l'échantillon.

Tableau 6 : extrait tiré du tableau d'archivage et de suivi des échantillons de diatomées

N° étude	N° échantillon	Cours d'eau	Station	Date prélèvement	Opérateur Prélèvement	Opérateur labo.	Opérateur détermination
E159	2018428	Sorgue	SEQ-S2/ 06123750	30/08/2018	MRE	F. PERES	F. GARCIA
E159	2018429	Grande Sorgue	SEQ-S3 / 06710067	30/08/2018	MRE	F. PERES	F. GARCIA
E159	2018430	Sorgue de Velleron	SEQ-S4 / 06300109	30/08/2018	MRE	F. PERES	F. GARCIA
E159	2018431	Sorgue de Velleron	SEQ-S6 / 06710014	30/08/2018	MRE	F. PERES	F. GARCIA
E159	2018432	Canal de Vaucluse	SEQ-S7 / 06123100	30/08/2018	MRE	F. PERES	F. GARCIA
E159	2018433	Sorgue de Trentin	SEQ-16 / 06710068	30/08/2018	MRE	F. PERES	F. GARCIA
E159	2018434	Sorgue	SEQ-S33/ 06710088	30/08/2018	MRE	F. PERES	F. GARCIA

4.3.1.2. Identification des diatomées

La préparation et le montage des lames de diatomées sont réalisés conformément à la norme NF T 90-354 d'avril 2016. L'identification des diatomées étant basée sur l'examen microscopique du frustule siliceux, les échantillons sont traités à l'eau oxygénée H₂O₂ bouillante (30 %) afin d'éliminer le protoplasme. De l'acide chlorhydrique est ajouté pour l'élimination des carbonates. Les culots sont rincés plusieurs fois à l'eau distillée pour enlever toute trace d'eau oxygénée. Après déshydratation, une partie du culot est montée entre lame et lamelle dans une résine réfringente, le Naphrax (Northern Biological Supplies Ltd, Angleterre - Indice de réfraction = 1,74).

Un comptage par champs (balayage par transect) est effectué sur 400 valves afin de dresser un inventaire taxinomique, les résultats étant exprimés par l'abondance relative (en ‰) de chaque taxon. Le comptage est réalisé à l'aide d'un compteur manuel afin d'obtenir au minimum 400 diatomées. Les valves sont comptées et déterminées au niveau spécifique ou infraspécifique, en microscopie photonique au grossissement x 1000 (microscope LEICA DMBL équipé du contraste de phase, d'un micromètre oculaire pour la mesure des diatomées de résolution 1 µm et d'une caméra vidéo MOTIC 5 millions de pixels).

L'identification fait appel aux ouvrages les plus récents de la Süßwasserflora (Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991 b ; Lange-Bertalot, 1993 ; Krammer, 2000 ; Hofmann, 2011 ; ...) ainsi qu'à d'autres ouvrages et publications plus spécifiques.

4.3.1.3. Saisie des inventaires

La saisie codifiée (code à 4 lettres) de chaque comptage a été faite à l'aide du logiciel OMNIDIA V5.3 (Lecoite et al., 1993), avec la base 2014.

La saisie a été réalisée selon les recommandations du Groupe National sur la Qualité des Eaux (GNQE) le codage a été réalisé selon les modalités ci-dessous :

- Lorsqu'un doute de détermination est présent :
 - (*) mettre le nom de la forme la plus proche avec cf. dans le commentaire si l'espèce pourrait être celle-là mais subsiste un doute,
 - (**) mettre le genre si on ne connaît pas l'espèce ou si l'espèce est mise en aff. (qui désigne une espèce proche de la forme connue mais que l'on pense être différente).

Par exemple, coder en PLFR, avec dans le champ commentaire, Planothidium cf. frequentissimum (*) ou PLTD avec dans le champ commentaire Planothidium aff. frequentissimum (**).
- Ne pas mettre de « sp ».
- Ne pas créer de nouveaux codes dans OMNIDIA.
- Pour le groupe des Achnanthydium minutissimum, laisser en ADMI et mettre ADMI sensu lato dans le champ commentaire s'il ne s'agit pas d'ADMI au sens strict (sensu stricto) *.
- Pour le groupe des Cocconeis, CPLA sensu Jahn et al. 2009, COCO pour CPLA sensu Hofmann et al. 2011, CPLI sensu Monnier et al. 2007.

*La détermination de beaucoup d'espèces appartenant à ce complexe nécessite l'usage d'un Microscope Electronique à Balayage (MEB), ce qui n'est pas prévu dans la plupart des programmes de surveillance.

Notons, qu'ARTEMIS possède un accès au MEB (JEOL JSM 6700 F) de Toulouse mais son utilisation peut être programmée seulement par un avenant au contrat en vigueur.



Photographie 4 : utilisation du MEB – Faculté de médecine. Toulouse.

4.3.1.4. Interprétation des résultats

Après saisie, les inventaires conduisent à l'estimation de l'abondance relative des taxons, au calcul d'un indice de diversité (Shannon & Weaver) et de plusieurs indices diatomiques dont l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) et l'Indice Biologique Diatomées (IBD).

● Diversité

Richesse taxonomique et indices de diversité renseignent sur la diversité des peuplements et sur leur équilibre ou déséquilibre.

Le nombre d'espèces de diatomées (=richesse taxonomique) représente la richesse floristique du peuplement de la station. Elle est généralement faible dans les milieux très propres, à très faible dans les eaux contaminées par des substances toxiques. Les peuplements de diatomées les plus riches sont généralement observés dans les milieux de plaine enrichis en éléments nutritifs.

L'indice de diversité et l'équitabilité estiment le degré de spécialisation du peuplement : une espèce domine ou plusieurs espèces se partagent l'habitat. Les faibles diversités des peuplements se rencontrent en principe dans les milieux extrêmes, quand le milieu est très sélectif : oligotrophie, acidité, froid, vitesse de courant très élevée, toxicité...

Entre niveau trophique et diversité il existe une relation de « courbe en cloche » avec les peuplements très faiblement diversifiés dans les milieux très oligotrophes ou au contraire dans les milieux très pollués. Entre les deux, les eaux légèrement enrichies, notamment en plaine, présentent généralement des diversités élevées.

Une pollution toxique peut donc être appréhendée au travers de l'analyse de ces critères de diversité.

● Indices

L'interprétation des valeurs de l'IBD fait référence au guide du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, actualisant les règles d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux douces de surface (référence : Guide technique – Relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau) – mars 2016).

Des valeurs seuils sont appliquées en fonction de l'hydro-écorégion (HER) et de la typologie du cours d'eau. Elles bornent ainsi des classes de qualité biologique de mauvaise à très bonne, auxquelles on attribue un code couleur rouge à bleu respectivement.

Nous retiendrons pour le bassin des Sorgues, l'HER 6 « Méditerranée » et la typologie moyen petit cours d'eau :

Tableau 7 : classes de qualité et code couleur associés à l'IBD

Valeurs seuil cas général HER MP6	Code couleur
IBD ≥ 17,1	Qualité très bonne
17,1 > IBD ≥ 14,3	Qualité bonne
14,3 > IBD ≥ 10,4	Qualité moyenne
10,4 > IBD ≥ 6,1	Qualité médiocre
IBD < 6,1	Qualité mauvaise

A noter qu'en raison de l'absence de références pour la station SEQ S7, le Canal de Vaucluse à Vedène, de typologie : Canal, nous ne pouvons lui attribuer une classe de qualité biologique.

Les valeurs de l'IPS ne comportent pas d'équivalence de qualité par HER et ne seront donc pas interprétées selon une classe de qualité.

L'IBD et l'IPS sont des indices de pollution globale (ou mixtes) et traduisent l'impact de l'anthropisation au sens large.

L'indice IBD, en fonction de l'HER, nous permet d'évaluer une classe d'état écologique à partir de la note EQR (Ecological Quality Ratio ou écart à la référence).

Cette note est le rapport entre un état observé et l'état que « devrait » avoir le milieu en l'absence de perturbation anthropique. Elle se calcule de la manière suivante :

$$\text{Note EQR} = (\text{note observée} - \text{note minimale du type}) / (\text{note de référence du type} - \text{note minimale du type})$$

L'expression de l'état en EQR est une exigence de compatibilité DCE des méthodes d'évaluation. Les bornes des classes d'état sont définies sur cette échelle en EQR :

Tableau 8 : valeurs inférieures des limites des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBD

Éléments de qualité	Limites des Classes d'Etat IBD en EQR			
	Très bon / Bon	Bon / Moyen	Moyen / Médiocre	Médiocre / Mauvais
Tous types de cours d'eau sauf TGCE > 10000 km ² de bassin versant	0,94	0,78	0,55	0,3
Très grands cours d'eau ≥ 10000 km ² de bassin versant	0,92	0,76	0,52	0,26

Les valeurs d'EQR de l'IBD figurant dans ce tableau ont pris en compte la décision de la commission du 12 février 2018 relative à l'inter-étalonnage.

La note référence du type et la note minimale du type, changent en fonction des HER. Dans ce bassin, elles sont égales respectivement, à 18,1 et à 1.

Comme pour les classes de qualité biologique, en raison de l'absence de références, nous ne pouvons attribuer une note EQR à la station SEQ S7, le Canal de Vaucluse.

Afin de compléter l'interprétation, des indications sont fournies sur :

- Le **niveau trophique seulement** en calculant l'indice **TID de Rott et al. (1999)** (/4),
- Le **niveau saprobique seulement** avec l'indice **SID (Rott et al. 1997)** (/4).

Le diagnostic du niveau trophique : TID

Le niveau trophique d'une eau représente sa valeur nutritive (comprenant les composés de l'azote et du phosphore principalement) disponible pour les végétaux (algues, macrophytes). Ce niveau est directement lié aux apports d'engrais ou autres composés azotés et phosphorés dans le milieu récepteur. Il est également lié au résultat de la dégradation de la matière organique (minéralisation) et révèle la capacité d'autoépuration du cours d'eau.

Le diagnostic du niveau saprobique : SID

Le niveau de saprobie reflète le taux de matières oxydables présentes dans l'eau. Les diatomées sont très sensibles à ces matières ou au contraire résistantes, ce qui les rend très utiles pour l'interprétation de ces phénomènes de dégradation de la matière organique.

L'interprétation des valeurs obtenues est réalisée selon les grilles ci-dessous.

Tableau 9 : signification de l'indice TID (/4) & Signification de l'indice SID (/4)

Interprétation	Valeur TID (/4)	Interprétation	Valeur SID (/4)
ultraoligotrophe	<= 0,5	Classe 1 Pas ou très faiblement pollué	<1,3
oligotrophe	0,6-1,0	Classe 1-2 Faiblement pollué	1,4-1,7
oligo à mésotrophe	1,1-1,5	Classe 2 Modérément pollué	1,8-2,1
mésotrophe	1,6-2,0	Classe 2-3 Modérément à fortement pollué	2,2-2,5
mésotrophe à eutrophe	2,1-2,5	Classe 3 Fortement pollué	2,6-3,0
eutrophe	2,6-3,0	Classe 3-4 Fortement à très fortement pollué	3,1-3,4
eutrophe à polytrophe	3,1-3,5	Classe 4 Très fortement pollué	>3,5
polytrophe	> 3,5		

Les cellules en couleur représentent les valeurs pour lesquelles la flore est saprophile (orange) puis saprobionte (mauve).

● **Pourcentage de formes tératologiques (ou tératogènes) (% FT)**

Les anomalies touchent généralement le contour valvaire ou/et les stries qui sont déformées ou manquantes et/ou d'autres structures (comme le raphé, les fibules...). Elles sont d'origine génétique ou environnementale. Les facteurs tératogènes environnementaux connus à ce jour peuvent être, dans les milieux très oligotrophes, des carences (en nutriments divers dont les silicates), des chocs thermiques ou encore une exposition lumineuse intense. Dans les milieux pollués, ce sont les métaux lourds, les pesticides, herbicides, hydrocarbures... qui sont connus pour être responsables de ces déformations. Dans les populations de milieux de plaine, il est rare de trouver ces formes. Aussi, un taux de 1% serait significatif (Straub & Jeannin, 2006). Ce taux a été utilisé pour l'interprétation des résultats.

● **Les classifications écologiques de Van Dam et al. 1994**

Les classifications de Van Dam et al (1994) sont utilisées afin de définir les caractéristiques autoécologiques du peuplement selon la trophie, la saprobie, la salinité, le pH (voir ci-dessous).

Tableau 10 : classifications de Van Dam *et al.* (1994)

Saprobie	% de saturation	DBO5 (mg.l ⁻¹)
1 = oligosaprobe	> 85 %	< 2
2 = β-mésosaprobe	70 - 85	2 - 4
3 = α-mésosaprobe	25 - 70	4 - 13
4 = α-mésosaprobe à polysaprobe	10 - 25	13 - 22
5 = polysaprobe	< 10	> 22
Salinité	Cl ⁻ (mg.l ⁻¹)	Salinité ‰
1 = douces	< 100	< 0,2
2 = douces à légèrement saumâtres	< 500	<0,9
3 = moyennement saumâtres	500 - 1000	0,9 - 1,8
4 = saumâtres	1000 - 5000	1,8 - 9
Oxygénation		N(C)-hétérotrophie
1 = élevée (100%)		1 = autotrophe sensible à de faibles [C] et [N] organiques
2 = forte (> 75 %)		2 = autotrophe tolérant
3 = modérée (> 50 %)		3 = hétérotrophe facultatif
4 = basse (> 30 %)		4 = hétérotrophe obligatoire
5 = très basse (10 %)		Statut trophique
pH catégories	Intervalles de variations du pH	1 = oligotrophe
1 = acidobionte	pH optimum < 5,5	2 = oligo-mésotrophe
2 = acidophile	pH optimum 5,5 < pH < 7	3 = mésotrophe
3 = neutrophile	pH optimum voisin de 7	4 = méso-eutrophe
4 = alcaliphile	pH optimum > 7	5 = eutrophe
5 = alcalibionte	pH exclusivement > 7	6 = hypereutrophe
6 = indifférent	Optimum non défini	7 = indifférents

4.3.2. Résultats et interprétations

4.3.2.1. Caractéristiques floristiques générales

La répartition des principaux grands groupes (« familles » dans OMNIDIA) de diatomées recensées est représentée pour les stations amont et aval (figure 1).

