

2016



Etude de l'impact d'une infrastructure linéaire sur la qualité des cours d'eau

PETIT Paul

**UFR Sciences et Techniques de la Côte Basque
Université de Pau et Pays de L'Adour**

**Licence Professionnelle Espaces Naturels
Option Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités
Stage effectué du 14 Mars 2016 au 1^{er} Juillet 2016**

Société AQUABIO

**ZA du Grand Bois Est
Route de Créon – 33750 Saint Germain du Puch
Sous la direction scientifique de Mr Fontan Bruno**



« Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'entreprise ou du laboratoire d'accueil »



AVANT PROPOS

La Société Coopérative et Participative (SCOP) Aquabio est un bureau d'étude indépendant créé en 1998 et spécialisé dans la bio-indication pour l'étude des milieux aquatiques lenticques et lotiques. Il met donc en œuvre des diagnostics écologiques principalement relatifs à la Directive Cadre sur l'Eau, basés sur la production, la valorisation et l'interprétation de données hydrobiologiques.

Aquabio est installé sur cinq antennes en France (Saint-Germain-du-Puch, Nyons, Feins, Paris, Clermont-Ferrand et Besançon).

L'entreprise propose tout son savoir-faire aux agences de l'eau, industriels, DREAL, Conseils Départementaux, Communautés de communes et syndicats. Elle garantit la qualité de ses prestations grâce aux différentes accréditations COFRAC qu'elle possède pour ses 8 pôles d'intervention : Macro-invertébrés, Diatomées, Ichtyologie, Physico-chimie, Macrophytes, Oligochètes, Etude des lacs et Recherche et Développement.

De plus, le statut SCOP permet une gestion démocratique et solidaire de l'entreprise au sein de laquelle sont véhiculées des valeurs humaines et sociales fortes permettant ainsi la garantie de conditions de travail saines et propices au développement de la personne.

(Site internet d'Aquabio : <http://www.aquabio-conseil.fr/>)

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Mr FONTAN Bruno, PDG d'Aquabio, pour m'avoir proposé ce stage et m'avoir accueilli au sein de son entreprise.

Un immense merci à ZEILLER Romain pour sa disponibilité, ses conseils, ses explications et tous les apprentissages qu'il m'a apporté au cours des journées de terrain et de laboratoire.

Un grand merci à GUINANT Aurélie pour m'avoir encadré, aidé, et conseillé au cours de toutes les heures passées au laboratoire et sans qui je n'aurais pu acquérir de nouvelles connaissances sur les macro-invertébrés.

Je remercie également PICHARD Camille, LABAT Frédéric, PREVOST Sébastien et VERDIER Bélinda pour leur disponibilité, pour les aides et pour les explications claires qu'ils ont pu m'apporter tout au long de mon stage.

Merci à toutes les personnes que j'ai pu accompagner sur le terrain et en laboratoire, pour leur aide précieux, leur partage de connaissances, leur grande sympathie, merci de m'avoir fait découvrir toute la richesse des écosystèmes aquatiques et pour m'avoir transmis leur passion pour ces milieux : Anthony, Benjamin, Sébastien, Jonathan, Julien, Eva, Céline, Joel et Yann.



Table des matières

INTRODUCTION	8
1. Matériels et méthodes.....	9
1.1 Présentation des sites étudiés	9
1.1.1 Le Graslin	9
1.1.2 La Cordulie	9
1.1.3 Le Gomphe	9
1.1.4 L'Anax	11
1.1.5 L'Agrion	11
1.1.6 La Naïade	11
1.2 Suivi biologique et écologique de la qualité des cours d'eau	13
1.2.1 L'Indice Biologique Global-DCE (IBG-DCE)	13
➤ Echantillonnage :	13
➤ Tri et détermination des taxons	15
1.2.1.1 Interprétation des données	15
➤ Etude du Groupe Indicateur (GI) et de la Variété Taxonomique (VT)	15
➤ Calcul de la note Equivalent IGB / IBGN	16
➤ Evaluation de la robustesse de la note	16
1.2.2 Traits biologiques et écologiques.....	17
1.2.3 L'indice EPT/DO	18
1.2.4 Le Coefficient Morphodynamique (Cm).....	18
1.2.5 L'Indice Poisson Rivière (IPR).....	19
➤ Echantillonnage	19
➤ Tri et détermination	19
1.2.5.1 Interprétation des données	19
➤ Etude des différentes métriques	20
➤ Détermination de la classe de qualité écologique	22
1.3 Suivi physico-chimique de la qualité des masses d'eau	23
1.3.1 Prélèvements et analyses des eaux et sédiments	23
➤ Prélèvements d'eau	23
➤ Prélèvements de sédiments.....	23
1.3.1.1 Interprétation des données	23
2 Résultats et Discussions.....	25

2.1	Suivi biologique et écologique de la qualité des cours d'eau	25
2.1.1	IBG, indices complémentaires et traits biologiques.....	25
2.1.2	L'Indice Poisson Rivière.....	37
2.1.3	Suivi physico-chimique de la qualité des masses d'eau.....	41
Conclusion.....		43
Bibliographie		44
•	Annexe n°1 : Activités réalisées au sein de l'entreprise Aquabio	48
•	Annexe n°2 : Tableau de détermination de la valeur de la note IBGN (AFNOR, 1992).....	49
•	Annexe n°3 : Tableau des taxons utilisés dans la détermination de la note Equivalent IBG / IBGN.....	50
•	Annexe n°4 : Tableau d'échantillonnage des macro-invertébrés.	51
•	Annexe n°5 : Fiche échantillonnage de poissons à l'électricité ..	52
•	Annexe n°6 : Fiche Biométrie Poissons	53
•	Annexe n°7 : Fiche de prélèvements diatomées.....	54
•	Annexe n°8 : Valeurs observées et théoriques utilisées pour la construction de l'IPR.....	55
•	Annexe n°9 : Etat biologique pour chaque station d'après l'IPR	58
•	Annexe n°10 : Etat écologique global retenu pour chaque station d'après la DCE	59
•	Annexe n°11 : Graphique de comparaison entre le Coefficient Morpho-dynamique et la Variété Taxonomique pour chaque station d'étude.....	60
•	Annexe n°12 : Traits biologiques et écologiques : Micro-habitats et Préférences Courant des six stations étudiées.	63
•	Annexe n°13 : Listes des espèces utilisées pour le calcul de l'IPR et leurs métriques associées.....	66
•	Annexe n°14 : Carte des hydro-écorégions de niveau 1.....	67
•	Annexe n°15 : Caractéristiques de base des HER de niveau 1 ...	68
•	Annexe n°16 : Résultats des suivis physico chimiques eau et sédiments.....	69

Tableaux :

Tableau 1 :	Classes de qualité du groupe indicateur, variété taxonomique et note IBG.....	16
Tableau 2 :	Réponses des métriques IPR à l'augmentation des pressions humaines.....	20
Tableau 3 :	Classes de qualité biologique de l'IPR	22

Tableau 4 : Classe de qualité pour l'évaluation de l'état physico-chimique de l'eau	24
Tableau 5 : Classe de qualité pour l'évaluation de l'état physico-chimique des sédiments ..	24
Tableau 6 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour Le Graslin	26
Tableau 7 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour La Cordulie	28
Tableau 8 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour Le Gomphe	30
Tableau 9 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour L'Anax.....	32
Tableau 10 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour L'Agrion	34
Tableau 11 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour La Naïade	36

Figures :

Figure 1 : Données morphologiques et photo de la station Le Graslin	10
Figure 2 : Données morphologiques et photo de la station La Cordulie	10
Figure 3 : Données morphologiques et photo de la station Le Gomphe.....	10
Figure 4 : Données morphologiques et photo da la station L'Anax	12
Figure 5 : Données morphologiques et photo de la station L'Agrion	12
Figure 6 : Données morphologiques et photo de la station La Naïade	12
Figure 7 : Colonne de tamis	14
Figure 8 : Loupe binoculaire	14
Figure 9 : Filet Surber	14
Figure 10 : Tri et détermination de macro-invertébrés	14
Figure 11 : Ouvrage de détermination Tachet	14
Figure 12 : Groupe électrogène fixe	21
Figure 13 : Action de pêche.....	21
Figure 14 : Mesure de la taille d'une truite fario	21
Figure 15 : Phase de mesure des individus récoltés.....	21
Figure 16 : Mesure d'un Goujon	21
Figure 17 : Filet en limite amont de station	21
Figure 18 : Traits biologiques et écologiques pour Le Graslin.....	26
Figure 19 : Traits biologiques et écologiques pour La Cordulie.....	28
Figure 20 : Traits biologiques et écologiques pour Le Gomphe	30
Figure 21 : Traits biologiques et écologiques pour L'Anax	32
Figure 22 : Traits biologiques et écologiques pour L'Agrion.....	34
Figure 23 : Traits biologiques et écologiques pour La Naïade	36
Figure 24 : Evolution des valeurs observées et scores des métriques IPR sur La Cordulie ..	38
Figure 25 : Evolution des valeurs observées et scores des métriques IPR sur Le Graslin	38
Figure 26 : Evolution des valeurs observées et scores des métriques IPR sur Le Gomphe..	40
Figure 27 : Evolution des valeurs observées et scores des métriques IPR sur L'anax.....	40

INTRODUCTION

L'eau douce est l'un des éléments fondamentaux permettant la vie sur notre planète par le biais de processus chimiques, physiques et biologiques complexes. Elle est une ressource indispensable pour l'Homme qui l'utilise abondamment dans de nombreux domaines (consommation urbaine et domestique, industrie, agriculture...), ce qui n'est pas sans danger pour les milieux aquatiques. C'est précisément dans ce contexte que l'on utilise aujourd'hui un ensemble de méthodes de diagnostic de la qualité des milieux aquatiques. Ces méthodes sont définies au niveau national et utilisées en vue de contrôler l'atteinte du bon état écologique de toutes les masses d'eau. Cet objectif est fixé par le biais de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23 Octobre 2000 et imputé à chaque pays membre.

Parmi ces méthodologies, des indices se basant sur la biologie et l'écologie des différents organismes aquatiques sont très utilisés. En effet les différents peuplements d'un milieu peuvent être considérés comme étant le reflet direct de la qualité écologique d'un écosystème et de son état de fonctionnement de par leurs interactions entre eux et avec le milieu lui-même. On parlera alors de bio-indication, c'est à dire la capacité d'organismes ou d'un ensemble d'organismes à révéler par leur présence, leur absence ou leur comportement démographique, les caractéristiques et l'évolution d'un milieu (Blandin, 1986). De plus, il est intéressant de croiser les informations apportées par les différents indices avec des données physico-chimiques et hydro-morphologiques pouvant permettre ainsi un diagnostic complet de l'état de la masse d'eau.

Ce sont entre autres ces méthodes de bio-indication (Indice Biologique Global, Indice Biologique Diatomées, et Indice Poisson Rivière) qui sont utilisées par le bureau d'étude Aquabio afin de déterminer quelles sont les conséquences écologiques de la construction d'une infrastructure linéaire sur les milieux aquatiques.

Cette étude est menée depuis l'année 2012 par Aquabio. Chaque année les résultats obtenus sur chaque station de mesure sont comparés à l'état écologique de référence établi en 2009 par un autre bureau d'étude. Ce rapport présentera alors les résultats et interprétations sur six stations d'études pour la cinquième année de suivi (2016) ainsi qu'une interprétation de l'évolution écologique de ces stations depuis 2009.

Plus de 80 cours d'eau sont traversés par cette infrastructure linéaire, cette étude s'est concentrée sur six cours d'eau du bassin versant de la Charente. Ces six cours d'eau sont de typologie « Petit cours d'eau » d'après la classification de Strahler. Cinq appartiennent à l'HydroEco-Région (HER) 9 et une à l'HER 14 ce qui peut avoir une influence typologique (Wasson J-G et al., 2006). L'étude permettra alors de caractériser l'impact des travaux de la construction de l'infrastructure linéaire sur les petits cours d'eau du bassin versant de la Charente.

En raison de mesures de confidentialité souhaitées par le constructeur, le nom des cours d'eau et leur localisation précise ne seront pas divulgués. Les noms de cours d'eau utilisés dans ce rapport ont été modifiés.

1. Matériels et méthodes

1.1 Présentation des sites étudiés

Cette partie présentera les différents cours d'eau étudiés. Les stations seront décrites dans leur ensemble. Les études ont toujours lieu en aval de l'ouvrage de l'infrastructure linéaire. Pour l'année 2009, seules les notes finales des différents indices sont disponibles. Les différentes activités réalisées au sein d'Aquabio seront détaillées en annexe (Annexe n°1 : Activités réalisées au sein de l'entreprise Aquabio)

1.1.1 Le Graslin

Le Graslin est un cours d'eau avec une ripisylve complexe discontinue, dans l'ensemble arborée et mesurant entre 2 et 5 mètres de largeur. De part et d'autre du cours d'eau le sol est occupé par des cultures. Les berges ont une hauteur moyenne de 1,2m, elles sont pentues et ne présentent aucun aménagement sur le tronçon étudié.

La pente du cours d'eau est de 2,7‰, on note une présence faible de bryophytes, algues filamenteuses, phanérogames immergées et hélophytes. La présence faible de racines, embâcles, trous et fosses a été relevée ainsi qu'une présence moyenne de sous-berge. Enfin, la station est très légèrement colmatée par les sédiments fins.

1.1.2 La Cordulie

La Cordulie est un cours d'eau caractérisé par une ripisylve hétérogène simple présentant quelques arbres et beaucoup de broussailles. Sa largeur est inférieure à 2m. Les berges ont une hauteur de 3m, elles sont pentues et ne présentent aucun aménagement sur le tronçon étudié. Aux abords du cours d'eau, le sol est occupé principalement par des cultures.

La pente du cours d'eau est de 4,6‰, sur la station on note seulement une faible présence de trous/fosses et d'embâcles, une quantité moyenne de sous-berge et racines. La station est légèrement colmatée par les sédiments fins.

1.1.3 Le Gomphe

La Gomphe est un cours d'eau avec une ripisylve continue simple de 2 à 5m, présentant des strates arborées et arbustives. Les berges sont pentues et font une hauteur de 1,5m, elles ne présentent aucun aménagement sur le tronçon étudié. En rive gauche, le sol est occupé par une culture et en rive droite par une prairie.



Forme du lit	Sinueux
Largeur mouillée	7,0
Largeur plein bord	8,6
Hydrologie	Basses eaux

Facies	Chenal lentique	Zone de bordure	Plat lentique	Plat courant	Radier
Pourcentage	10	10	15	45	20
Vitesse (cm/s)	20	1	20	40	70
Profondeur	60	10	40	45	25
Granulométrie	Pierres	Dalles	Pierres	Pierres	Pierres

Figure 1 : Données morphologiques et photo de la station Le Graslin



Forme du lit	Sinueux
Largeur mouillée	6,8
Largeur plein bord	8,0
Hydrologie	Basses eaux

Facies	Chenal lotique	Chenal lentique	Zone de bordure	Radier
Pourcentage	45	48	2	5
Vitesse (cm/s)	30	20	5	60
Profondeur	100	110	10	30
Granulométrie	Sables	Dalles	Graviers	Dalles

Figure 2 : Données morphologiques et photo de la station La Cordulie



Forme du lit	Sinueux
Largeur mouillée	6.5
Largeur plein bord	8
Hydrologie	Basses eaux

Facies	Zone de bordure	Plat lentique
Pourcentage	10	90
Vitesse (cm/s)	0	10
Profondeur	20	50
Granulométrie	Graviers	Sables

Figure 3 : Données morphologiques et photo de la station Le Gomphe

La pente du cours d'eau est de 2‰. En terme d'habitats, on note la présence de racines et sous berge en faible quantité. Pour les macrophytes, il y a une présence importante de phanérogames immergées et une présence moyenne en hélophytes. La station est légèrement colmatée par les sédiments fins.

1.1.4 L'Anax

L'Anax est un cours d'eau avec une ripisylve continue simple et arborée d'une largeur de 2 à 5m. Les berges sont verticales et mesurent 1,5m de hauteur, elles ne présentent aucun aménagement sur le tronçon étudié. De part et d'autre du cours d'eau le sol est occupé par des cultures.

La pente du cours d'eau est de 1,7‰. Quelques embâcles ont été relevés en travers du cours d'eau. Des sous berge et racines sont présentes en quantité moyenne. Pour les macrophytes, on note une présence importante d'algues filamenteuses. La station est très légèrement colmatée par les sédiments fins.

1.1.5 L'Agrion

L'Agrion est un cours d'eau caractérisé par une ripisylve continue simple arborée et de 2 à 5m de largeur sur la rive gauche. Sur la rive droite la ripisylve est arborée et à herbes rases, elle est inférieure à 2m de largeur. Aux abords du cours d'eau le sol est occupé par des cultures. Les berges ne présentent aucun aménagement et sont verticales. La berge en rive gauche fait une hauteur de 3m, celle en rive droite fait une hauteur de 2m.

La pente du cours d'eau est de 6,5‰. Une abondance faible de trous, sous berges, et racines a été relevée. Des embâcles sont présents en travers du cours d'eau en abondance moyenne. Aucune macrophyte n'a été relevée. Aucun colmatage n'a été observé sur le tronçon étudié.

1.1.6 La Naïade

La Naïade est un cours d'eau avec une ripisylve discontinue simple et arbustive en rive gauche, en rive droite la ripisylve est continue simple et caractérisée par la présence de broussailles. La largeur de la ripisylve sur chaque station est de moins de 2 mètres. De chaque côté du cours d'eau, le sol est occupé par une prairie. Les berges sont d'une hauteur de 30cm, en pentes douces, elles ne présentent aucun aménagement sur le tronçon étudié. La pente du cours d'eau est de 10,3‰. La station ne présente aucun habitat (trou, fosse, sous berge, racines) et aucune macrophyte. On observe la présence d'un colmatage moyen par les sédiments fins.



Forme du lit	Sinueux
Largeur mouillée	6,0
Largeur plein bord	7,0
Hydrologie	Basses eaux

Facies	Zone de bordure	Plat lentique	Plat courant	Radier
Pourcentage	10	20	60	10
Vitesse (cm/s)	10	15	35	40
Profondeur	5	50	35	15
Granulométrie	Graviers	Graviers	Graviers	Pierres

Figure 4 : Données morphologiques et photo de la station L'Anax



Forme du lit	Sinueux
Largeur mouillée	5,5
Largeur plein bord	7,0
Hydrologie	Basses eaux

Facies	Zone de bordure	Plat courant
Pourcentage	10	90
Vitesse (cm/s)	15	35
Profondeur	10	40
Granulométrie	Argiles	Argiles

Figure 5 : Données morphologiques et photo de la station L'Agrion



Forme du lit	Sinueux
Largeur mouillée	1,3
Largeur plein bord	2,7
Hydrologie	Basses eaux

Facies	Zone de bordure	Plat lentique	Plat courant
Pourcentage	10	35	55
Vitesse (cm/s)	1	2	25
Profondeur	3	11	6
Granulométrie	Limons	Limons	Graviers

Figure 6 : Données morphologiques et photo de la station La Naïade

1.2 Suivi biologique et écologique de la qualité des cours d'eau

Cette partie présentera les différentes méthodes utilisées sur le terrain ainsi que la construction des méthodes d'interprétation des données recueillies.

1.2.1 L'Indice Biologique Global-DCE (IBG-DCE)

L'Indice Biologique Global-DCE est un indice temporaire, en attente de la création du nouvel Indice Invertébrés Multi-Métriques (I2M2). Il permet d'établir un équivalent de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) anciennement utilisé.

L'IBG-DCE est un indice qui permet de mesurer le potentiel biologique des habitats dans le lit mineur d'un cours d'eau. Cet indice prend en compte l'étude de la macrofaune benthique colonisant les divers habitats du cours d'eau. Il permet alors de fournir une image représentative du peuplement d'invertébrés étudié qui est alors considéré comme étant le reflet de la qualité biologique globale du cours d'eau de par l'absence, la présence et le comportement démographique de certains taxons. Les peuplements de macro-invertébrés constituent un maillon essentiel dans la chaîne trophique de l'écosystème aquatique c'est pourquoi ils intègrent dans leur structure toute modification de leur environnement qu'elle soit temporaire ou pérenne.

➤ Echantillonnage :

Le protocole IBG-DCE, normalisé par l'AFNOR (XP T90-333), permet de réaliser un échantillonnage où sont séparés les habitats dominants des habitats marginaux afin d'obtenir une représentation fidèle des habitats de la rivière et permettre un diagnostic biologique efficace du milieu.