Les **Monoraphidées** (MO) sont essentiellement des espèces épiphytes (*Cocconeis*) ou fermement fixées au substrat (*Achnantheidium*, *Cocconeis*). Elles sont généralement sensibles aux altérations du milieu et caractérisent les cours d'eau peu perturbés. Il existe cependant dans cette famille de diatomées, des taxons saprobes tel que *Achnantheidium saprophilum*, ou supportant une forte eutrophie, comme *Achnantheidium eutrophilum*.

Les **Araphidées** (AR) sont surtout représentées dans les lacs. Beaucoup d'espèces planctoniques appartiennent à cette famille. En cours d'eau, elles forment des chaînes coloniales ou sont groupées et en position érigées, fixées par une extrémité au substrat.

Les **Naviculacées** (NA) regroupent le plus grand nombre de genres (*Amphora*, *Caloneis*, *Craticula*, *Cymbella*, *Diadesmis*, *Encyonema*, *Encyonopsis*, *Eolimna*, *Fallacia*, *Fistulifera*, *Frustulia*, *Geissleria*, *Gomphoneis*, *Gomphonema*, *Hippodonta*, *Luticola*, *Mayamaea*, *Navicula*, *Naviculadicta*, *Neidium*, *Pinnularia*, *Placoneis*, *Reimeria*, *Rhoicosphenia*, *Sellaphora*,...). Les genres de cette famille renferment une majorité de formes alcaliphiles mais les différentes espèces peuvent avoir une écologie très différente.

Les **Centrophytidées** (CE) sont représentées presque exclusivement par des espèces lacustres. *Melosira varians* fait exception puisqu'il s'agit d'une espèce de cours d'eau qui forme des filaments bruns attachés au substrat.

Les **Nitzschiacées** (NI) renferment un grand nombre d'espèces habituellement saprophiles ou N-hétérotrophes. Cependant, il existe quelques formes sensibles et alcaliphiles dans cette grande famille.

Les **Brachyraphidées** (BR) sont composées essentiellement de formes acidophiles et sont souvent indicatrices de très bonne qualité d'eau (*Eunotia*, *Peronia*). Elles sont absentes des relevés, ce qui est normal vu le pH de l'eau des deux stations (environ 8).

Les **Epithémiacées** (EP) et les **Surirellacées** (SU) sont des formes le plus souvent épipéliquies, c'est-à-dire vivant sur le sédiment.

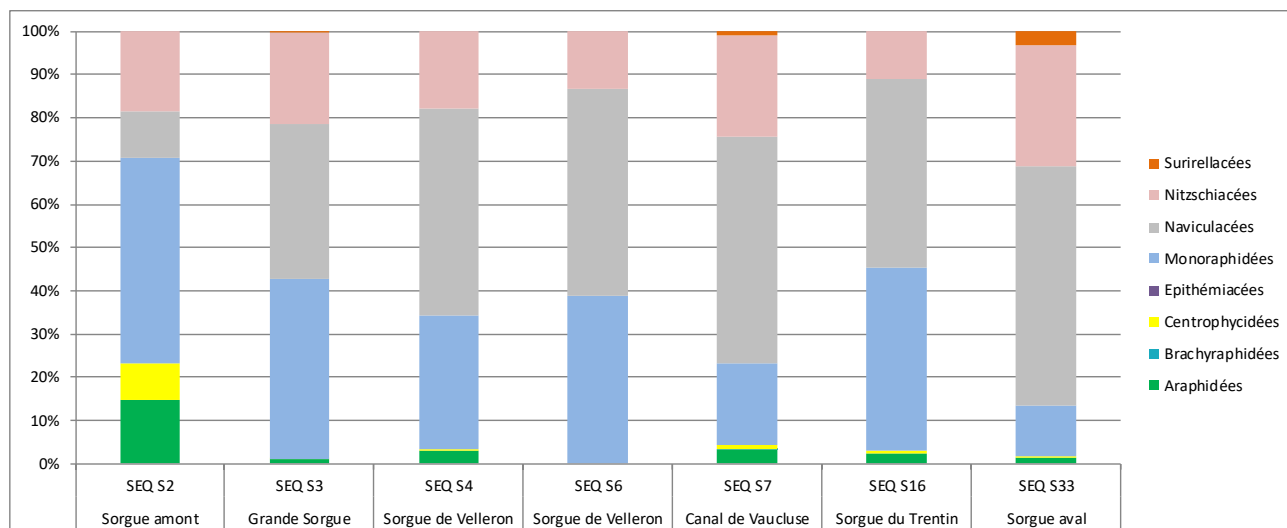


Figure 5 : Distribution des familles de diatomées

A l'exception de la station aval de la Sorgue à Bédarrides (SEQ-S33/06710088) et du Canal de Vaucluse à Vedène (SEQ_S7), les peuplements sont dominés par deux familles, les Monoraphidées et les Naviculacées. Le cortège dominant de la Sorgue aval, est composé essentiellement de Naviculacées et de Nitzschiacées, et celui du Canal de Vaucluse, de Naviculacées.

Parmi les espèces les plus abondantes, on observe, à peu de choses près, les mêmes taxons dominants dans l'ensemble du bassin, avec une diminution des formes sensibles aux apports nutritifs qui régressent au profit des diatomées plus tolérantes ou indifférentes à la trophie.

Les espèces sensibles qui ne tolèrent pas la présence de matières fermentescibles, et peu celle des éléments minéraux ou des nutriments, sont :

- *Achnantheidium pyrenaicum* qui est une espèce de milieu calcaire, très sensible aux matières organiques mais pouvant tolérer une teneur modérée en nutriments, est présente dans la station amont (SEQ-S2 / 06123750) et dans la Grande Sorgue au Thor (SEQ-S3 / 06710067), avec 10,5 % et 5,2 % des diatomées, respectivement.
- *Fragilaria gracilis*, qui se développe dans les milieux pauvres en composés organiques et en nutriments et faiblement acides à faiblement alcalins. On l'observe dans SEQ-S2 / 06123750 avec 6,4 % du peuplement.
- *Cymbella excisiformis*, qui est une forme polluo-sensible, de milieux peu à moyennement minéralisés et pauvres en nutriments. Elle n'est pas prise en compte par l'IBD et on la trouve dans la Sorgue de Velleron à Velleron (SEQ-S4 / 06300109) avec 15,4 % du peuplement.
- *Encyonema ventricosum*, qui colonise les milieux alcalins, peu à moyennement minéralisés et bien oxygénés. Il domine essentiellement dans la Sorgue de Velleron (SEQ-S4 / 06300109) avec 7,8 % du peuplement.

Des espèces qui affectionnent les matières minérales ou qui en sont indifférentes, abondent dans toutes les stations comme :

- *Achnantheidium minutissimum* sensu lato, qui représente 12,0 % du peuplement dans SEQ-S2 / 06123750, 12,1 % dans S3, 8,3 % dans SEQ-S4 / 06300109, 5,6 % dans SEQ-S7 / 06123100 et 15,3 % dans SEQ-S16 / 06710068. Ce taxon inventorié au sens large, est cosmopolite des eaux bien oxygénées. Les différentes formes proches morphologiquement paraissent sensibles aux pollutions organiques mais supportent une grande amplitude de pH et sont assez tolérantes vis à vis des nutriments.
- *Navicula cryptotenella*, qui est très commune dans son aire de répartition. Elle est comme la précédente espèce, indifférente à la teneur en nutriments mais absente des milieux fortement minéralisés. C'est un bon indicateur d'un niveau de pollutions organiques faible. On la retrouve avec 7,3 % du peuplement dans la Grande Sorgue (SEQ-S3 / 06710067), 9,7 % dans la Sorgue de Velleron à Bédarrides (SEQ-S6 / 06710014), 10,2 % dans le Canal de Vaucluse (SEQ-S7 / 06123100), 15,3 % dans la Sorgue du Trentin au Thor (SEQ-S16 / 06710068), et 22,2 % dans la Sorgue aval (SEQ-S33/06710088).

Les diatomées qui peuvent être fréquentes dans les eaux minéralisées ou riches en nutriments et parfois eutrophes :

- *Nitzschia fonticola*, qui occupe des milieux modérément à fortement minéralisés, au pH préférentiellement alcalin, et aux teneurs basses à modérées en nutriments. Elle représente 14,9 % du peuplement de la Sorgue amont (SEQ-S2/06123750), 9,5 % dans celui de la Grande Sorgue (SEQ-S3/06710067), et 14,4 % dans la Sorgue de Velleron (SEQ-S4 / 06300109).
- *Amphora pediculus*, qui est abondant dans la Grande Sorgue (SEQ-S3/06710067) avec 13,3 % du peuplement, la Sorgue de Velleron (SEQ-S4 / 06300109 et SEQ-S6 / 06710014) avec 6,1 % et 10,5 % respectivement, la Sorgue de Trentin (SEQ-S16 / 06710068), avec 18,0 %, la Sorgue aval (SEQ-S33/06710088), avec 9,8 % et le Canal de Vaucluse (SEQ-S7 / 06123100), avec 12,0 %. Cette espèce cosmopolite fréquente donc les milieux moyennement minéralisés mais pouvant être riches en nutriments. Elle supporte facilement l'assèchement, et vit souvent fixée sur d'autres algues.
- *Cocconeis euglypta*, qui est épiphytique et périphytique, supporte des niveaux de pollution assez variés. Elle est présente dans le Canal de Vaucluse (SEQ-S7 / 06123100), avec 5,1 % du peuplement et la Sorgue de Trentin avec 14,8 %.
- *Nitzschia dissipata*, est commune dans les cours d'eau et étangs ne s'asséchant pas. Elle affectionne les milieux fortement minéralisés, assez pauvres en matières organiques mais plutôt riches en nutriments, et ne paraît pas gênée par la présence de sel. Elle domine les peuplements de la Grande Sorgue (SEQ-S3/06710067, 9,5 %), la Sorgue de Velleron (SEQ-S6 / 06710014, 8,5 %), la Sorgue aval (SEQ-S33/06710088, 16,5 %) et le Canal de Vaucluse (SEQ_S7, 15,1 %).
- *Navicula tripunctata*, est abondante dans la station SEQ-S3/06710067 (5,0 %), la station SEQ-S33/06710088 (5,4 %) et le site SEQ-S7 / 06123100 (5,1 %). Cette espèce

est un bon indicateur de milieu marqué par une pollution aux nutriments, avec une conductivité moyenne à élevée.

- *Melosira varians*, avec 8,4 % du peuplement de la Sorgue amont (SEQ-S2 / 06123750). Cette Centrophycidées vit sous forme benthique en formant de longs filaments fixés aux macrophytes ou aux pierres dans les cours d'eau où le courant n'est pas trop fort. Elle est plus sensible aux pollutions organiques qu'aux teneurs en nutriments, dans des milieux au pH alcalin.
- *Achnantheidium delmontii*, dominant la Sorgue amont (SEQ-S2 / 06123750, 17,3 %), la Grande Sorgue (SEQ-S3/06710067, 15,9 %) et les stations de la Sorgue Velleron (SEQ-S4 / 06300109 et SEQ-S6 / 06710014), avec 16,9 % et 29,5 % des peuplements respectivement, est une espèce de milieux calcaires au pH alcalin, moyennement à fortement minéralisés et riches en nutriments. Elle n'est cependant pas prise en compte par l'IBD.

Ces premiers résultats renseignent d'une manière générale sur les particularités des peuplements de diatomées et ils doivent être confortés par une analyse plus fine. Au vu des taxons dominants, la principale source nutritive des diatomées qui permet leur développement, est essentiellement trophique.

4.3.2.2. Valeurs indicielles

Les inventaires sont fournis en annexe et sont exprimés en ‰ (annexe 1).

Les résultats des indices sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : valeurs des indices et significations

Cours d'eau	Station	Effectif	N	IPS	IBD	EQR	Div.	Equit.	SID	TID	F. Ter. (‰)
Sorgue	SEQ-S2 / 06123750	416	34	16,2	18,8	1,04	3,94	0,77	1,85	2,03	4,8
			élevée		très bonne qualité	état très bon	élevée	élevée	modérément pollué	mésotrophe	NS
Grande Sorgue	SEQ-S3 / 06710067	419	35	15,5	16,8	0,92	3,97	0,77	1,98	2,42	7,1
			élevée		bonne qualité	état bon	élevée	élevée	modérément pollué	mésotrophe à eutrophe	NS
Sorgue de Velleron	SEQ-S4 / 06300109	408	37	15,7	16,7	0,91	4,01	0,77	1,91	2,44	14,7
			élevée		bonne qualité	état bon	élevée	élevée	modérément pollué	mésotrophe à eutrophe	S
Sorgue de Velleron	SEQ-S6 / 06710014	409	39	13,8	13,7	0,74	3,91	0,74	2,17	2,79	17,1
			élevée		moyenne qualité	état moyen	élevée	élevée	modérément pollué	eutrophe	S
Canal de Vaucluse	SEQ-S7 / 06123100	408	69	14,1	15,1	*	4,84	0,79	1,94	2,75	4,9
			très élevée		*	*	élevée	élevée	modérément pollué	eutrophe	NS
Sorgue du Trentin	SEQ S16 / 06710068	411	54	15,7	16,3	0,89	4,40	0,76	1,88	2,41	0,0
			très élevée		bonne qualité	état bon	élevée	élevée	modérément pollué	mésotrophe à eutrophe	NS
Sorgue	SEQ-S33/ 06710088	405	56	13,9	15,3	0,83	4,30	0,74	1,93	2,81	0,0
			très élevée		bonne qualité	état bon	élevée	élevée	modérément pollué	eutrophe	NS

*Absence de références

Effectif : effectif compté ; N : richesse taxonomique ; IPS : indice de Polluosensibilité Spécifique (/20) ; IBD : indice Biologique Diatomées (/20) ; EQR : ecological quality ratio ou écart à la référence ; Div. : indice de diversité (Shannon et Weaver (1949)) ; Equit. : équitabilité ; SID : indice de Rott *et al.* 1997 (/4) ; TID : indice de Rott *et al.* 1999 (/4) ; F. Ter (‰) : formes tétratogènes - NS : non significatif - S : significatif

4.3.2.3. Richesse taxonomique et diversité

D'une manière générale, un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces et à une bonne stabilité du peuplement. Les paramètres de diversité suivent généralement une évolution de courbe « en cloche » avec la qualité du milieu. Les peuplements les moins diversifiés se rencontrent dans les eaux très propres, dans lesquelles le manque de nutriments limite la croissance des algues, ou dans les milieux très pollués, où seules les espèces les plus résistantes subsistent. Les eaux de qualité intermédiaire, enrichies en nutriments, présentent en général les plus fortes valeurs de richesse taxonomique et de diversité.

L'évolution de la richesse taxonomique (N) et de l'indice de diversité (Div.) est représentée par la figure 6 et celle de la richesse taxonomique (N) et de l'indice d'équitabilité (Equit.) par la figure 7.

Les échantillons des stations prélevées sur le bassin des Sorgues présentent des valeurs de structure des peuplements élevées dans toutes les stations (Tableau 10).

La richesse spécifique croît de l'amont vers l'aval avec des valeurs fortes notamment dans le Canal de Vaucluse où elle atteint 69 taxons. Le régime particulier de ce type de cours d'eau, doit favoriser le développement de davantage de taxons.

Les valeurs de diversité et d'équitabilité sont également élevées dans toutes les stations et paraissent stables sur l'ensemble du bassin.

Ces résultats soulignent des peuplements riches, stables et bien équilibrés. Les conditions du milieu semblent peu restrictives vis-à-vis de taxons exigeants en termes de besoins nutritifs. Elles permettent, à de nombreuses espèces de diatomées, de coloniser les substrats et de s'y maintenir.

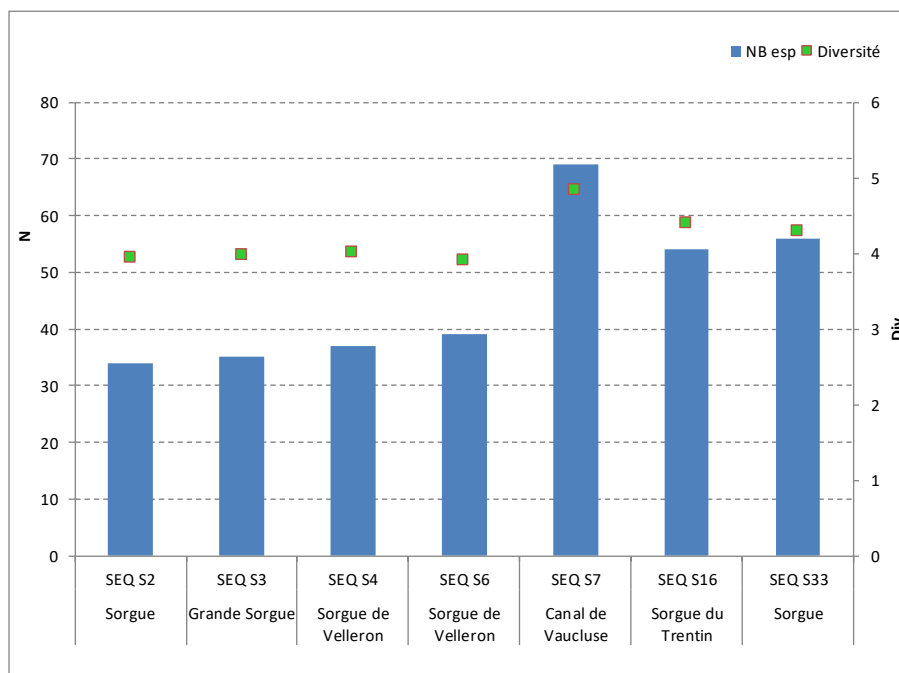


Figure 6 : évolution de la richesse taxonomique et de la diversité

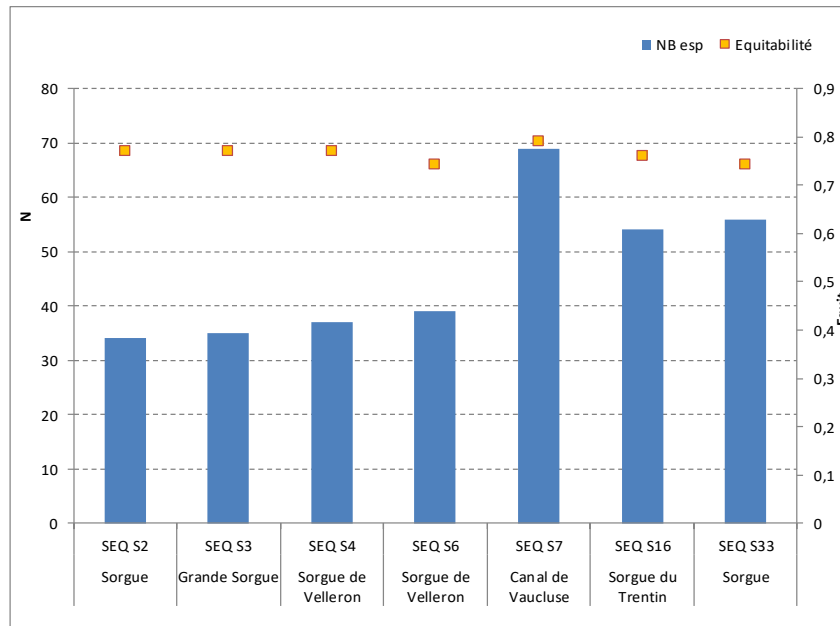


Figure 7 : évolution de la richesse taxonomique et de l'équitabilité

4.3.2.4. Indices diatomiques

La figure 8 représente l'évolution spatiale de la qualité biologique estimée par l'IBD.

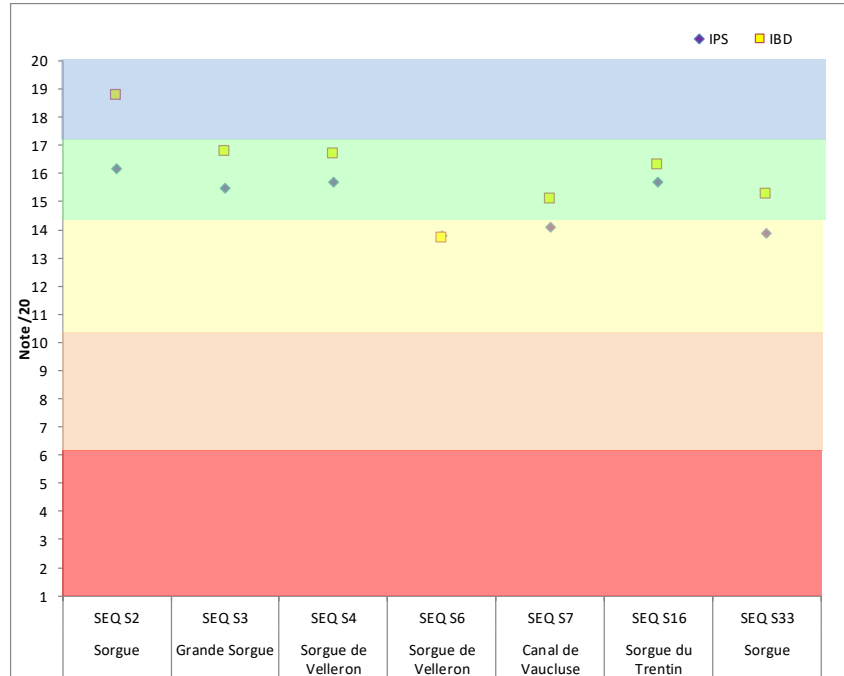


Figure 8 : évolution de l'IPS et de l'IBD

Rappelons que pour les valeurs de l'IPS, il n'y a pas de correspondance entre classe de qualité et note ; de ce fait, les notes seront peu commentées.

De même les notes de la station du Canal de Vaucluse figurent dans ce graphique à titre d'exemple. L'absence de références ne nous permet pas de définir une classe de qualité et un état écologique.

L'évolution des deux indices utilisés (IPS et IBD), est en assez bonne adéquation. L'IPS est plus sévère que l'IBD dans six stations sur sept (Tableau 10).

Les peuplements présentent des valeurs indicielles proches.

La Sorgue amont au niveau de l'Isle-sur-la-Sorgue (SEQ-S2 / 06123750) est de **très bonne qualité** et **80,7 %** des individus contribuent au calcul de la note IBD.

La Grande Sorgue (SEQ-S3 / 06710067) et la Sorgue du Trentin au Thor (SEQ-S16 / 06710068), ainsi que la Sorgue de Velleron à Velleron (SEQ-S4 / 06300109), et la Sorgue aval à Bédarrides (SEQ-S33 / 06710088), sont de **bonne qualité biologique**. Respectivement, **82,5 %**, **88,8 %**, **62,9 %**, et **89,6 %** des diatomées sont prises en compte par l'indice diatomique.

La Sorgue de Velleron à Bédarrides (SEQ-S6 / 06710014), est plus critique et est de **qualité biologique moyenne**, avec la prise en compte **67,4 %** des individus.

L'EQR présente des classes d'état identiques à celles de la qualité biologique (Tableau 9).

La station du Canal de Vaucluse à Vedène (SEQ-S7 / 06123100) possède une note IBD proche du site aval de la Sorgue (SEQ-S33 / 06710088), et la qualité semble bonne, à l'instar des autres stations. **86,7 %** des individus ont été utilisés pour le calcul de l'indice.

Ces résultats montrent une qualité biologique et un état écologique élevés à l'amont qui diminuent vers les stations aval.

Une station paraît beaucoup plus dégradée que les autres, celle de la Sorgue de Velleron (SEQ-S6 / 06710014).

A noter toutefois les valeurs faibles du nombre d'individus pris en compte dans certains échantillons. Cela est lié à l'abondance d'*Achnanthydium delmontii* qui dominent quatre peuplements, avec des proportions supérieures à 15,9 %. Ce taxon n'est pas considéré par l'indice.

► Indices TID, SID

Les valeurs obtenues sont notées dans le tableau 9.

Le TID montre que le milieu est qualifié de mésotrophe dans la Sorgue amont (SEQ-S2 / 06123750) puis méso à eutrophe dans les stations intermédiaires et eutrophes dans les sites « récepteurs », la Sorgue de Velleron (SEQ-S6 / 06710014), la Sorgue aval (SEQ-S33 / 06710088) et le Canal de Vaucluse (SEQ-S7 / 06123100). Le bassin s'enrichit davantage en éléments nutritifs minéraux et en nutriments de l'amont vers l'aval.

L'indice SID montre que le milieu est modérément pourvu en composés organiques dans l'ensemble des stations.

Les classifications de Van-Dam et al. doivent confirmer cet indice.

► % FT

Le taux de formes tératogènes est nul ou inférieur à la limite que l'on s'est fixée de 1 % dans la majorité des peuplements, et ne met pas en évidence d'impacts des facteurs environnementaux sur la morphologie des diatomées.

Cependant ce taux dépasse le seuil dans les deux sites de la Sorgue de Velleron (SEQ-S4 / 06300109 et SEQ-S6 / 06710014).

Les facteurs tératogènes connus dans les milieux très oligotrophes, peuvent être des carences en nutriments, par exemple, comme les silicates, des chocs thermiques ou des expositions lumineuses intenses.

Dans les milieux plus pollués, ce sont les molécules toxiques comme, les métaux lourds, les pesticides ou les hydrocarbures... qui sont connus pour être responsables de ces déformations.

4.3.2.5. Caractéristiques écologiques dominantes

Les caractéristiques du peuplement sont synthétisées dans les graphiques ci-dessous et commentées. L'affinité du peuplement diatomique pour les matières organiques est représentée dans la figure 9.

L'hétérotrophie désigne le potentiel qu'ont les diatomées à utiliser les composés organiques du carbone et traduit également, de façon indirecte, l'enrichissement du milieu en ces composés. Elle est représentée dans la figure 10.