Douze prélèvements de 1/20m² sont effectués à l'étiage à l'aide d'un filet Surber (maille de 0,5mm) sur tout le long de la station. La station doit être définie en amont de l'étude, elle doit être représentative de la morphologie du cours d'eau et comporter si possible des séquences de radier/mouille.

Les habitats dominants prélevés doivent représenter au moins plus de 5% de la surface mouillée totale de la station et les habitats marginaux représentent au maximum 5% de la surface mouillée totale de la station.

Parmi les douze prélèvements, huit échantillons contiennent les habitats dominants prélevés et quatre échantillons contiennent les habitats marginaux prélevés (cela permet de maintenir une conformité suffisante avec le protocole IBGN en vue de l'interprétation des données).

Ensuite les prélèvements sont rassemblés en trois groupes (appelés « Phase ») de quatre échantillons :



Figure 7 : Colonne de tamis



Figure 8 : Loupe binoculaire



Figure 9 : Filet Surber

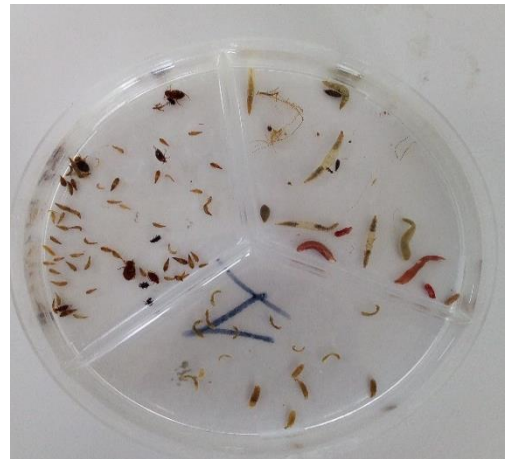


Figure 10 : Tri et détermination de macro-invertébrés

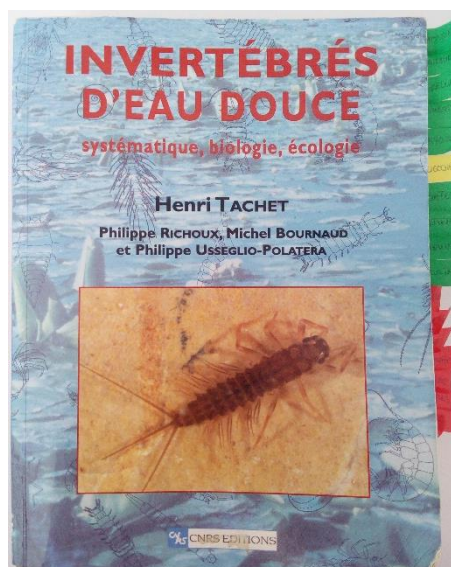


Figure 11 : Ouvrage de détermination Tachet

- **La Phase A** : regroupe les quatre supports marginaux prélevés suivant l'ordre d'habitabilité.
- **La Phase B** : regroupe les quatre supports dominants prélevés suivant l'ordre d'habitabilité.
- **La Phase C** : regroupe les quatre supports dominants prélevés en privilégiant la représentativité des habitats.

Sur le terrain, les pots contenant les supports échantillonnés sont remplis d'un mélange d'éthanol et de formol plus de l'éosine favorisant une coloration des individus pouvant ainsi être mieux repérés lors de la phase de trie et de détermination en laboratoire.

Cette méthode d'échantillonnage nécessite des conditions stables de l'hydrologie du cours d'eau depuis une période d'au moins 10 jours.

➤ Tri et détermination des taxons

Le tri et la détermination s'effectuent en laboratoire selon la norme XP T90-388. Pour une étude, chaque phase est traitée séparément. Les supports contenus dans les pots sont rincés sous haute aspirante afin d'évacuer les vapeurs d'alcool. Les supports de la phase sont ensuite triés dans une colonne de 3 tamis de mailles 5mm, 1mm et 1µm. Les invertébrés benthiques sont alors triés et dénombrés dans un bac blanc sous une lampe-loupe. Les taxons qui le nécessitent sont déterminés à la loupe binoculaire à l'aide de l'ouvrage de détermination Tachet (Tachet *et al.*, 2006) et/ou du logiciel Perla (DREAL Auvergne, 2015) et de clés de détermination personnelles à Aquabio. Les invertébrés benthiques déterminés et dénombrés sont renseignés par phase sur une fiche de données en vue de l'analyse future.

1.2.1.1 *Interprétation des données*

Le regroupement de la liste de la phase A et B permet la définition de l'équivalent IBG. C'est avec ces deux listes que les données pourront être comparées à celles recensées avec l'ancien indice IBGN en vue des différentes interprétations.

➤ Etude du Groupe Indicateur (GI) et de la Variété Taxonomique (VT)

Les listes établies par l'IBGN ou l'Equivalent IBG permettent de définir deux composantes : le groupe indicateur (GI) qui renseigne sur la qualité de l'eau et la Variété Taxonomique (VT) qui informe sur la diversité des habitats.

Les Groupes Indicateurs sont définis à partir de la polluo-sensibilité des familles indicatrices. Il existe 9 classes de polluo-sensibilité établies sur 38 familles (Annexe n°13 : Listes des espèces utilisées pour le calcul de l'IPR et leurs métriques associées

La Variété Taxonomique (de 1 à 14) est définie à partir de la diversité de taxons présents dans la liste. Ces paramètres sont établis à partir de la grille IBGN (Annexe n°2 : Tableau de détermination de la valeur de la note IBGN (AFNOR, 1992))

➤ Calcul de la note Equivalent IGB / IBGN

La note Equivalent IBG / IBGN se calcule en croisant la classe de variété taxonomique obtenue (de 1 à 14) avec le groupe indicateur (de 1 à 9). Les deux valeurs sont additionnées à l'aide du tableau de note IBGN (Annexe n°2 : Tableau de détermination de la valeur de la note IBGN (AFNOR, 1992)), on retranche une unité à la valeur obtenue.

La formule est donc : **IBGN (ou Equivalent IBG) = GI + Σt - 1**

GI : Groupe Indicateur

Σt : Classe de variété taxonomique

C'est cette note (allant de 0 à 20) qui permettra la détermination, entre autre, de la qualité biologique globale de la masse d'eau (relatif à la DCE), elle permet de mettre en avant une situation anormale sans apporter plus d'information à son sujet. Il sera alors nécessaire d'expliquer plus précisément ce résultat grâce à une étude plus poussée de la structure des invertébrés benthiques (étude des traits biologiques et écologiques, indice EPT/DO, coefficient morpho-dynamique...).

Classe de qualité	Très Bonne	Bonne	Moyen	Médiocre	Mauvais
GI (Eau)	9-8	7-6	5-4	3-2	1
VT (Habitat)	14-12	11-9	8-6	5-4	<4
Note IBG	20-17	16-13	12-9	8-5	<5

Tableau 1 : Classes de qualité du groupe indicateur, variété taxonomique et note IBG.

➤ Evaluation de la robustesse de la note

Parmi les Groupes Indicateurs, il y a des familles qui présentent des genres ou des espèces plus résistants aux perturbations que les autres c'est pourquoi la note IBGN ou Equivalent IBG peut parfois être surestimée. On calcul alors une note de robustesse qui renseigne sur la pertinence de la note indicielle d'origine.

Pour obtenir la note de robustesse on recalcule la note Equivalent IBG/IBGN en utilisant cette fois ci le second taxon le plus polluo-sensible de la liste.

1.2.2 Traits biologiques et écologiques

L'étude des traits biologiques et écologiques des peuplements de macro-invertébrés benthiques apportent des informations sur le degré de perturbation du milieu. L'étude de ces variables permettra alors une diagnose bioécologique plus fine de l'écosystème.

Les traits étudiés pour cette étude seront :

- **La Valeur saprobiale** : qui permettra de définir le niveau de pollution organique du cours d'eau. Ce trait est caractérisé par le niveau de polluo-résistance des individus échantillonnés. On distingue cinq degrés de saprobie :
 - Xénosaprobe : espèces pas du tout polluo-résistantes
 - Oligosaprobe : espèces faiblement polluo-résistantes
 - β mésosaprobe : espèces relativement polluo-résistantes
 - α mésosaprobe : espèces polluo-résistante
 - Polysaprobe : espèces très polluo-résistantes
- **Le nombre de génération par an et cycle de vie** : ces traits permettent de mettre en avant une modification du cycle biologique et du taux de reproduction des invertébrés. Une perturbation du milieu diminuera le taux de reproduction.
- **Le degré de trophie** : ce trait est lié directement à la chimie de l'eau. Le degré de trophie s'évalue par l'affinité des individus à leur milieu. Suivant l'abondance des différents taxons on peut en déduire l'évolution de la proportion des différents types de milieux.

On distinguera :

- Les milieux Oligotrophes : pauvres en éléments nutritifs (teneur faible en azote et phosphore)
- Les milieux Mésotrophes : moyennement riches en éléments nutritifs (quantité moyenne en azote et phosphore)
- Les milieux Eutrophes : très riches en éléments nutritifs (fortes teneurs d'azote et de phosphore)
- **Le préférendum micro-habitats et courants** : La structure et la composition des invertébrés benthiques diffère en fonction de l'affinité des taxons pour les milieux et vitesse de courant, ce qui influence fortement la variété taxonomique.

1.2.3 L'indice EPT/DO

L'indice EPT/DO est un ratio établi entre les taxons les plus polluo-sensibles (Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères) et les taxons les plus polluo-résistants (Diptères, Oligochètes).

On effectue la somme des effectifs d'individus les plus polluo-sensibles divisée par la somme des effectifs d'individus les plus polluo-résistants.

On a alors :
$$\frac{\text{Ephéméroptères} + \text{Plécoptères} + \text{Tricoptères}}{\text{Diptères} + \text{Oligochètes}}$$

Un résultat se rapprochant de 0 indiquera alors une prédominance des taxons polluo-résistants, significatif d'une pollution. Un score supérieur à 1 indiquera la prédominance des taxons les plus polluo-sensibles traduisant ainsi une meilleure qualité du milieu aquatique (Siméoni A., 2015)

1.2.4 Le Coefficient Morphodynamique (Cm)

Ce coefficient permet d'apporter des informations théoriques sur la qualité des habitats d'une station et leur diversité, il traduit de ce fait la capacité de la station à pouvoir héberger une faune diversifiée.