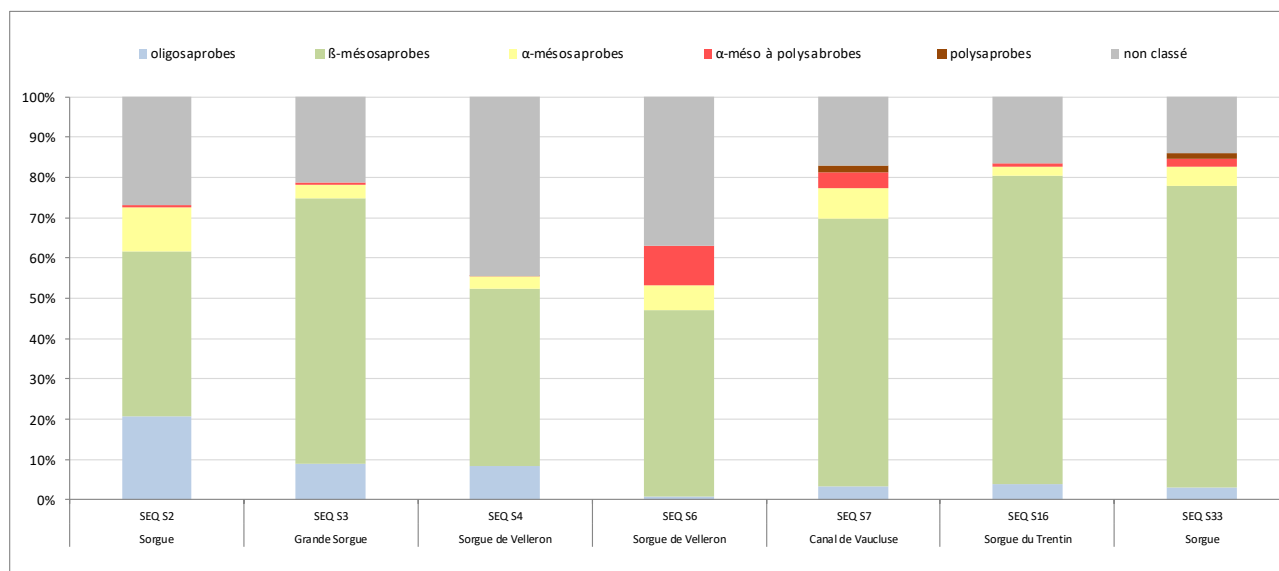


Figure 9 : classification selon l'affinité aux matières organiques

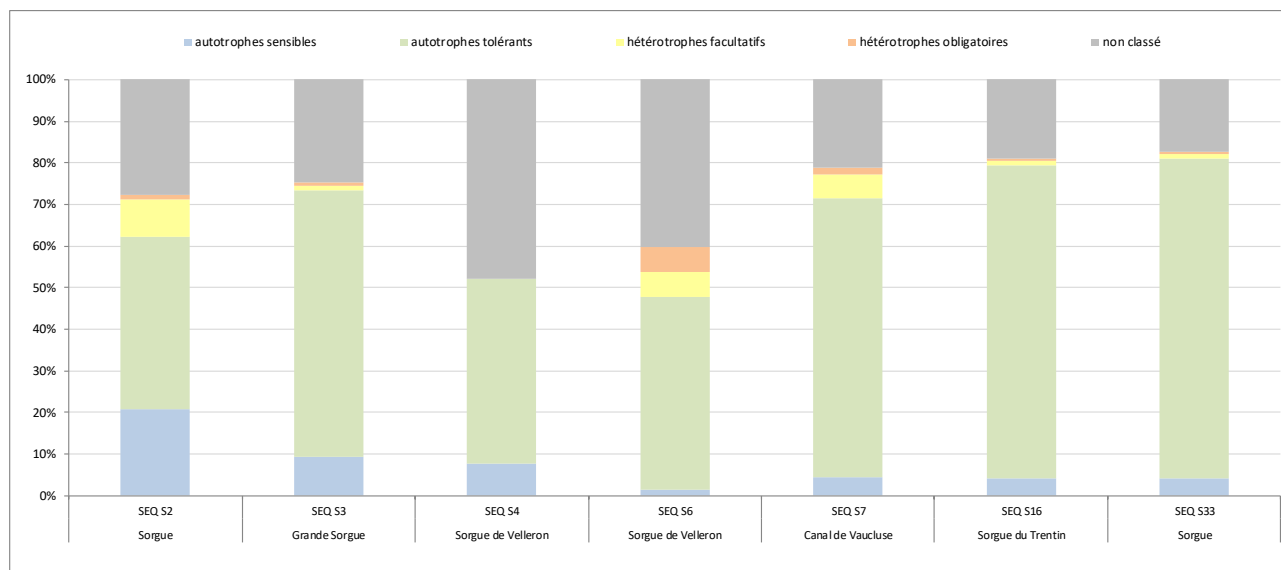


Figure 10 : classification selon les capacités d'hétérotrophie

Les peuplements des sept stations montrent des populations de diatomées polluo-sensibles (oligosaprobés, β -mésosaprobés et autotrophes) dominantes. Elles ne tolèrent que des charges en matières organiques faibles ou modérées.

L'absence de données est liée en partie à l'abondance d'*Achnantheidium delmontii* qui ne semble pas se développer dans des milieux riches en composés fermentescibles.

Toutefois la présence d'éléments de cette nature n'est pas à négliger, notamment dans la station de la Sorgue de Velleron à Bédarrides (SEQ-S6 / 06710014), en raison de la présence de plus de 16 % de formes α -mésosaprobés à polysaprobés et hétérotrophes, et de l'absence d'espèces très sensibles.

L'ensemble de ces résultats concorde avec l'indice SID (Tableau 10). Le milieu semble peu impacté par les composés organiques et l'est probablement davantage par des éléments nutritifs minéraux.

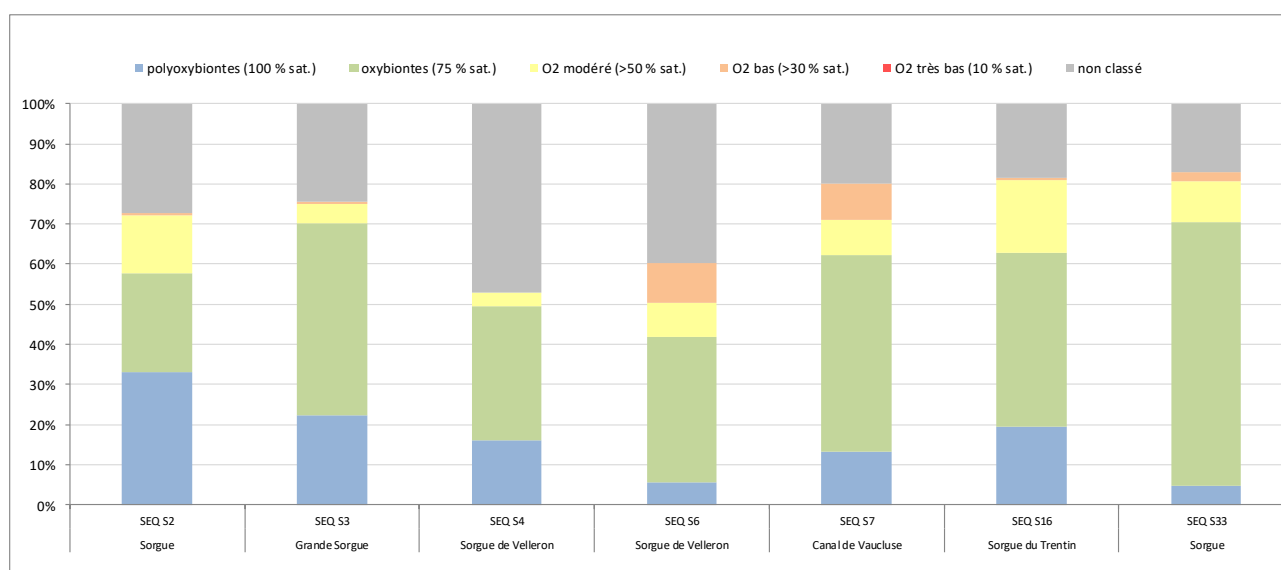


Figure 11 : affinité du peuplement vis-à-vis de l'oxygène dissous

Les exigences du peuplement vis-à-vis de l’oxygène dissous sont représentées dans la figure 11.

Les peuplements sont composés d’un spectre restreint d’affinités par rapport à l’oxygénation du milieu. La présence en abondance des formes exigeantes en oxygène, polyoxybiontes et oxybiontes, témoigne de très bonnes conditions d’oxygénation des cours d’eau dans le temps. Ce paramètre n’est pas un facteur limitant.

Les caractéristiques du peuplement selon son affinité pour la trophie sont représentées dans la figure 12.

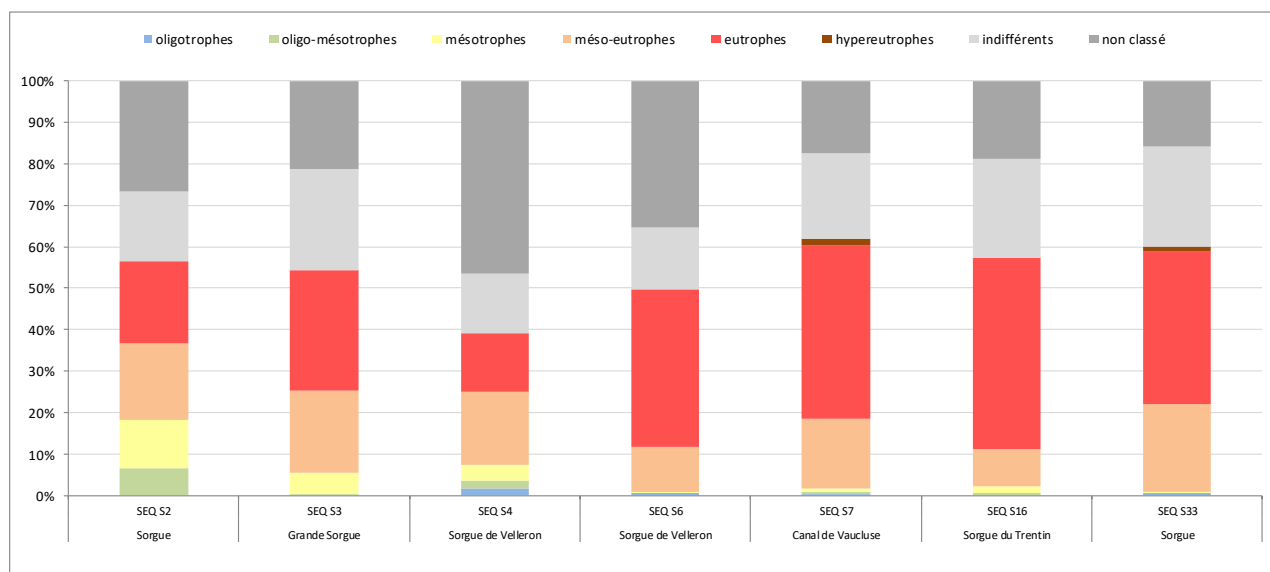


Figure 12 : affinité du peuplement pour les matières minérales

Les résultats relatifs à cette classification montrent, au niveau des sept prélèvements, une forte proportion de diatomées mésotrophes, associées elles-mêmes à une population indifférente à la teneur en nutriments, et à une population eutrophe qui croît dans les stations à l’aval du bassin.

A noter, que les populations eutrophes sont certainement un peu plus élevées dans les stations où domine *Achnanidium delmontii* (SEQ-S2 / 06123750, SEQ-S3 / 06710067, SEQ-S4 / 06300109, SEQ-S6 / 06710014), qui affectionne les milieux riches en éléments trophiques.

Ces résultats renforcent ceux obtenus avec l’indice TID.

Les caractéristiques du peuplement selon son affinité pour le pH sont représentées dans la figure 13.

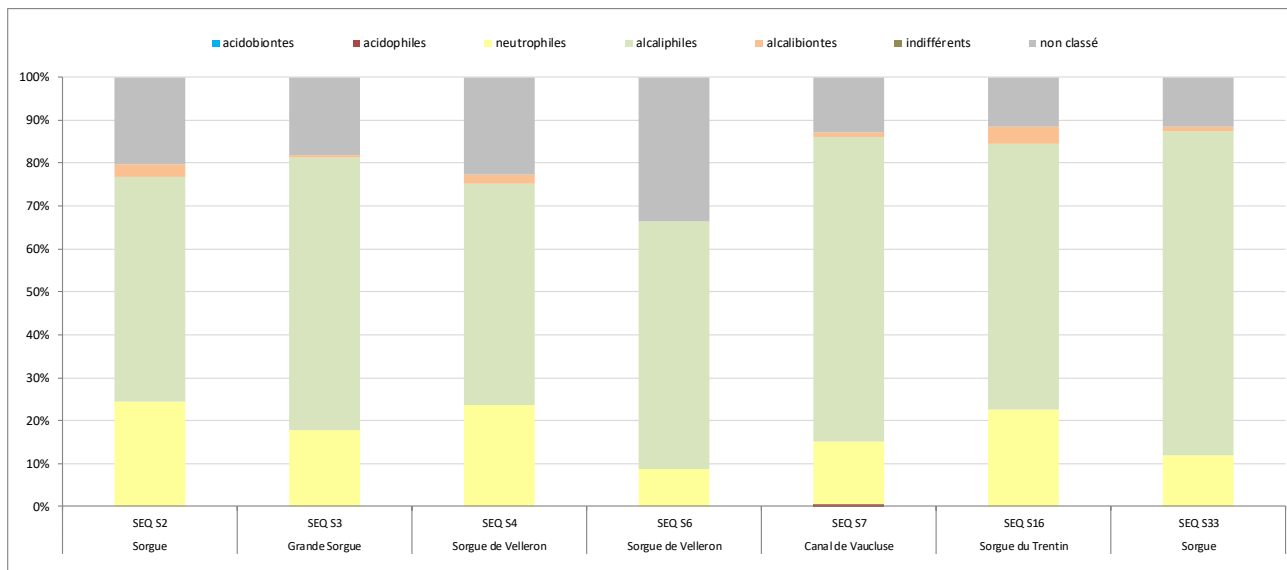


Figure 13 : affinité selon le pH

La classification vis-à-vis du pH, montre que les peuplements sont composés de diatomées majoritairement alcaliphiles dans les sept sites. Le pH est certainement proche et supérieur à 7 et le milieu plutôt alcalin.