Comme présenté sur la fiche de prélèvement IBGN (Annexe n°4 : Tableau d'échantillonnage des macro-invertébrés.), un indice de 0 à 11 est attribué aux différents substrats en fonction de leur capacité d'accueil pour la faune benthique. Les différentes classes de vitesses de courant ont aussi un indice attribué en fonction de leur capacité d'accueil, cet indice va de 1 à 5. Le Coefficient Morphodynamique (Cm) est alors calculé en groupant ces deux données.

On a alors : $Cm = \sqrt{H} + \sqrt{H'} + \sqrt{H''}$

Où H est l'indice du substrat relevé le plus biogène multiplié par l'indice de sa classe de vitesse dominante relevée.

H' représente le couple de substrat/vitesse dominant dans le relevé, on multiplie l'indice du substrat par l'indice de vitesse.

H'' est le nombre total de substrats présents sur la station multiplié par le nombre total de classes de vitesses présentes sur la station.

Le résultat donne une note sur 20 qui peut être ramenée sur 14 afin de la comparer à la classe de variété taxonomique. Il est alors possible d'évaluer la qualité de l'habitat de la station par rapport à sa qualité théorique (Verneaux et al., 1982).

1.2.5 L'Indice Poisson Rivière (IPR)

Cet indice permet de déterminer un état biologique général du cours d'eau à partir de la structure du peuplement piscicole échantillonné. Les poissons étant situés en bout de chaîne sont de bons indicateurs des perturbations du milieu.

➤ Echantillonnage

Cet inventaire est effectué en conformité avec la norme AFNOR T90-358 ainsi que la norme expérimentale T90-383.

L'échantillonnage s'effectue par le biais d'une pêche électrique. On utilise un générateur (de type « MARTIN PECHEUR », « HERON » ou « EFKO ») portatif ou fixe. Le courant électrique est envoyé dans le cours d'eau par le biais d'une anode. Cette opération a pour effet de tétaniser les poissons se trouvant dans le champ électrique et de les attirer vers l'anode d'où ils sont ensuite extraits à l'aide d'une épuisette pour les conserver temporairement dans un vivier.

Le prélèvement s'effectue toujours d'aval en amont. La station doit être délimitée par un obstacle difficilement franchissable en amont voire infranchissable (filet, radier, seuil...) si possible.

La longueur de station à échantillonner doit être au moins égale à 20 fois la largeur du lit mouillé et au moins égale à 60m (si ce n'est pas possible, on renseigne une dérogation). L'échantillonnage est effectué en dehors des périodes de crues.

En fin de pêche des mesures hydro-morphologiques sont effectuées, on relève la surface de pêche et la profondeur moyenne du cours d'eau à l'aide d'un télémètre, une règle graduée et un topofil (Annexe n°5 : Fiche échantillonnage de poissons à l'électricité)

➤ Tri et détermination

Les poissons prélevés sont identifiés à l'espèce, mesurés et dénombrés sur place. Ils sont ensuite relâchés sur la zone de prélèvement (Annexe n°5 : Fiche échantillonnage de poissons à l'électricité. Pour cette étude, le client ne demande pas de traitement des données sur la taille des individus.

Pour des raisons de difficulté d'identification, les deux espèces de brèmes et les différentes espèces de carassins sont regroupées au sein d'un seul taxon. De plus, sur demande de l'ONEMA, les lamproies qui n'ont pu être déterminées à l'espèce (*Lampetra* sp) sont regroupées avec les Lamproies de Planer, prises en compte pour le calcul de l'indice.

1.2.5.1 *Interprétation des données*

La valeur IPR est obtenue à l'aide du fichier CalculIPRv1.3 diffusé par l'ONEMA.
La construction de l'IPR prend en compte sept métriques :

- Le Nombre Total D'espèce (NTE)
- Le Nombre d'Espèces Rhéophiles (NER)
- Le Nombre d'Espèces Lithophiles (NEL)
- La Densité d'Individus Tolérants (DIT)
- La Densité d'Individus Invertivores (DII)
- La Densité d'Individus Omnivores (DIO)
- La Densité Totale d'Individus (DTI)

➤ Etude des différentes métriques

Le fichier Excel permet d'obtenir des scores pour chacune des métriques, ces scores représentent pour chacune d'elle l'écart entre la situation observée et la situation de référence. La liste des espèces utilisées pour le calcul de l'indice et les métriques auxquelles ils correspondent sont renseignés dans un tableau (Annexe n°13 : Listes des espèces utilisées pour le calcul de l'IPR et leurs métriques associées. C'est le résultat obtenu suite à l'addition des scores de chacune des métriques qui détermine la classe de qualité écologique selon l'IPR.

Chaque métrique sera étudiée et traduite par le biais de graphiques permettant une interprétation de l'évolution de chacune d'elles dans le temps. Le tableau ci-après indique les réponses de chaque métrique à l'augmentation des pressions anthropiques (Belliard J. & Roset N., ONEMA 2006)

Métrique	Abréviation	Réponse à l'augmentation des pressions humaines
Nombre total d'espèces	NTE	↔ ou ↗
Nombre d'espèces rhéophiles	NER	↗
Nombre d'espèces lithophiles	NEL	↗
Densité d'individus tolérants	DIT	↗
Densité d'individus invertivores	DII	↗
Densité d'individus omnivores	DIO	↗
Densité totale d'individus	DTI	↗ ou ↘

Tableau 2 : Réponses des métriques IPR à l'augmentation des pressions humaines



Figure 15 : Phase de mesure des individus récoltés



Figure 14 : Mesure de la taille d'une truite fario



Figure 12 : Groupe électrogène fixe



Figure 13 : Action de pêche



Figure 16 : Mesure d'un Goujon



Figure 17 : Filet en limite amont de station

➤ Détermination de la classe de qualité écologique

Suite à l'addition du score des métriques, une valeur de 0 indique que le peuplement échantillonné correspond en tout point au peuplement attendu en situation de référence. A l'inverse, la note IPR s'élève au fur et à mesure que la structure du peuplement inventorié diffère du peuplement de référence.

Les classes de qualité sont définies d'après les valeurs suivantes :

Note indice IPR (somme des scores)	≤ 7	]7-16]	]16-25]	]25-36]	>36
Classe d'état biologique	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise

Tableau 3 : Classes de qualité biologique de l'IPR

1.3 Suivi physico-chimique de la qualité des masses d'eau

1.3.1 Prélèvements et analyses des eaux et sédiments

Cette partie présentera tout le volet d'étude concernant les différents paramètres physico-chimiques de l'eau. Tous les paramètres relevés et les informations concernant la station sont collectés sur une fiche de données visibles à l'Annexe n°16 : Résultats des suivis physico chimiques eau et sédiments.

➤ Prélèvements d'eau

Les prélèvements d'eau s'effectuent au centre du chenal dans la veine d'eau principale. Ils sont réalisés selon les normes NF EN ISO 5667-1, NF EN ISO 5667-3, ISO 5667-4 et ISO 5667-6.

L'opérateur plonge plusieurs flacons dans l'eau pour les remplir, chaque flacon servira à l'étude d'un ou plusieurs paramètres (Carbone Organique Dissous, Demande Biologique en Oxygène, Ammonium, Nitrites, Nitrates, Orthophosphates, Phosphore, Matières En Suspension)

Les données concernant la température de l'eau et les valeurs de l'oxygène sont renseignées par une sonde LDO (Luminescent Dissolved Oxygen) ne nécessitant aucun étalonnage et limitant les risques de dérive.

Une deuxième sonde de marque WTW permet la mesure du pH et de la conductivité, cette sonde est vérifiée avant chaque tournée.

Les échantillons sont ensuite stockés dans un réfrigérateur de voiture. Ils sont déposés au laboratoire d'analyses le jour même.

➤ Prélèvements de sédiments

Les prélèvements de sédiments sont réalisés d'après les exigences des normes AFNOR T90-511, T90-512, T90-513 et d'après le Guide Technique des Prélèvements en Rivière.

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'un couloir à manche selon un transect de la rive gauche à la rive droite. Ils sont acheminés au laboratoire d'analyses en fin de journée.

1.3.1.1 Interprétation des données

Les analyses sont réalisées par le laboratoire IPL Atlantique à Bordeaux.

Deux outils d'évaluation de la qualité de l'eau sont utilisés pour établir les interprétations :

- Les classes d'état écologique définies selon la DCE (extraites de l'arrêté du 25 Janvier 2010 concernant les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique des eaux de surfaces)

Etat écologique		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Température (°C)		20	21,5	25	28	>28
pH (u pH)	min	6,5	6	5,5	4,5	<4,5
	max	8,2	9	9,5	10	>10
Conductivité (µS/cm)		-	-	-	-	-
Oxygène dissous (mg/L)		8	6	4	3	<3
Taux sat. O2 (% sat)		90	70	50	30	<30
Carbone organique dissous (mgO2/L)		5	7	10	15	>15
DBO5 (mgO2/L)		3	6	10	25	>25
NH ₄ ⁺ (mg/L)		0,1	0,5	2	5	>5
NO ₂ ⁻ (mg/L)		0,1	0,3	0,5	1	>1
NO ₃ ⁻ (mg/L)		10	50	-	-	-
PO ₄ ³⁻ (mg/L)		0,1	0,5	1	2	>2
P total (mg/L)		0,05	0,2	0,5	1	>1

Tableau 4 : Classe de qualité pour l'évaluation de l'état physico-chimique de l'eau

En ce qui concerne les sédiments, l'évaluation de l'état physico-chimique est déduite d'après la grille de qualité du SEQ Eau V.2.

(mg/kg)	Absentes ou très légères	Faibles	Modérées	Importantes	Graves
Cadmium	0,1	1	5	>5	
Chrome	4,3	43	110	>110	
Cuivre	3,1	31	140	>140	
Nickel	2,2	22	48	>48	
Plomb	3,5	35	120	>120	
Zinc	12	120	460	>460	

Tableau 5 : Classe de qualité pour l'évaluation de l'état physico-chimique des sédiments

2 Résultats et Discussions

2.1 Suivi biologique et écologique de la qualité des cours d'eau

2.1.1 IBG, indices complémentaires et traits biologiques

- **Le Graslin**

En 2016, 4009 individus sont dénombrés correspondant à 42 taxons. La classe de variété taxonomique est de 12, ce qui correspond à une **très bonne qualité des habitats**. C'est le meilleur score obtenu pour cet indice depuis 2012, puisque la classe de qualité était bonne les années précédentes. Le score du groupe indicateur est de 7 (Leuctridae), il reste le même depuis 2014 et correspond alors à une **bonne qualité de l'eau**. Il était de 9 (Perlodidae) en 2013. La note IBG est de 18 et correspond donc à un **état biologique global de très bonne qualité**. La note reste fiable puisque aucun écart de robustesse n'est constaté.

Depuis 2009, l'IBG montre de légères fluctuations de la structure des macro-invertébrés qui peuvent être dues à des variabilités intrinsèques du prélèvement, mais la qualité biologique s'est améliorée notamment grâce à une hausse de la qualité des habitats. Au cours du temps, l'IBG ne fait pas apparaître de dégradation significative de l'état biologique du cours d'eau, seules les années 2012 et 2014 sont marquées par des résultats plus faibles qui pourront être expliqués par une analyse plus fine de la structure des macro-invertébrés.

L'indice EPT/DO est à l'image de l'état biologique et écologique déterminé avec l'IBG, on constate des résultats globalement élevés résultant d'une plus forte abondance de taxons polluo-sensibles que de polluo-resistants. Aucune pollution n'est alors mise en évidence.

L'étude du coefficient morpho-dynamique (Cm) indique un potentiel important en termes d'habitats puisque la note la plus faible est de 12,54/14. Il semblerait, d'après le graphique (Annexe n°11 : Graphique de comparaison entre le Coefficient Morpho-dynamique et la Variété Taxonomique pour chaque station d'étude. que le cours d'eau connaisse une amélioration de la qualité de ses habitats puisque la valeur de la classe de variété taxonomique a tendance à se rapprocher de la valeur théorique au cours du temps. En 2016 on constate une exploitation parfaite des habitats par les macro-invertébrés.

L'étude des traits biologiques et écologiques montre que le peuplement de macro-invertébrés subi des stress au cours du temps qui peuvent être dues à l'hydrologie d'après les préférences de courant. On constate une amélioration du mode vie des invertébrés à partir de 2015 d'après le cycle vital et le nombre de générations par an. Parallèlement à cela l'étude du degré de trophie et la valeur saprobiale (Annexe n°12 : Traits biologiques et écologiques : Micro-habitats et Préférences Courant des six stations étudiées.) n'indiquent pas d'altération particulière.

D'après l'IBG et les indices complémentaires, la qualité biologique du milieu s'améliore et reste bonne voire très bonne, seuls les traits biologiques semblent indiquer de légères altérations sur le mode de vie des macro-invertébrés et montre une amélioration en 2015.

	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Effectifs macro-invertébrés	-	4181	2403	1330	1642	4009
Variété Taxonomique (VT)	-	32	33	27	40	42
Classe de variété taxonomique	-	9	10	8	11	12
Classe de qualité de l'habitat	-	BONNE	BONNE	BONNE	BONNE	TRES BONNE
Groupe Indicateur	-	7	9	7	7	7
Taxon Indicateur	-	Leuctridae	Perlodidae	Leuctridae	Leuctridae	Leuctridae
Second taxon Indicateur	-	Glossosomatidae (7)	Glossosomatidae (7)	Epheméridae (6)	Glossosomatidae (7)	Glossosomatidae (7)
Classe de qualité de l'eau	-	BONNE	TRES BONNE	BONNE	BONNE	BONNE
Note IBG Globale	17	15	18	14	17	18
Robustesse	-	15	16	13	17	18
Coefficient Morpho-dynamique	-	19,70 (13,8/14)	19,20 (13,44/14)	18,23 (12,76/14)	19,33 (13,53/14)	17,92 (12,54/14)
EPT / DO	-	0,67	0,47	1,04	1,26	1

Tableau 6 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour Le Graslin

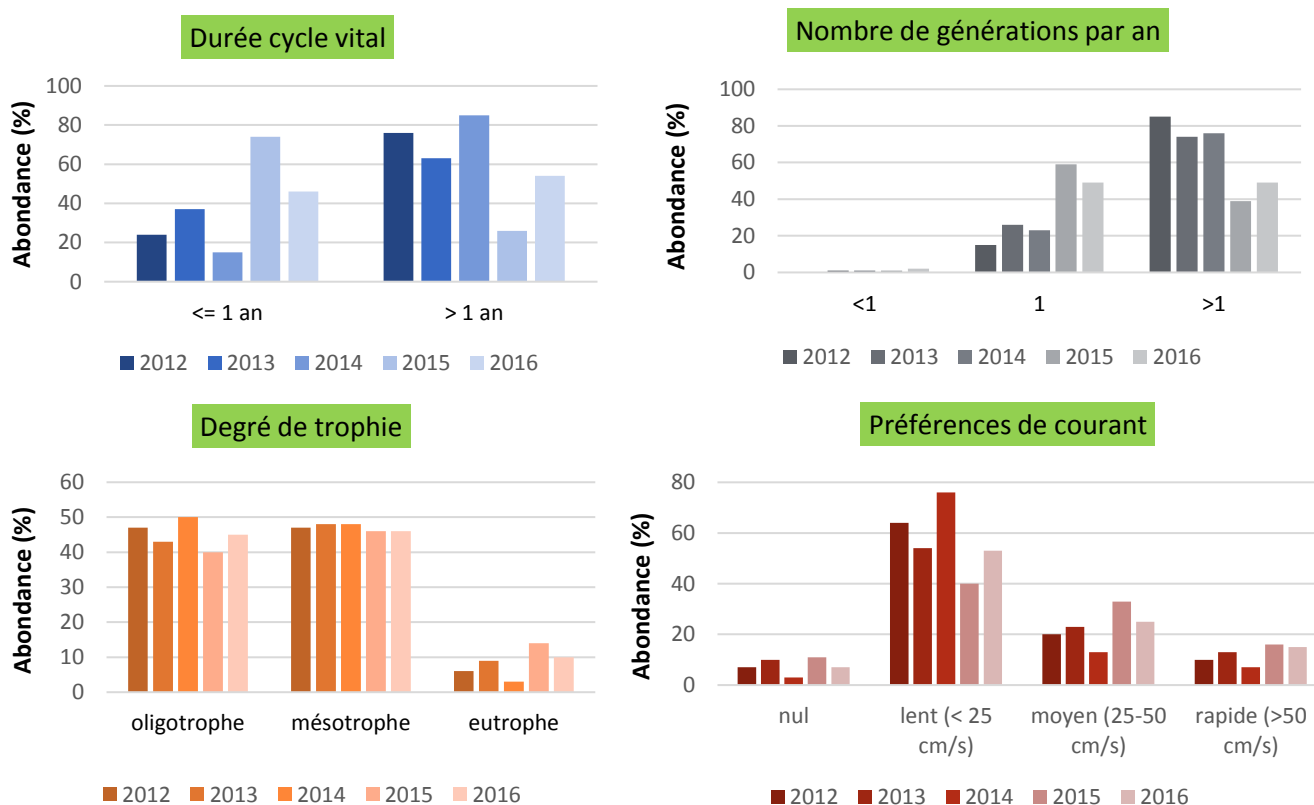


Figure 18 : Traits biologiques et écologiques pour Le Graslin

- **La Cordulie**

En 2016, 1342 individus ont été collectés correspondant à 26 taxons. La classe de variété taxonomique est de 8, ce qui correspond à une **qualité Moyenne des habitats**. La qualité des habitats fluctue dans le temps puisqu'elle est bonne en 2012, 2013 et 2015 et est moyenne en 2014 et 2016. Le score du groupe indicateur reste de 6 (Lepidostomatidae) depuis 2012 indiquant alors une **bonne qualité de l'eau**. La note IBG est de 13 en 2016 et indique une bonne qualité pour l'état biologique global de la station. La note est fiable puisque la robustesse est de 13.

Depuis 2009 la note IBG indique globalement une bonne qualité de l'état biologique du cours d'eau sauf pour l'année 2014 où la note est de 12 et indique une qualité moyenne. Pour cette année-là, la note de robustesse est de 9 et indique une probable surestimation de la note IBG. Cette dégradation du milieu est due à une altération des habitats puisque la variété taxonomique est la plus faible (22) sur les six années et la classe de variété taxonomique est donc plus faible (7) indiquant une altération au regard des années antérieures.

L'indice EPT/DO fluctue dans le temps. Il est notamment assez faible en 2014 (0,15) et 2015 (0,26), il diminue puisqu'il était de 0.5 en 2012 et 0.55 en 2013. Cette baisse est significative d'une altération dans le milieu qui pourrait notamment être liée à la dégradation des habitats constatée en 2014.

L'étude du coefficient morpho-dynamique (Cm) indique une bonne exploitation des habitats par les macro-invertébrés d'après le graphique (Annexe n°11 : Graphique de comparaison entre le Coefficient Morpho-dynamique et la Variété Taxonomique pour chaque station d'étude.). En effet pour les années 2012, 2013, et 2015 on constate une similitude parfaite entre variété taxonomique et coefficient morpho-dynamiques. Pour l'année 2016 l'indice de classe de variété taxonomique est supérieur (8/14) au coefficient morpho-dynamique (6.35/14). Cette valeur faible du Cm est due à la dominance, cette année-ci, d'un substrat (algues) peu biogène qui peut être dû à la coupe de la ripisylve et donc au réchauffement de l'eau. Il n'y a qu'en 2014 que la valeur observée (7/14) pour la classe de variété taxonomique n'atteint pas la valeur théorique (9,4/14), cette observation est cohérente puisque en 2014 l'IBG révèle une altération de l'état biologique par les habitats confirmée par l'indice EPT/DO.

L'étude des traits biologiques et écologiques tant à montrer une amélioration sur la station puisque l'on observe une diminution constante des taxons ayant une affinité pour les milieux eutrophes confirmée par la valeur saprobiale (Annexe n°12 : Traits biologiques et écologiques : Micro-habitats et Préférences Courant des six stations étudiées.). Cette amélioration se confirme avec l'étude du cycle vital qui devient en majorité supérieur à un an à partir de 2014. La hausse du nombre de génération par an peut être expliquée par l'augmentation de l'abondance des taxons pollu-orésistants d'après l'indice EPT/DO

D'après les différents indices la qualité biologique du milieu reste bonne et à peu près stable dans le temps, on note même une amélioration au sein de la structure du peuplement benthique d'après les traits biologiques et une baisse de l'eutrophisation.