L'affinité des diatomées vis-à-vis de la salinité est représentée par la figure 14.

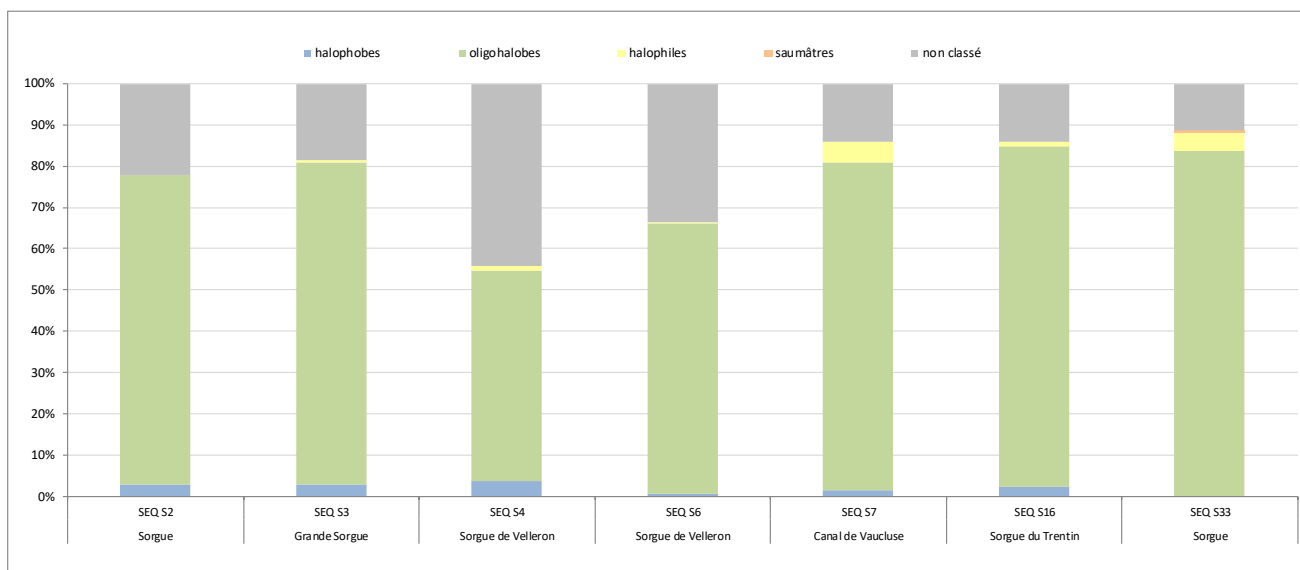


Figure 14 : affinité vis-à-vis de la salinité

Cette classification montre que les peuplements inventoriés sont nettement dominés par des diatomées d'eau douce (oligohalobes) qui témoignent d'une conductivité moyenne.

4.3.2.6. Conclusion sur l'année 2018

L'étude des diatomées et l'application de l'Indice Biologique Diatomées (IBD) ont permis d'appréhender la qualité biologique des cours d'eau du bassin des Sorgues, dans le département du Vaucluse (84).

Les peuplements sont riches et paraissent stables et équilibrés. Cela peut être synonyme de conditions d'environnement optimum et d'une eau relativement riche en éléments nutritifs.

L'Indice Biologique Diatomées (IBD) estime la qualité biologique :

- Très bonne dans la Sorgue amont au niveau de l'Isle-sur-la-Sorgue (SEQ-S2 / 06123750),
- Bonne dans la Grande Sorgue et la Sorgue du Trentin au Thor (SEQ-S3 / 06710067 et SEQ-S16 / 06710068), la Sorgue de Velleron à Velleron (SEQ-S4 / 06300109), et la Sorgue aval à Bédarrides (SEQ-S33 / 06710088),
- Moyenne dans la Sorgue de Velleron à Bédarrides (SEQ-S6 / 06710014).

L'EQR présente des classes d'état identiques à celles de la qualité biologique.

Le Canal de Vaucluse à Vedène (SEQ-S7 / 06123100) possède une note IBD proche de celle de la station de la Sorgue aval (SEQ-S6 / 06710014).

L'étude des caractéristiques écologiques a montré que la composition des peuplements révèle une concentration en éléments nutritifs minéraux et en nutriments modérée sur l'ensemble du bassin et qui a tendance à s'accroître vers les sites aval.

L'affinité aux matières fermentescibles montre que les sites ne subissent pas de contaminations organiques fortes. Cependant, un peuplement présente des proportions de taxons saprobes plus importantes que les autres, celui du site SEQ-S6 / 06710014 de la Sorgue de Velleron à Bédarrides.

Le taux de formes anormales ou tératogènes est nul ou faible dans la majorité des peuplements. Toutefois dans les deux stations de la Sorgue de Velleron, à Velleron (SEQ-S4 / 06300109) et à Bédarrides (SEQ-S6 / 06710014), il est supérieur, et indique probablement l'impact de facteurs environnementaux sur les populations de diatomées du cours d'eau.

Le milieu est essentiellement alcalin et présente une conductivité moyenne sur l'ensemble du bassin.

D'une manière générale, on observe que les indices de qualité sont relativement proches entre les différentes stations et qu'ils évoluent en diminuant entre la station amont de la Sorgue (SEQ-S2 / 06123750) et les stations le plus à l'aval du bassin (Sorgue aval (SEQ-S33 / 06710088) et Canal de Vaucluse (SEQ-S7/ 06123100)). Un site paraît comme un point critique

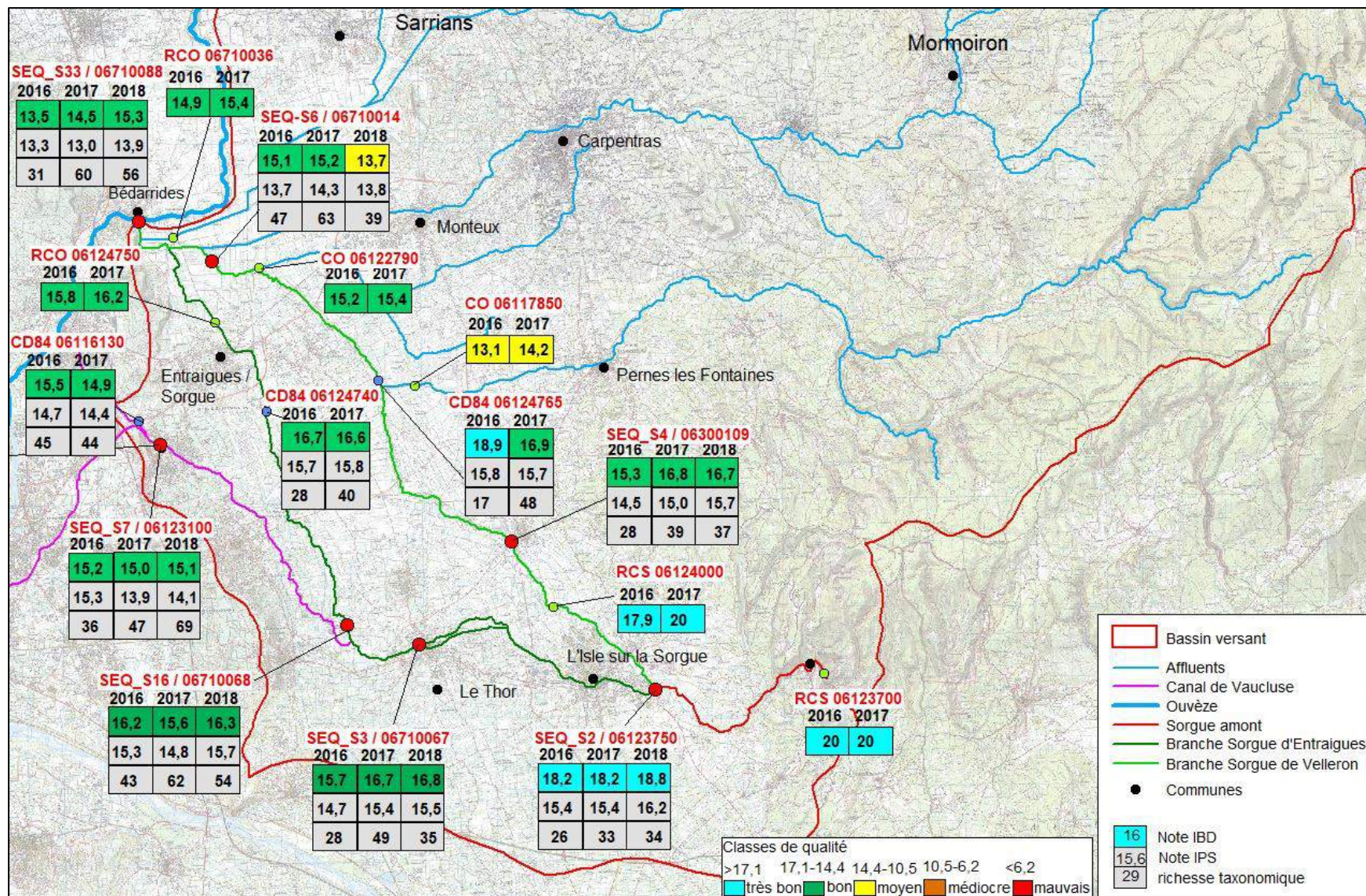
de ce bassin, et probablement plus exposé à des apports exogènes dans le milieu, c'est celui de la Sorgue de Velleron à Bédarrides (SEQ-S6 / 06710014).

4.3.1. Evolution des indices IBD entre 2016 et 2018

Comme pour les IBGN, l'évolution des IBD prend également en compte les données de l'Agence de l'Eau disponible au mois de novembre 2018, à savoir les notes IBD des stations RCS et RCO de 2016 et 2017.

Les résultats sont présentés sous forme cartographique ci-après.

Globalement la qualité biologique à travers les IBD est très bonne sur les stations amont quelque soit l'année. La qualité se dégrade légèrement vers l'aval avec une qualité bonne. Une station se détache avec une baisse de qualité, il s'agit de la station SEQ-S6 / 06710014 sur la Sorgue de Velleron à Bédarrides. Elle est peut être influencée par les apports de la Sorguette et/ ou de la Nesque. Cette qualité moyenne a été également observée à travers les IBGN, mais avec une réponse plus rapide en 2017 et 2018.



Carte 3 : évolution des indices des diatomées de 2016 à 2018



5. CONCLUSION GENERALE

Globalement, en regroupant l'analyse diatomique et de la faune benthique, nous pouvons constater :

- Une **très bonne qualité de biologique sur la Sorgue amont** (SEQ-S2 / 06123750) avec la présence de taxons synonymes de bonne qualité aussi bien chez les diatomées, avec la présence notamment d'*Achnantheidium pyrenaicum* et de *Fragilaria gracilis*, que chez les invertébrés benthiques avec la présence du Trichoptère polluo-sensible de la famille des Odontoceridae.
- Une **dégradation de la qualité biologique sur la Sorgue de Velleron au niveau de Bédarrides** (SEQ-S6 / 06710014), avec une note IBGN et IBD caractéristique d'une qualité moyenne. Le peuplement d'invertébrés benthiques est dominé par des Chironomidae et Simulidae, taxon indiquant un apport de matières organiques fines. Les populations de diatomées sont également influencées par des apports anthropiques. Ceci est certainement lié à la présence de rejets urbains et/ou industriels (station d'épuration de Monteux) mais également par les affluents. Plus en amont, à **Velleron, la qualité biologique est bonne sur la Sorgue de Velleron (IBGN et IBD)**.
- Sur la **Grande Sorgue, au niveau du Thor** (SEQ-S3 / 06710067), la modification de la structure du peuplement benthique indique que le **milieu est perturbé** avec une qualité biologique moyenne. Comme en 2017, cette baisse n'est pas aussi significative au niveau de l'analyse des diatomées (note de l'IBD élevée). Le cortège d'invertébrés benthiques semble être influencé par la présence, en amont, de la station d'épuration de l'Isle sur la Sorgue.
- La qualité biologique de la **Sorgue du Trentin au Thor** (SEQ-S16 / 06710068), recevant les eaux de la Grande Sorgue, est en 2018, moyenne pour les invertébrés benthiques et reste bonne pour les diatomées avec un peuplement équilibré.
- La **Sorgue aval** (SEQ-S33/06710088), en amont de la confluence avec l'Ouvèze, à Bedarrides, présente une **qualité biologique bonne** à travers la note IBGN et l'IBD. Toutefois l'étude du peuplement d'invertébrés indique toujours un enrichissement du milieu, même si la note a augmenté par rapport à 2017.