	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Effectifs macro-invertébrés	-	2249	1882	1116	4293	1342
Variété Taxonomique (VT)	-	31	31	22	33	26
Classe de variété taxonomique	-	9	9	7	10	8
Classe de qualité de l'habitat	-	BONNE	BONNE	MOYEN	BONNE	MOYEN
Groupe Indicateur	-	6	6	6	6	6
Taxon Indicateur	-	Lepidostomatidae	Ephemerae	Ephemerae	Lepidostomatidae	Lepidostomatidae
Second taxon Indicateur	-	Ephemerae (6)	Hydropsychidae (5)	Hydropsychidae (3)	Ephemerae (6)	Ephemerae (6)
Classe de qualité de l'eau		BONNE	BONNE	BONNE	BONNE	BONNE
Note IBG Globale	15	14	14	12	15	13
Robustesse		14	13	9	15	13
Coefficient Morpho-dynamique		12,90 (9,00/14)	12,90 (9,00/14)	13,40 (9,40/14)	15,00 (10,5/14)	9,07 (6,35/14)
EPT / DO		0,5	0,55	0,15	0,26	1,41

Tableau 7 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour La Cordulie

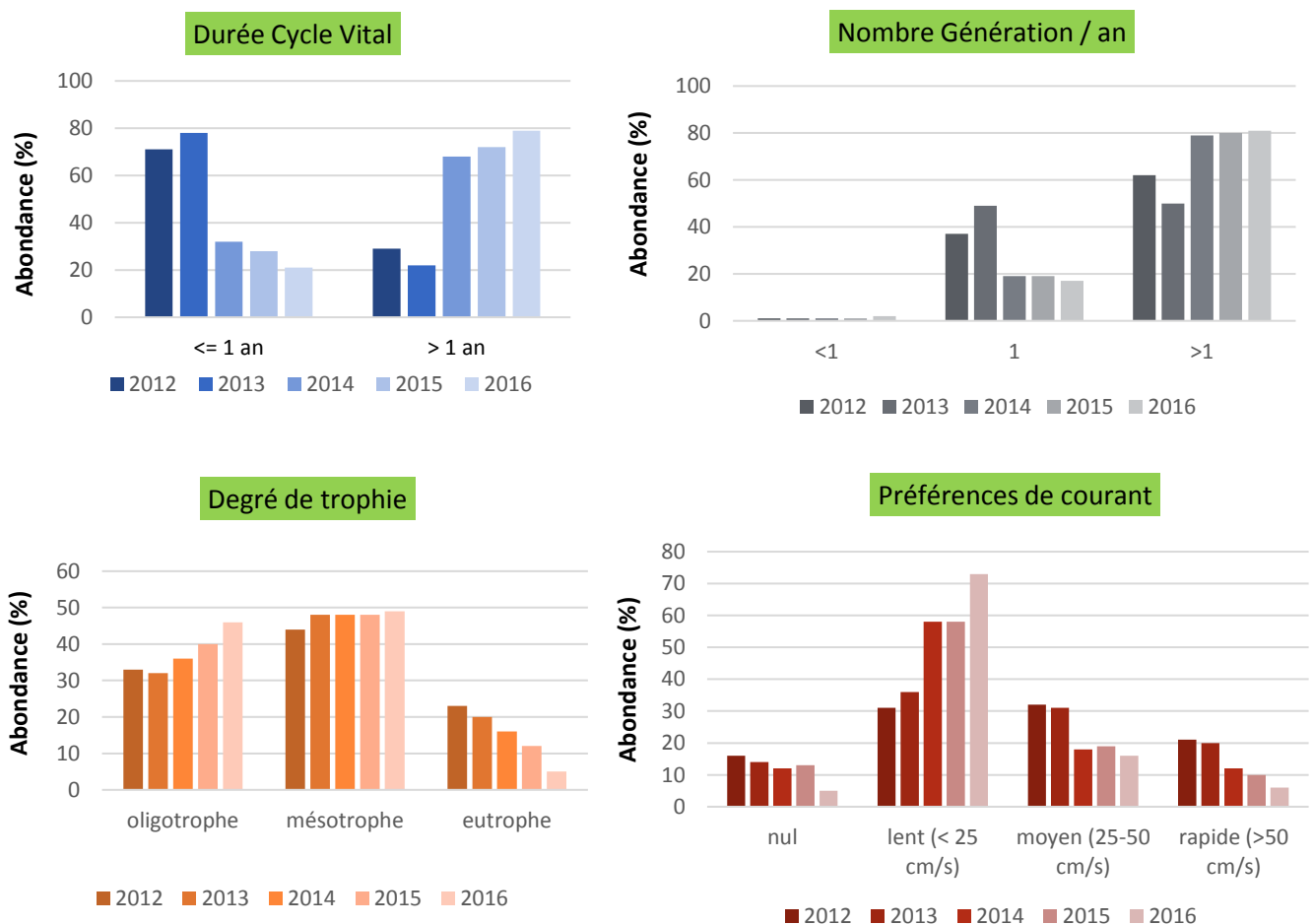


Figure 19 : Traits biologiques et écologiques pour La Cordulie

- **Le Gomphe**

En 2016, 3598 individus ont été collectés correspondant à 25 taxons. La classe de variété taxonomique est de 6 et correspond à une **qualité moyenne des habitats**. C'est le score le plus faible obtenu pour la variété taxonomique depuis 2012. Le score du groupe indicateur reste de 7 (Goeridae) et indique alors **une Bonne qualité de l'eau**. Il n'y a qu'en 2013 qu'il est descendu à une valeur de 6 (Sericostomatidae). La note IBG est de 12 traduisant une **qualité biologique moyenne** du cours d'eau, la note de robustesse (11) ne présente qu'un écart d'un point ce qui reste fiable. La note IBG baisse de 4 points depuis 2009 puisqu'elle était initialement de 16.

En 2012 la robustesse est de 11 contre 14 pour la note IBG, la qualité biologique globale de la station a alors été surestimée. Il est probable qu'une perturbation soit survenue entre 2009 et 2012 et qu'ensuite l'état biologique s'améliore jusqu'à 2015, pour rechuter en 2016.

La principale dégradation du milieu semble se porter sur les habitats pour la majorité des années ainsi que sur la qualité de l'eau en 2012 et 2013 au vu de la robustesse.

L'indice EPT/DO observé chaque année sur la station fluctue significativement indiquant des modifications dans la structure de la population. La valeur la plus faible est observée pour 2013 ce qui est cohérent avec la dégradation de l'habitat indiquée par l'IBG.

L'étude du coefficient morpho-dynamique (Cm) indique un potentiel important en termes de diversité d'habitats, révélé par les valeurs élevées du Cm aux années 2012, 2013 et 2016 (Annexe n°11 : Graphique de comparaison entre le Coefficient Morpho-dynamique et la Variété Taxonomique pour chaque station d'étude.). Pour les années 2014 et 2015 la faible valeur du Cm est expliquée par la perte d'une classe de courant (la plus biogène) et la perte de quelques supports, ce qui explique une meilleure similitude avec la classe de variété taxonomique et pourrait laisser penser, à tort, à une meilleure qualité. Les résultats de 2012, 2013 et 2016 montrent que les habitats restent dégradés et sous exploités puisque la classe de variété taxonomique reste faible, le peuplement benthique perçoit donc des difficultés à se développer et se diversifier.

L'étude des traits biologiques et écologiques n'indique pas d'altérations significatives. Elle montre une diminution de l'abondance de taxons affiliés aux zones de non courant et aux milieux eutrophes confirmée par l'étude de la valeur saprobiale (Annexe n°12 : Traits biologiques et écologiques : Micro-habitats et Préférences Courant des six stations étudiées.), ces observations traduisent une amélioration de l'état biologique. Le cycle vital tend à montrer une amélioration, de même que le graphique sur les préférences de micro-habitats indique une baisse de l'abondance de taxons affiliés aux habitats les moins biogènes. Seul le graphique concernant le nombre de générations par an tend à montrer une altération qui reste difficilement explicable puisqu'elle est contraire aux indications fournies par l'étude du cycle vital.

D'après l'IBG la qualité biologique semble se dégrader dans le temps, principalement à cause de l'altération des habitats, or les traits biologiques indiquent une amélioration dans le mode de vie du peuplement benthique.

	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Effectifs macro-invertébrés	-	7407	3398	2404	2766	3598
Variété Taxonomique (VT)	-	28	24	27	29	25
Classe de variété taxonomique	-	8	7	8	9	6
Classe de qualité de l'habitat	-	MOYEN	MOYEN	MOYEN	BONNE	MOYEN
Groupe Indicateur	-	7	6	7	7	7
Taxon Indicateur	-	Goeridae	Sericostomatidae	Leuctridae	Glossosomatidae	Goeridae
Second taxon Indicateur	-	Leptoceridae (4)	Leptoceridae (4)	Epheméridae (6)	Goeridae (7)	Sericostomatidae (6)
Classe de qualité de l'eau	-	BONNE	BONNE	BONNE	BONNE	BONNE
Note IBG Globale	16	14	12	14	14	12
Robustesse	-	11	10	13	14	11
Coefficient Morphodynamique	-	16,70 (11,70/14)	16,43 (11,50/14)	10,63 (7,44/14)	12,88 (9,01/14)	19,34 (13,54/14)
EPT / DO	-	0,042	0,29	1,04	0,68	0,56

Tableau 8 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour Le Gomphe

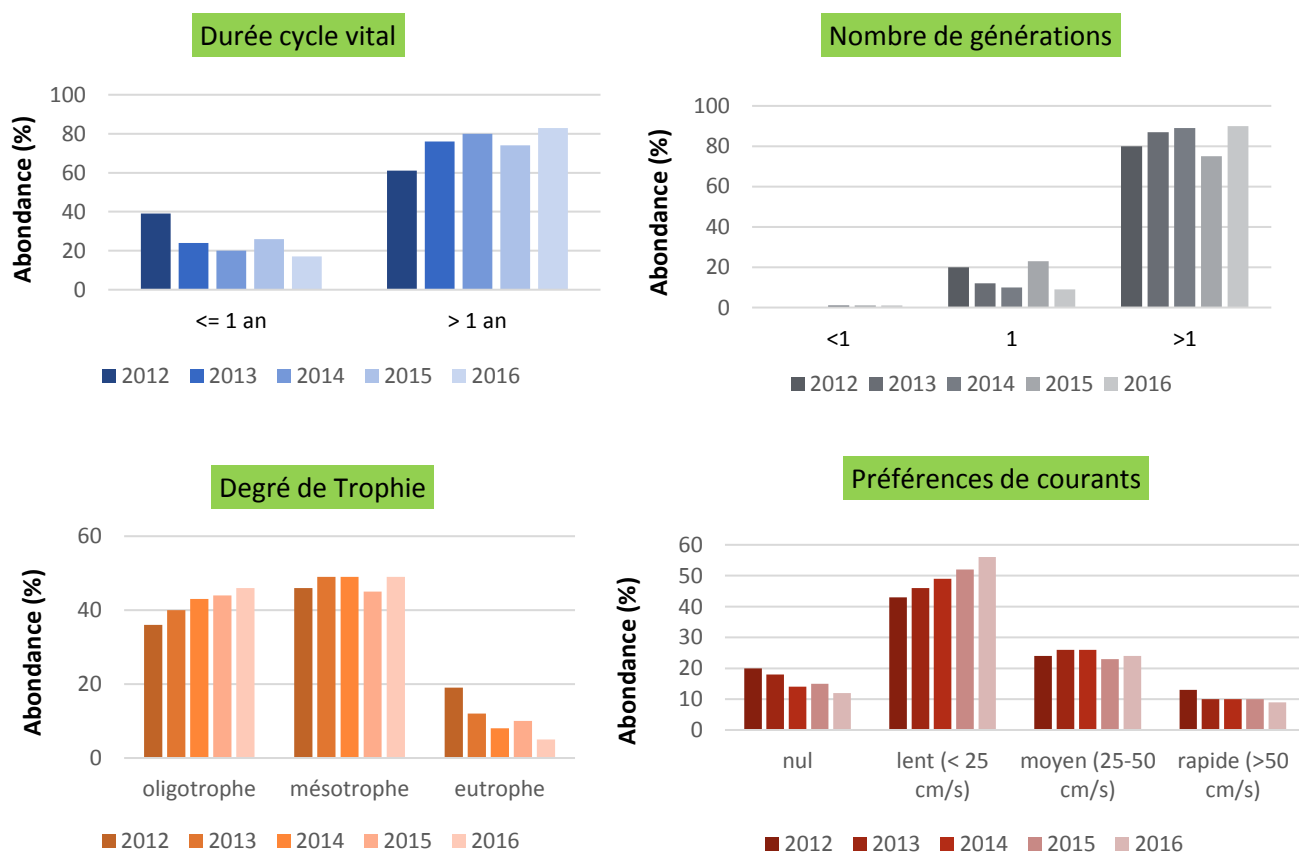


Figure 20 : Traits biologiques et écologiques pour Le Gomphe

- **L'Anax**

En 2016, 2891 individus sont dénombrés correspondant à 32 taxons. La variété taxonomique est de 9 depuis 2015 indiquant une **bonne qualité des habitats**, c'est le score le plus élevé pour la note puisqu'en 2012, 2013 et 2014 le score était de 7 traduisant **une classe de qualité moyenne** pour les habitats. Le score du groupe indicateur est de 7 (Goeridae) depuis 2015. Il indique **une bonne qualité de l'eau**. La note IBG est de 15 depuis 2015 avec une bonne fiabilité puisque la robustesse est de 14. Depuis l'année 2009, l'état biologique global de la station s'est amélioré puisque la note passe de 13 à 15 en 2016.

L'importante fluctuation de l'IBG, observée aux années 2012, 2013, 2014 est due à des périodes d'assec, avant les prélèvements, qui ne sont pas en rapport avec le chantier de l'infrastructure. Les notes de robustesse soulignent ces variations et montrent également le peu de fiabilité qu'il faut apporter aux notes IBG les premières années. Enfin, la station semble avoir un potentiel biologique important puisque les résultats de 2015 et 2016 indiquent une bonne qualité pour l'état biologique général du cours d'eau. De plus en 2013, le taxon indicateur (Perlodidae) polluo-sensible a été collecté avec un nombre de 100 individus.

L'indice EPT/DO connaît aussi des variations importantes dues aux périodes d'assec. Dans l'ensemble il reste élevé, étant à l'image du potentiel biologique. Le résultat de 7.71 peut être directement lié à un assec précédent et donc à la recolonisation spontanée de la station par des taxons polluo-sensibles (ici une centaine de Perlodidae). Cet indice semble se stabiliser sur les deux dernières années de suivi.

L'étude du coefficient morpho-dynamique (Cm) indique une variation importante de la qualité des habitats de la station (Annexe n°11 : Graphique de comparaison entre le Coefficient Morpho-dynamique et la Variété Taxonomique pour chaque station d'étude. causée probablement par la fluctuation des niveaux d'eau et des périodes de prélèvements. D'après les résultats élevés pour le Cm en 2013 et 2014, le cours d'eau représente un potentiel important en termes de diversité d'habitats. Les interprétations peuvent être difficiles à émettre suite aux épisodes hydrologiques très variés du fait des périodes d'assecs ce qui a pour conséquence de biaiser fortement l'indice.

L'étude des traits biologiques et écologiques révèle un apport important en nutriments au vu de l'augmentation de l'abondance des taxons préférant les milieux eutrophes, confirmée par la valeur saprobiale (Annexe n°12 : Traits biologiques et écologiques : Micro-habitats et Préférences Courant des six stations étudiées.). Ce fait est dû aux activités agricoles. L'étude du cycle vital et du nombre de générations par an indique une dégradation du peuplement benthique dans le temps. Ces observations peuvent être corrélées avec une augmentation des courants nuls si l'on en croit les préférences de courant des macro-invertébrés.

D'après l'interprétation des différents indices, la qualité biologique s'améliore dans le temps mais on constate un processus d'eutrophisation ayant des répercussions sur le mode de vie du peuplement benthique.

	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Effectifs macro-invertébrés	-	6547	6367	1232	1809	2891
Variété Taxonomique (VT)	-	23	23	23	32	32
Classe de variété taxonomique	-	7	7	7	9	9
Classe de qualité de l'habitat	-	MOYENNE	MOYENNE	MOYENNE	BONNE	BONNE
Groupe Indicateur	-	3	9	6	7	7
Taxon Indicateur	-	Ephemereleid ae	Perlodidae	Sericostomatidae	Goeridae	Goeridae
Second taxon Indicateur	-	Elmidae (2)	Leptophlebiidae (7)	Leptoceridae (4)	Sericostomatidae (6)	Sericostomatidae (6)
Classe de qualité de l'eau		MEDIOCRE	TRES BONNE	BONNE	BONNE	BONNE
Note IBG Globale	13	9	15	12	15	15
Robustesse	-	8	13	10	14	14
Coefficient Morpho-dynamique	-	10,40 (7,30/14)	19 (13,3/14)	18,10 (12,70/14)	13 (9,10/14)	10,13 (7,10/14)
EPT / DO	-	0,67	7,71	0,87	0,39	1,03

Tableau 9 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour L'Anax

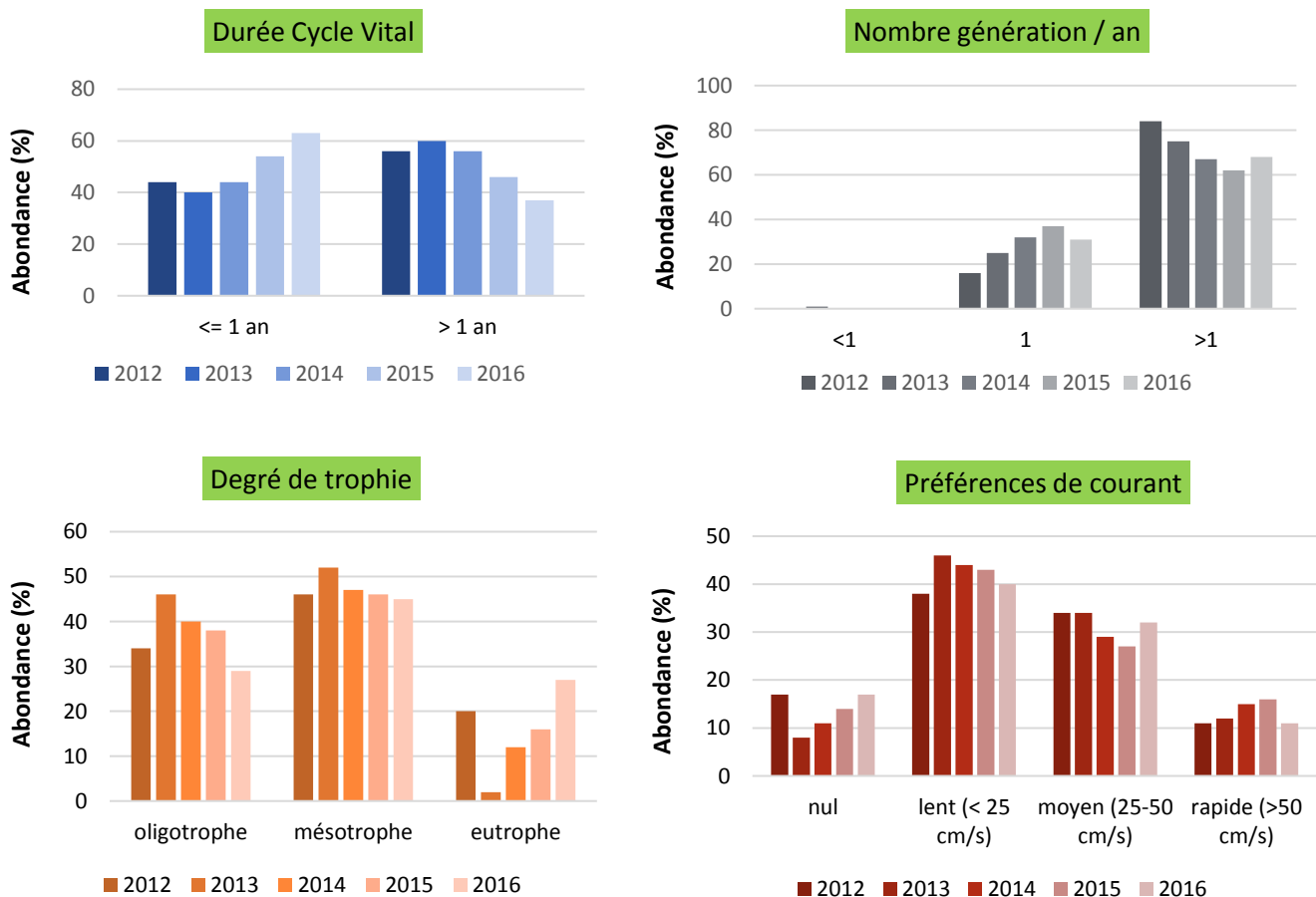


Figure 21 : Traits biologiques et écologiques pour L'Anax

- **L'Agrion**

En 2016, 1983 individus ont été dénombrés correspondant à 24 taxons. La classe de variété taxonomique est de 7 ce qui correspond à une **qualité moyenne des habitats**. Cette note est la plus faible depuis 2012. Le score du groupe indicateur est de 7 (Leuctridae), il est d'un point plus élevé que toutes les autres années et indique une **bonne qualité de l'eau**. La note IBG est de 13 et indique donc une **qualité moyenne de l'état biologique**, elle a probablement été surestimée, mais deux individus d'Ephemeraidae (groupe 6) ont été relevés en trop faible quantité pour être pris en compte puisqu'il en faut au moins 3.