6. ANNEXES

ANNEXE 1 : fiches stations

Cours d'eau : Sorgue amont	Station SEQ-S2 / 06123750	Partage des eaux Isle-sur-Sorgue																
Coordonnées (L93)	X : 866 503	Y : 6 315 283																
Date de prélèvement	30 août 2018																	
Conditions de prélèvements :	Bonnes conditions climatiques et hydrologiques																	
PHOTOS ET CARTE DE LA STATION																		
																		
CARACTERISTIQUES DES EAUX																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Station</th> <th>Date</th> <th>Heure</th> <th>Teau (°C)</th> <th>O₂ dissous (mg.L⁻¹)</th> <th>O₂ (% sat)</th> <th>pH</th> <th>Conductivité (µS.cm⁻¹)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SEQ-S2/ 06123750</td> <td>30/08/2018</td> <td>09:30</td> <td>15,4</td> <td>9,49</td> <td>95</td> <td>8,2</td> <td>391</td> </tr> </tbody> </table>	Station	Date	Heure	Teau (°C)	O ₂ dissous (mg.L ⁻¹)	O ₂ (% sat)	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)	SEQ-S2/ 06123750	30/08/2018	09:30	15,4	9,49	95	8,2	391		
Station	Date	Heure	Teau (°C)	O ₂ dissous (mg.L ⁻¹)	O ₂ (% sat)	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)											
SEQ-S2/ 06123750	30/08/2018	09:30	15,4	9,49	95	8,2	391											
RESULTAT DES DIATOMEES																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Station</th> <th>IBD</th> <th>IPS</th> <th>EQR</th> <th>nbre de taxon</th> <th>Indice de diversité</th> <th>Equitabilité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SEQ-S2</td> <td>18,8</td> <td>16,2</td> <td>1,04</td> <td>34</td> <td>3,94</td> <td>0,77</td> </tr> </tbody> </table>	Station	IBD	IPS	EQR	nbre de taxon	Indice de diversité	Equitabilité	SEQ-S2	18,8	16,2	1,04	34	3,94	0,77				
Station	IBD	IPS	EQR	nbre de taxon	Indice de diversité	Equitabilité												
SEQ-S2	18,8	16,2	1,04	34	3,94	0,77												

CARACTERISTIQUES DES HABITATS PRELEVES POUR LES IBG DCE													
Date :		30/08/2018		Sorgue amont								SEQ S2	
Type substrat	Représentativité des			Classes de vitesses									
	S	Superficie relative % estimé	Domin (D) / Margin (M) / Présent (P)	> 75 cm/s		75>V>25 cm/s		25>V>5 cm/s		V<5 cm/s			
				Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement		
Bryophytes	11	1	M							+++	A1		
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10	12	D			+++	B1	++					
Débris organiques grossiers (litière)	9	2	M							+++	A2		
Chevelus racinaires libres	8	4	M							+++	A3		
Supports ligneux										++	A4		
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	20	D			++	C3	+++	B2	+			
Blocs facilement déplaçables (> 250 mm)	6												
Granulats grossiers 25mm >taille>2 mm	5	21	D			++	C2	+++	B3	+			
Spermaphytes émergents de strate basse (Helophytes)	4												
Sédiments fins organiques, "vases" <0,1mm	3												
Sables < 2 mm Limons	2	10	D					+++	B4	++			
Algues - bactéries et champignons filamenteux	1	30	D			+++	C1	++	C4				
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, sols)	0												

RESULTAT DE LA CAMPAGNE	
Paramètres IBGN	SEQ-S2 / 06123750
Richesse	33
Total (ind.)	1413
Densité (nb ind/m ²)	3533
Taxon indicateur (G.I.)	Odontoceridae (8)
Note IBGN	17
Robustesse	14
Note EQR	1
Dominants 1	Gammaridae (43,2%)
Dominants 2	Hydrobiidae (17,6%)
Dominants 3	Elmidae (8,6%)

Paramètres I2M2	SEQ-S2 / 06123750
IndiceShannon	0,5288
AverageScorePerTaxon	0,9415
Polyvoltinisme	0,9429
Ovoviviparite	0,5099
Richesse	0,4048
Ind Invert Multimétrique	0,6892
Nb Taxons contributifs	43
Dominants 1	Gammarus (38%)
Dominants 2	Potamopyrgus (12,5%)
Dominants 3	Chironomidae (9,9%)

Cours d'eau : Grande Sorgue	Station SEQ-S3 / 06710067	Passerelle Garancine Le Thor
Coordonnées (L93)	X : 860 135	Y : 6 316 609
Date de prélèvement	30 août 2018	
Conditions de prélèvements :	Bonnes conditions climatiques et hydrologiques	

PHOTOS DE LA STATION



CARACTERISTIQUES DES EAUX

Station	Date	Heure	Teau (°C)	O ₂ dissous (mg.l ⁻¹)	O ₂ (% sat)	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
SEQ-S3 / 06710067	30/08/2018	14:00	15,8	11,6	117	8,2	619

RESULTAT DES DIATOMEES

Station	IBD	IPS	EQR	nbre de taxon	Indice de diversité	Equitabilité
SEQ-S3	16,8	15,5	0,92	35	3,97	0,77

CARACTERISTIQUES DES HABITATS DCE

Date :		30/08/2018		Grande Sorgue								SEQ S3
Type substrat	Représentativité des			Classes de vitesses								
	S	Superficie relative % estimé	Domin (D) / Margin (M) / Présent (P)	> 75 cm/s		75>V>25 cm/s		25>V>5 cm/s		V<5 cm/s		
				Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	
Bryophytes	11	25	D			+++	B1	++	C3			
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10	35	D			+++	B2 C2	++	C1			
Débris organiques gros (litière)	9		P									
Chevelus racinaires libres Supports ligneux	8	5	M			++	A4	+++	A1	+		
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	15	D					+++	B3	++	C4	
Blocs facilement déplaçables (> 250 mm)	6	4	M			+++	A2	++				
Granulats grossiers 25mm >taille>2 mm	5		P									
Spermaphytes émergents de strate basse (Helophytes)	4											
Sédiments fins organiques, "vases" <0,1mm	3											
Sables < 2 mm Limos	2	2	M							+++	A3	
Algues - bactéries et champignons filamenteux	1											
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles,sols)	0	14	D			+++	B4					

RESULTAT DE LA CAMPAGNE

Paramètres IBGN	SEQ-S3 / 06710067	Paramètres I2M2	SEQ-S3 / 06710067
Richesse	22	IndiceShannon	0,6169
Total (ind.)	1396	AverageScorePerTaxon	0,1462
Densité (nb ind/m ²)	3490	Polyvoltinisme	0,6867
Taxon indicateur (G.I.)	Sericostomatidae (6)	Ovoviparite	0,3805
Note IBGN	12	Richesse	0,2857
Robustesse	11	Ind Invert Multimétrique	0,4233
Note EQR	0,6875	Nb Taxons contributifs	35
Dominants 1	Gammaridae (49,3%)	Dominants 1	Gammarus (46,8%)
Dominants 2	Elmidae (16,8%)	Dominants 2	Potamopyrgus (5,6%)
Dominants 3	Hydrobiidae (8,3%)	Dominants 3	Elmis (5,23%)

Cours d'eau : Sorgue du Trentin	Station SEQ-S16 / 06710068	Le Thor
Coordonnées (L93)	X : 857 938	Y : 6 317 131
Date de prélèvement	30 août 2018	
Conditions de prélèvements :	Bonnes conditions climatiques et hydrologiques	

PHOTOS DE LA STATION



CARACTERISTIQUES DES EAUX

Station	Date	Heure	Teau (°C)	O ₂ dissous (mg.l ⁻¹)	O ₂ (% sat)	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
SEQ-S16 / 06710068	30/08/2018	14:30	16,3	9,54	98	7,9	647

RESULTAT DES DIATOMEES

Station	IBD	IPS	EQR	nbre de taxon	Indice de diversité	Equitabilité
SEQ-S16	16,3	15,7	0,89	54	4,4	0,76

CARACTERISTIQUES DES HABITATS DCE

Date :		30/08/2018		Sorgue de Trentin								SEQ S16	
Type substrat	Représentativité des			Classes de vitesses									
	S	Superficie relative % estimé	Domin (D) / Margin (M) / Présent (P)	> 75 cm/s		75>V>25 cm/s		25>V>5 cm/s		V<5 cm/s			
				Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement		
Bryophytes	11	1	M			+++	A1						
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10												
Déchets organiques grossiers (litière)	9	6	D					+++	B1	+++			
Chevelus racinaires libres Supports ligneux	8	5	M					+++	A2	++			
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	32	D			+++	B2	++	C2	+	C4		
Blocs facilement déplaçables (> 250 mm)	6	10	D			+++	B3	+					
Granulats grossiers 25mm >taille>2 mm	5	30	D			++	C3	+++	B4				
Spermaphytes émergents de strate basse (Helophytes)	4												
Sédiments fins organiques, "vases"<0,1mm	3	1	M							+++	A3		
Sables < 2 mm Limons	2	14	D					+++	C1				
Algues - bactéries et champignons filamenteux	1												
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, sols)	0	1	M			+++	A4	++					

RESULTAT DE LA CAMPAGNE

Paramètres IBGN	SEQ-S16 / 06710068
Richesse	26
Total (ind.)	2825
Densité (nb ind/m ²)	7063
Taxon indicateur (G.I.)	Ephemeridae (6)
Note IBGN	13
Robustesse	10
Note EQR	0,75
Dominants 1	Gammaridae (88,7%)
Dominants 2	Elmidae (3,4%)
Dominants 3	Baetidae (2,7%)

Paramètres I2M2	SEQ-S16 / 06710068
IndiceShannon	0,0129
AverageScorePerTaxon	0,0322
Polyvoltinisme	0,9504
Ovoviviparite	0,2234
Richesse	0,1905
Ind Invert Multimetrique	0,3039
Nb Taxons contributifs	31
Dominants 1	Gammarus (77 %)
Dominants 2	Potamopyrgus (8 %)
Dominants 3	Riolus (3,7%)

Cours d'eau : Sorgue de Velleron	Station SEQ-S4 / 06300109	Velleron
Coordonnées (L93)	X : 862 514	Y : 6 319 420
Date de prélèvement	30 août 2018	
Conditions de prélèvements :	Bonnes conditions climatiques et hydrologiques	

PHOTOS DE LA STATION



CARACTERISTIQUES DES EAUX

Station	Date	Heure	Teau (°C)	O ₂ dissous (mg.l ⁻¹)	O ₂ (% sat)	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
SEQ-S4 / 06300109	30/08/2018	11:45	16,4	9,9	102	8,1	594

RESULTAT DES DIATOMEES

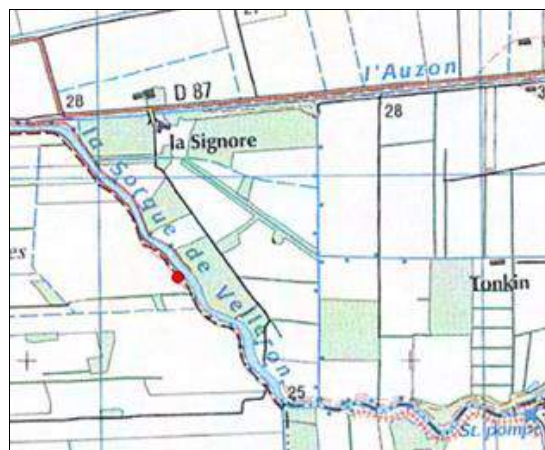
Station	IBD	IPS	EQR	nbre de taxon	Indice de diversité	Equitabilité
SEQ-S4	16,7	15,7	0,91	37	4,01	0,77

CARACTERISTIQUES DES HABITATS DCE													
Date :		30/08/2018		Sorgue de Velleron								SEQ S4	
Type substrat	Représentativité des			Classes de vitesses									
	S	Superficie relative % estimé	Domin (D) / Margin (M) / Présent (P)	> 75 cm/s		75>V>25 cm/s		25>V>5 cm/s		V<5 cm/s			
				Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement		
Bryophytes	11	16	D			+++	B1	++	C4				
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10	25	D			++	C2	+++	B2				
Débris organiques grossiers (litière)	9	2	M					++		+++	A1		
Chevelus racinaires libres Supports ligneux	8	4	M					+++	A2	++			
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	20	D			++	C3	+++	B3				
Blocs faciment déplaçables (> 250 mm)	6	2	M			+		+++	A3				
Granulats grossiers 25mm >taille>2 mm	5	4	M					+++	A4	++			
Spermaphytes émergents de strate basse (Helophytes)	4												
Sédiments fins organiques, "vases"<0,1mm	3												
Sables < 2 mm Limons	2	6	D							+++	B4		
Algues - bactéries et champignons filamenteux	1	1	M					+					
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles,sois)	0	20	D			+++	C1	++					

RESULTAT DE LA CAMPAGNE							
Paramètres IBGN		SEQ-S4 / 06300109		Paramètres I2M2		SEQ-S4 / 06300109	
Richesse		25		IndiceShannon		0	
Total (ind.)		7835		AverageScorePerTaxon		0,3933	
Densité (nb ind/m ²)		19588		Polyvoltinisme		0,6046	
Taxon indicateur (G.I.)		Odontoceridae (8)		Ovoviviparite		0,4332	
Note IBGN		15		Richesse		0,1667	
Robustesse		10		Ind Invert Multimétrique		0,347	
Note EQR		0,875		Nb Taxons contributifs		31	
Dominants 1		Gammaridae (88,7%)		Dominants 1		Gammarus (85,6%)	
Dominants 2		Elmidae (3,4%)		Dominants 2		Baetis (3,3%)	
Dominants 3		Baetidae (2,7%)		Dominants 3		-	

Cours d'eau : Sorgue de Velleron	Station SEQ-S6 / 06710014	Lieu-dit Tonkin Bédarrides
Coordonnées (L93)	X : 854 251	Y : 6 327 283
Date de prélèvement	30 août 2018	
Conditions de prélèvements :	Bonnes conditions climatiques et hydrologiques	

PHOTOS DE LA STATION



CARACTERISTIQUES DES EAUX

Station	Date	Heure	Teau (°C)	O ₂ dissous (mg.L ⁻¹)	O ₂ (% sat)	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
SEQ-S6 / 06710014	30/08/2018	11:30	19,3	8,93	97	8,1	578

RESULTAT DES DIATOMEES

Station	IBD	IPS	EQR	nbre de taxon	Indice de diversité	Equitabilité
SEQ-S6	13,7	13,8	0,74	39	3,91	0,74

CARACTERISTIQUES DES HABITATS DCE

Date :		30/08/2018		Sorgue DE Velleron								SEQ S6	
Type substrat	S	Représentativité des		Classes de vitesses									
		Superficie relative % estimé	Domin (D) / Margin (M) / Présent (P)	> 75 cm/s		75>V>25 cm/s		25>V>5 cm/s		V<5 cm/s			
				Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement		
Bryophytes	11												
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10	8	D					+++	B1				
Débris organiques grossiers (litière)	9	5	M							+++	A1		
Chevelus racinaires libres Supports ligneux	8	5	M					+++	A2				
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	5	M					+++	A3				
Blocs facilement déplaçables (> 250 mm)	6												
Granulats grossiers 25mm >taille>2 mm	5	32	D			+++	B2	++	C2	+	C4		
Spermaphytes émergents de strate basse (Helophytes)	4	3	M					+++	A4				
Sédiments fins organiques, "vases" <0,1mm	3	7	D							+++	B3		
Sables < 2 mm Limons	2	35	D					+++	B4 C3	++	C1		
Algues - bactéries et champignons filamenteux	1												
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, sols)	0												

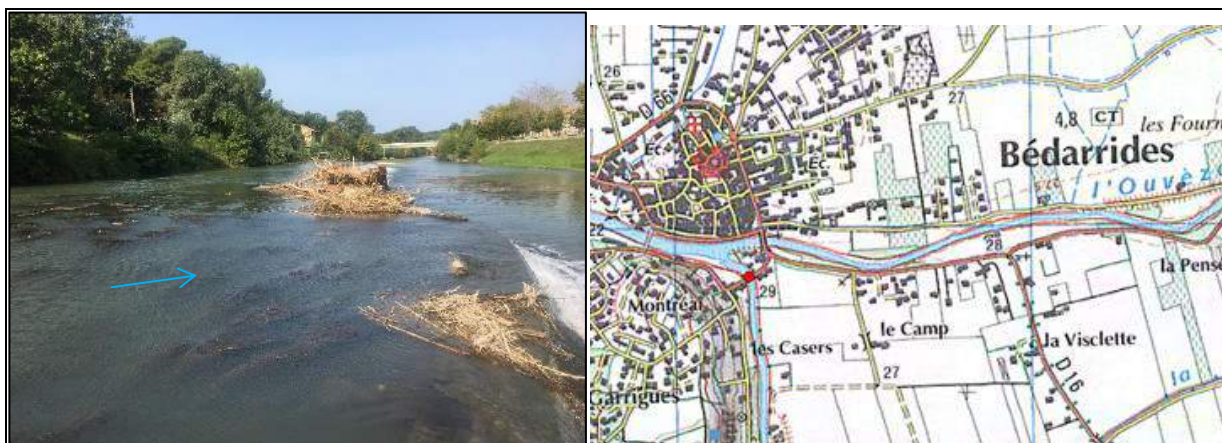
RESULTAT DE LA CAMPAGNE

Paramètres IBGN	SEQ-S6 / 06710014
Richesse	30
Total (ind.)	1271
Densité (nb ind/m ²)	3178
Taxon indicateur (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	13
Robustesse	12
Note EQR	0,75
Dominants 1	Gammaridae (21,6%)
Dominants 2	Elmidae (16,1%)
Dominants 3	Simulidae (14,3%)

Paramètres I2M2	SEQ-S6 / 06710014
IndiceShannon	0,8818
AverageScorePerTaxon	0,502
Polyvoltinisme	0,6258
Ovoviparite	0,5714
Richesse	0,4286
Ind Invert Multimétrique	0,5989
Nb Taxons contributifs	41
Dominants 1	Gammarus (19,2%)
Dominants 2	Simulidae (11,5%)
Dominants 3	Chironomidae (10,8%)

Cours d'eau : Sorgue aval	Station SEQ-S33 / 06710088	Amont immédiat confluence Ouvèze Bédarrides
Coordonnées (L93)	X : 852 249	Y : 6 328 406
Date de prélèvement	30 août 2018	
Conditions de prélèvements :	Bonnes conditions climatiques et hydrologiques	

PHOTOS DE LA STATION



CARACTERISTIQUES DES EAUX

Station	Date	Heure	Teau (°C)	O ₂ dissous (mg.l ⁻¹)	O ₂ (% sat)	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
SEQ-S33 /06710088	30/08/2018	10:00	18,3	7,51	80,4	7,8	602

RESULTAT DES DIATOMEES

Station	IBD	IPS	EQR	nbre de taxon	Indice de diversité	Equitabilité
SEQ-S33	15,3	13,9	0,83	56	4,3	0,74

CARACTERISTIQUES DES HABITATS DCE												
Date :		30/08/2018		Sorgue aval							SEQ S33	
Type substrat	S	Représentativité des		Classes de vitesses								
		Superficie relative	Domin (D) / Margin (M) / Présent (P)	> 75 cm/s		75>V>25 cm/s		25>V>5 cm/s		V<5 cm/s		
				Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	Ordre hiérarchique	N° Prélèvement	
Bryophytes	11	20	D			+++	B1					
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10	15	D					+++	B2			
Déchets organiques grossiers (litière)	9	7	D					+++	B3			
Chevelus racinaires libres Supports ligneux	8	1	M					+++	A1	++	A4	
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	2	M					+++	A2			
Blocs facilement déplaçables (> 250 mm)	6	8	D							+++	B4	
Granulats grossiers 25mm >taille>2 mm	5	7	D								C1	
Spermaphytes émergents de strate basse (Helophytes)	4	3	M					+++	A3			
Sédiments fins organiques, "vases" <0,1mm	3											
Sables < 2 mm Limons	2	30	D							+++	C2 C4	
Algues - bactéries et champignons filamenteux	1	7	7			+++	C3					
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, sols)	0											

RESULTAT DE LA CAMPAGNE			
Paramètres IBGN	SEQ-S33 / 06710088	Paramètres I2M2	SEQ-S33 / 06710088
Richesse	34	IndiceShannon	0,6651
Total (ind.)	2567	AverageScorePerTaxon	0,278
Densité (nb ind/m ²)	6418	Polyvoltinisme	0,5697
Taxon indicateur (G.I.)	Hydroptilidae (5)	Ovoviviparite	0,7651
Note IBGN	14	Richesse	0,4762
Robustesse	13	Ind Invert Multimétrique	0,5511
Note EQR	0,8125	Nb Taxons contributifs	42
Dominants 1	Gammaridae (25,2%)	Dominants 1	<i>Gammarus</i> (20,33 %)
Dominants 2	Chironomidae (16,3%)	Dominants 2	Chironomidae (25,8%)
Dominants 3	Simulidae (13,4%)	Dominants 3	<i>Hydropsyche</i> (11%)

Cours d'eau : Canal de Vaucluse	Station SEQ-S7 /06123100	Pont de la D6 Vedène
Coordonnées (L93)	X : 852 779	Y : 6 322 192
Date de prélèvement	30 août 2018	
Conditions de prélèvements :	Bonnes conditions climatiques et hydrologiques	

LOCALISATION DE LA STATION



CARACTERISTIQUES DES EAUX

station	date	heure	Teau (°C)	O ₂ dissous (mg.L ⁻¹)	O ₂ (% sat)	pH	conductivité (µS.cm ⁻¹)
SEQ-S7 / 06123100	25/08/2017	12:45	20	9,6	106	8,1	762

RESULTAT DE LA CAMPAGNE

IBD

Station	IBD	IPS	EQR	nbre de taxon	Indice de diversité	Equitabilité
SEQ-S7	15,1	14,1		69	4,84	0,79

ANNEXE 2 : inventaires invertébrés
(effectifs par phase et par station)

Etude hydrobiologique (macro-invertébrés et diatomées) du bassin des Sorgues – année 2018

30/08/2018				SEQ S2			SEQ S3			SEQ S4			SEQ S6			SEQ S16			SEQ S33					
Ordre	Famille	taxons	code sandre	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	69	1																				
Trichoptères	Glossosomatidae	<i>Agapetus</i>	191								1													
	Glossosomatidae	Glossosomatidae	189															1						
	Goeridae	<i>Silo</i>	292		26	3													7					
	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	212	1		2	3	10	21			34	20	54	4	7	12	3	6	9	306	37		
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	200		3		3	52	53			1	10	39							51	21	34	
	Hydroptilidae	<i>Orthotrichia</i>	197																				1	
	Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i>	305	1	1				5															
	Leptoceridae	<i>Adicella</i>	320																1					
	Leptoceridae	<i>Mystacides</i>	312	1																				
	Leptoceridae	<i>Oecetis</i>	317																1		1			
	Limnephilidae	Limnephilinae	3163	1	1																			
	Odontoceridae	<i>Odontocerum</i>	339	6	52	2					5	1	1											
	Polycentropodidae	<i>Cymus</i>	224																1					
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	231		1		5	4	5														1	
Psychomiidae	<i>Psychomia</i>	239													17	11	10					1	1	3
Rhyacophilidae	Rhyacophilidae	182	1																		1			
Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	183		7	2			1			7	5										3	1	
Sericostomatidae	<i>Sericostoma</i>	322	1	17	4	2	8	5																
Ephéméroptères	Baetidae	<i>Cloeon</i>	387				2	2																
	Baetidae	<i>Baetis</i>	364	4	8	2	11	46	98	78	135	135	34	19	28	14	2	15	28	279	19			
	Caenidae	<i>Caenis</i>	457	1					20					61	26	14	2				22	91	5	
	Ephemerellidae	<i>Ephemerella (=Seratella)</i>	450	24	23	54						16	6	2								1	1	1
	Ephemeridae	<i>Ephemera</i>	502	3	15																	3		
	Heptageniidae	Heptageniidae	399		2																			
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena</i>	404		7					1	1													
	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae	473		2																			
	Polymitarcyidae	<i>Ephoron virgo</i>	496											2	1	1								
Coléoptères	Dryopidae	<i>Dryops</i>	613																	2	3			
	Dryopidae	<i>Pomatinus</i>	33844							1													1	
	Elmidae	<i>Oulimnius</i>	622			4	1	29	20				55	45	30	2					2	15	8	
	Elmidae	<i>Esolus</i>	619		2			34	17	24	17	20	15	6	18	4	1	7	2	1	22			
	Elmidae	<i>Elmis</i>	618	90	16	2	18	68	73	39	42	88	48	27	20	27	16	13	13	107	10			
	Elmidae	<i>Limnius</i>	623	1	7	16	6	14	1	19	16	11	5	1	5	9	27	22	2	1	1			
	Elmidae	<i>Riolus</i>	625	6		5	15	50	39	36	73	98	3		1	60	31	79	3	41	7			
	Gyrinidae	<i>Orectochilus villosus</i>	515	1										2									4	1
	Halplidae	<i>Halplius</i>	518	1																				
	Hydrophilidae	Hydrophilidae	571																				1	
	Scirtidae	Hydrocyphon	637							1														
Diptères	Anthomyiidae	Anthomyiidae	847																				4	
	Athericidae	Athericidae	838											1			4	2	2					
	Chironomidae	Chironomidae	807	34	70	90	13	11	50	4	31	83	139	19	14	1			1	58	361	405		
	Empididae	Empididae	831	1	1							1	1		4							3	8	
	Limoniidae	Limoniidae	757			1	1	2		1	7	9	2					1	2	13	19	36		
	Psychodidae	Psychodidae	783							1														
	Simuliidae	Simuliidae	801		2	2		32	108		31	57	2	180	1	2				7	336			
	Tabanidae	Tabanidae	837		1																			
	Stratiomyidae	Stratiomyidae	824							1														
Odonates	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	650	1									51		1							25	16	
	Coenagrionidae	Coenagrionidae	658																				1	
	Cordulegaster	<i>Cordulegaster</i>	687																	1				
	Gomphidae	<i>Onychogomphus</i>	682																		5	4		
	Platycnemididae	<i>Platycnemis</i>	657											3									18	
Hétéroptères	Aphelocheiridae	Aphelocheiridae	720											5	13	7							1	
	Corixidae	Corixinae	5196																				1	
Crustacés	Asellidae	<i>Asellus</i>	881				2	32	68															
	Gammaridae	<i>Gammarus</i>	892	245	366	140	160	528	715	2950	4000	2165	186	88	32	952	1102	1491	152	494	3			
Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens	906	7	90	6	3	13	8	5	12	35	4	1	3							4	25	6
	Achétes	Erpobdellidae	928								1				1	1								1
Bivalves	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae	908	2					1						2				1	1			1	1
	Piscicolidae	<i>Piscicola</i>	919	2		2			2															1
	Corbiculidae	<i>Corbicula</i>	1051			2								3	6	20	9	2	2					6
Gastéropodes	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	1043						23	1	6				2	4								
	Ancylidae	<i>Ancylus</i>	1028											1	5								2	1
	Bithyniidae	<i>Bithynia</i>	994				2	3	6											16	1		1	
	Emmericiidae	<i>Emmericia patula</i>	987	6			2	7	20	22	2	2								102				
	Hydrobiidae	Hydrobiidae	973	7	120								14	7	11	7								
	Hydrobiidae	<i>Belgrandia sorgica</i>	982	56		16	33	11	50	145	8	3	2			7	13	12	1					
	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>	978	13	52	180	26	46	97	19	32	19			21	29	238	42	88					2
	Lymnaeidae	<i>Radix</i>	1004				3	3	4															1
	Neritidae	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	968				6	14	23		1	1	5	24	37	52	17	33						4
	Physidae	<i>Physa</i>	997																					1
	Planorbidae	Planorbidae	1009					6															1	
	Valvatidae	<i>Valvata</i>	972				2	6												8				
Planaires	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	1055	1		2	5	17	63	4		32		2		6	13	2				8	1	
	Planariidae	Planariidae	1061						17															
Oligochètes	Oligochètes	933	1	1	15	2	2	11	2	2	4	5	5	12										

ANNEXE 3 : tableau de calcul de l'IBGN

**Valeur de l'IBGN selon la nature
et la variété taxonomique de la macrofaune
(AFNOR, 1992)**

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	Σ	>	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
Indicateurs	GI	50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
<i>Chloroperlidae</i> <i>Perlidae</i> <i>Perlodidae</i> <i>Taeniopterygidae</i>	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
<i>Capniidae</i> <i>Brachycentridae</i> <i>Odonoceridae</i> <i>Philopotamidae</i>	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
<i>Leuctridae</i> <i>Glossomatidae</i> <i>Beraeidae</i> <i>Goeridae</i> <i>Leptophlebiidae</i>	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
<i>Nemouridae</i> <i>Lepidostomatidae</i> <i>Sericostomatidae</i> <i>Ephemeridae</i>	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
<i>Hydroptilidae</i> <i>Heptageniidae</i> <i>Polymitarcidae</i> <i>Potamanthidae</i>	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
<i>Leptoceridae</i> <i>Polycentropodidae</i> <i>Psychomyidae</i> <i>Rhyacophilidae</i>	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
<i>Limnephilidae 1)</i> <i>Hydropsychidae</i> <i>Ephemerellidae 1)</i> <i>Aphelocheiridae</i>	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
<i>Baetidae 1)</i> <i>Caenidae 1)</i> <i>Elmidae 1)</i> <i>Gammaridae 1)</i> <i>Mollusques</i>	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
<i>Chironomidae 1)</i> <i>Asellidae 1)</i> <i>Achétes</i> <i>Oligochètes 1)</i>	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1) Taxons représentés par au moins 10 individus - Les autres par au moins 3 individus															

ANNEXE 4 : inventaires diatomées (résultats en °/°)
en rouge les formes anormales

Cours d'eau	Sorgue	Grande Sorgue	Sorgue de Velleron	Sorgue de Velleron	Canal de Vaucluse	Sorgue du Trentin	Sorgue	
Station	SEQ S2	SEQ S3	SEQ S4	SEQ S6	SEQ S7	SEQ S16	SEQ S33	
Date de prélèvement	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	
N° Echantillon	*=TAXON IBD	2018428	2018429	2018430	2018431	2018432	2018433	2018434
ACHNANTHIDIUM F.T. Kützing						2		
Amphora copulata (Kütz) Schoeman & Archibald	*				7		5	5
Achnanthidium atomoides Monnier, Lange-Bertalot & Ector		5	5					
Achnanthidium eutrophilum (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot	*				5	5		
Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki	*	120	122	83	34	56	153	5
Achnanthidium delmontii Peres, Le Cohu et Barthes		173	160	169	296	37	24	47
Achnanthidium minutissimum (Kütz.) Czarnecki f. anormale	*		5					
Achnanthidium pyrenaicum (Hustedt) Kobayasi f. anormale	*	5						
Achnanthidium pyrenaicum (Hustedt) Kobayasi	*	106	53	22			12	
Achnanthidium druartii Rimet & Couté in Rimet & al.							2	
Achnanthidium subatomus (Hustedt) Lange-Bertalot	*	17	29	10				
Achnanthidium thienemannii (Hustedt) Lange-Bertalot				5				
Amphora inariensis Krammer	*							5
Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima var. rostratiformis Lange-B						25	5	2
Amphora indistincta Levkov						5		
Amphora ovalis (Kützing) Kützing var.ovalis	*							5
Amphora pediculus (Kützing) Grunow	*	43	134	61	105	120	180	99
Cymbella excisa Kützing var. excisa	*		5		12	2		
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve	*						5	
Cymbella compacta Østrup	*			5				2
Cocconeis disculus (Schumann) Cleve in Cleve & Jentsch	*			10				
Cocconeis euglypta Ehrenberg emend Romero & Jahn	*	19	24	7	44	51	148	37
Cymbella excisiformis Krammer var.excisiformis				154	5		10	
Cymbella helvetica Kützing	*					2		
Caloneis lancetula (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski			5	7				
Cocconeis neothumensis Krammer in Ricard	*					5	12	
COCCONEIS C.G. Ehrenberg						2	15	5
Cocconeis pseudolineata (Geitler) Lange-Bertalot	*	5	5				5	
Cocconeis pseudothumensis Reichardt	*						5	
Cocconeis pediculus Ehrenberg	*				2		2	5
Cocconeis placentula Ehrenberg var. placentula	*	14	10			2	10	5
Cymbella subleptoceros Krammer				17				
Cymatopleura solea (Brebisson in Breb. & Godey) W.Smith var.solea	*		2					
CYMBELLA C.Agardh							2	2
Diademsis contenta (Grunow ex V. Heurck) Mann	*					5		5
Diatomée anormale Abnormal valve (unidentified) or sum of defo	*		2	15	7	2		
Diploneis fontanella Lange-Bertalot						7	2	10
Diploneis oculata (Brebisson in Desmazières) Cleve	*		5	5	2	10	5	12
Diploneis separanda Lange-Bertalot						20	2	2
Denticula tenuis Kützing	*	7						
Diatoma vulgare Bory	*	24	7	7			10	2
Diatoma vulgare Bory f. anormale	*					2		
Ecnocyema caespitosum Kützing var.caespitosum	*				5	2		
Ecnocyema minutum (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	*						10	
Ecnocyema ventricosum (Agardh) Grunow in Schmidt & al.	*	29	10	78		5	22	
Eolimna minima(Grunow) Lange-Bertalot	*		7			17		7
Eolimna raederiae (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot & Kulikovskiy						2	5	
Eolimna subminuscula (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	*					44		
Eolimna subminuscula (Mang.) Moser Lange-Bert.&Meltzelin f. anormale	*					2		
Ecnocyema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	*			5	5			
Ecnocyopsis subminuta Krammer & Reichardt	*				5			
Eolimna utermoeihii (Hustedt) Lange-Bertalot, Kulikovskiy & Witkowski	*					5		
Fragilaria austriaca (Grunow) Lange-Bertalot	*	34						
Fragilaria gracilis Østrup	*	65	2	20			5	
Fragilaria perminuta (Grunow) Lange-Bertalot	*	2						
FRAGILARIA H.C. Lyngbye		5					5	2
Fistulifera saprophila (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	*				22			
Fallacia subhamulata (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann	*			5		2		25
Fallacia subulcidula (Hustedt) D.G. Mann	*							5
Fragilaria vaucheriae (Kützing) Petersen	*	5					5	
Geissleria acceptata (Hust.) Lange-Bertalot & Metzeltin	*	5				5	5	
Gomphonema elegantissimum Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.	*	7						
Gomphonema minutum(Ag.)Agardh f. minutum	*	5		5	12		7	
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson var. olivaceum	*	5		15			17	
GOMPHONEMA C.G. Ehrenberg			5	15	24	10	12	7
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing var. parvulum f. parvulum	*					15	5	
Gomphonema pumilum (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot	*					7		
Gyrosigma sciottense (Sullivan et Wormley) Cleve	*					10	10	7
Gomphonema tergestinum (Grunow in Van Heurck) Schmidt in Schmidt & al	*					5		
Gyrosigma attenuatum (Kützing) Rabenhorst	*							7
Karayevia ploenensis (Hustedt) Bukhtiyarova var. gessneri (Hust.) Buk	*	2			2			
Karayevia clevei (Grunow) Bukhtiyarova var.clevei	*						17	2

Etude hydrobiologique (macro-invertébrés et diatomées) du bassin des Sorgues – année 2018

Cours d'eau	Sorgue	Grande Sorgue	Sorgue de Velleron	Sorgue de Velleron	Canal de Vaucluse	Sorgue du Trentin	Sorgue	
Station	SEQ S2	SEQ S3	SEQ S4	SEQ S6	SEQ S7	SEQ S16	SEQ S33	
Date de prélèvement	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	30/08/2018	
N° Echantillon	*=TAXON IBD	2018428	2018429	2018430	2018431	2018432	2018433	2018434
Luticola goeppertiana (Bleisch in Rabenhorst) D.G. Mann in Round Crawford	*					2		
Meridion circulare (Greville) C.A. Agardh var. circulare	*	10						
Mayamaea permitis (Hustedt) Bruder & Medlin	*	5			29	5		
Melosira varians Agardh	*	84	2			7	5	2
Navicula angusta Grunow	*					2		
Nitzschia amphibia Grunow f. amphibia	*				7	7		
Navicula antonii Lange-Bertalot	*		19		34	20	2	
NAVICULA J.B.M. Bory de St. Vincent	*					2		
Nitzschia brunoi Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Metzeltin	*							5
Navicula cari Ehrenberg	*	5						
Nitzschia capitellata Hustedt in A.Schmidt & al.	*							5
Navicula capitatoradiata Germain	*			15	12	7		32
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	*		74	44	98	103	68	222
Navicula caterva Hohn & Helleman	*		10		5	5		
Navicula difficillimoides Hustedt	*					5		10
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow ssp. dissipata	*	10	95	15	83	152	32	165
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow var. media (Hantzsch) Grunow in Van H	*		5			10	7	
Nitzschia fonticola Grunow in Van Heurck	*	149	95	145	12	2	27	10
Navicula germainii Wallace	*							2
Nitzschia gessneri Hustedt	*						2	
Navicula gregaria Donkin	*					34		
Nitzschia heufferiana Grunow	*			2				7
Nitzschia archibaldii Lange-Bertalot	*			2			10	22
Nitzschia gracilis Hantzsch	*			10				
Nitzschia inconspicua Grunow	*				2	2		
Nitzschia perminuta (Grunow) M. Peragallo	*				2			
NITZSCHIA A.H. Hassall	*	10					24	7
Nitzschia linearis (Agardh) W.M. Smith var. linearis	*							5
Navicula menisculus Schumann var. menisculus	*						5	
Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow in van Heurck	*	10	7		5		5	
Nitzschia palea (Kützing) W. Smith var. palea	*					17		7
Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow f. anomala	*				7			
Navicula reichardtiana Lange-Bertalot var. reichardtiana	*		17	5	17	2	2	2
Nitzschia recta Hantzsch in Rabenhorst	*					2	2	
Navicula reinhardtii (Grunow) Grunow in Cl. & Möller	*					2		
Navicula rostellata Kützing	*				2			10
Nitzschia sociabilis Hustedt	*		5	2		25		42
Nitzschia soratensis Morales & Vis	*				12			
Nitzschia subacicularis Hustedt in A.Schmidt et al.	*					10		
Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory	*		50	22	17	51	17	54
Navicula trivialis Lange-Bertalot var. trivialis	*							2
Navicula vandamii Schoeman & Archibald var. vandamii	*		2					
Navicula veneta Kützing	*							7
Nitzschia vermicularis (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst	*							2
Nitzschia linearis (Agardh) W.M. Smith var. tenuis (W. Smith) Grunow in C	*					2		
Platessa bahlsii Potapova	*						2	
Peronia fibula (Breb. ex Kütz.) Ross	*					2		
Planothidium frequentissimum (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	*						5	5
Planothidium rostratum (Oestrup) Lange-Bertalot	*		2		2	5		
Pseudostaurosira brevistriata (Grunow in Van Heurck) Williams & Round	*					2		
Pseudostaurosira medinae D.M. Williams & Morales	*							5
Platessa conspicua (A. Mayer) Lange-Bertalot	*						5	
Planothidium lanceolatum (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot	*	10						2
Puncticulata glabriuscula (Grunow) Hakansson	*			2				2
Rhoicosphenia abbreviata (C. Agardh) Lange-Bertalot	*		17	2	5	5	29	
Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek & Stoermer	*			5	2		5	
Reimeria uniseriata Sala Guerrero & Ferrario	*						5	5
Surirella angusta Kützing	*							5
Surirella brebissonii var. kuetzingii Kramer et Lange-Bertalot	*					2		5
Surirella brebissonii Kramer & Lange-Bertalot var. brebissonii	*							22
Simonsenia delognei Lange-Bertalot	*		5			5		
Sellaphora joubaudii (Germain) Aboal	*	5						
Surirella lacrimula English	*					5		
Staurosirella leptostauron (Ehr.) Williams & Round	*					5		
Staurosirella pinnata (Ehr.) Williams & Round	*					12		
Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkowsky	*			5		2		
Staurosira venter (Ehr.) Cleve & Moeller	*					2		
Staurosirella ovata Morales	*					7		
Ulnaria ulna (Nitzsch.) Compère	*	2		2				2
TOTAL		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