Depuis 2009 la note IBG est passée de 16/20 à 13/20, on constate alors une dégradation de l'état biologique sur la station. Cette dégradation est due en partie à l'altération de la qualité des habitats puisque la Variété Taxonomique diminue globalement dans le temps. L'année 2015 se démarque légèrement de cette tendance puisque l'on observe un niveau écologique similaire à celui observé en 2012.

L'indice EPT/DO tend à diminuer puisqu'il était de 1,15 en 2012 et est de 0.27 en 2016. Il révèle alors la présence significative d'une pollution croissante dans le milieu en accord avec la dégradation de l'état biologique au fil du temps révélée par l'IBG.

L'étude du coefficient morpho-dynamique (Cm) confirme le bon état biologique constaté aux années 2012 et 2015 par l'IBG puisqu'il est proche de la classe de variété taxonomique. Pour les années 2013 et 2016 le Cm est un peu plus élevé que la classe de variété taxonomique et montre que les habitats ne sont pas totalement exploités. En 2014, la classe de variété taxonomique est plus élevée (8) que le Cm qui est faible (5,3) principalement à cause d'un indice très faible du couple substrat/vitesse dominant.

L'étude des traits biologiques et écologiques montre que degré de trophie reste stable dans le temps tout comme la valeur saprobiale (Annexe n°12 : Traits biologiques et écologiques : Micro-habitats et Préférences Courant des six stations étudiées.). On constate un léger processus d'eutrophisation. Le graphique des préférences de courant montre une augmentation légère de l'abondance des taxons ayant une affinité pour le courant nul, de même que l'abondance des taxons affiliés aux habitats les moins biogènes augmente légèrement. L'étude du cycle vital et du nombre de générations par an semble indiquer que le milieu subit un stress continu excepté en 2014.

D'après l'interprétation de ces différentes données, la qualité biologique du milieu se dégrade dans le temps.

	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Effectifs macro-invertébrés	-	1687	1642	1238	2226	1983
Variété Taxonomique (VT)	-	29	27	27	31	24
Classe de variété taxonomique	-	9	8	8	9	7
Classe de qualité de l'habitat	-	BONNE	MOYEN	MOYEN	BONNE	MOYEN
Groupe Indicateur	-	6	6	6	6	7
Taxon Indicateur	-	Lepidostomatidae	Ephemeroidea	Ephemeroidea	Ephemeroidea	Leuctridae
Second taxon Indicateur	-	Ephemeroidea (6)	Hydroptilidae (5)	Hydroptilidae (5)	Hydroptilidae (5)	Hydroptilidae (5)
Classe de qualité de l'eau	-	BONNE	BONNE	BONNE	BONNE	BONNE
Note IBG Globale	16	14	13	13	14	13
Robustesse	-	14	12	12	14	11
Coefficient Morphodynamique	-	12,61 (8,83/14)	15,06 (10,54/14)	7,90 (5,30/14)	12,63 (8,84/14)	12,32 (8,62/14)
EPT / DO	-	1,15	0,63	0,51	0,34	0,27

Tableau 10 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour L'Agrion

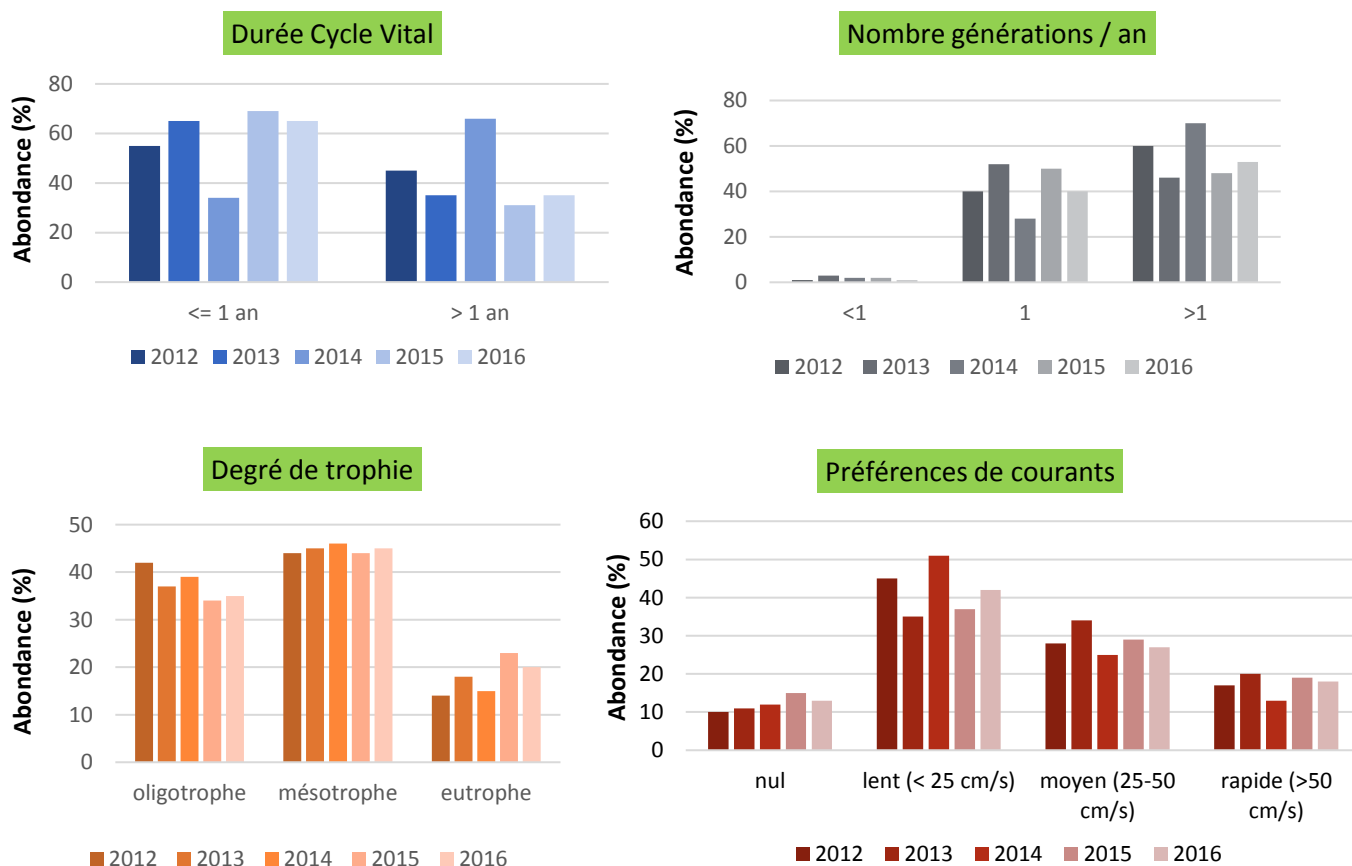


Figure 22 : Traits biologiques et écologiques pour L'Agrion

- **La Naïade**

En 2016, 1739 individus ont été collectés correspondant à 29 taxons. La classe de variété taxonomique est de 9, comme en 2012 et 2013 et correspond alors à **une bonne qualité des habitats**. Cette note est la plus élevée depuis 2014 et 2015 où elle était de 8. Le score du groupe indicateur est de 6 (sericostomatidae) et indique **une bonne qualité de l'eau**. Il reste le même pour les années 2012, 2014, 2015 et 2016, en 2013 le score était de 9 (Perlodidae). La note IBG est de 14/20 et indique alors une **bonne qualité biologique de la station**. La note de robustesse est de 14 et indique une bonne fiabilité pour la note IBG.

Il n'existe pas de données pour la définition de l'état biologique général de la station en 2009, les données seront alors exploitées depuis l'année 2012.

En 2013 l'état écologique renseigné d'après l'IBG est « Très Bon » du fait d'une bonne qualité des habitats couplé à une très bonne qualité de l'eau. En 2014 et 2015 l'état se dégrade et la note IBG tombe à 13. Il faut tout de même noter que les notes de robustesse calculées pour 2012 et 2013 indiquent une très faible fiabilité pour l'IBG ce qui indique alors que l'état écologique global de la station pour ces années était probablement bien inférieur à celui observé (la présence de Perlodidae pouvant être due à un phénomène de dérive, par exemple). Il est alors pensable que l'état écologique général de la station se soit amélioré de 2012 à 2016.

L'indice EPT/DO connaît une forte amélioration (1,52) en 2013 par rapport à 2012 mais se dégrade jusqu'à 2016 où il atteint 0,25. Le résultat de 0,1 constaté en 2012 semble logique au vu de la très faible fiabilité accordée à l'IBG cette année-là. En 2013 la valeur élevée de 1,52 correspond à l'amélioration de la qualité de l'eau avec des taxons polluo-sensibles plus élevés (Perlodidae, groupe 9).

L'étude du coefficient morpho-dynamique (Cm) indique que le milieu est impacté par la variation des régimes hydrologiques surtout pour les années 2012, 2013 et 2016 où la variété taxonomique est plus élevée que le coefficient morpho-dynamique en raison de la dominance de classes d'habitats et de vitesses de courant peu biogènes. En 2014 le Cm et la VT sont égaux montrant une exploitation complète des habitats. Pour 2016 le Cm est plus élevé que la VT indiquant une amélioration de la qualité biogène du milieu.

L'étude des traits biologiques et écologiques montre des variations importantes sur la durée du cycle vital et le nombre de génération par an et indique alors que le milieu subi des stress importants. L'étude du degré de trophie indique un processus d'eutrophisation confirmé par la valeur saprobiale (Annexe n°12 : Traits biologiques et écologiques : Micro-habitats et Préférences Courant des six stations étudiées.). Cette tendance peut être due aux régimes hydrologiques puisque les préférences de courants fluctuent significativement dans le temps. L'étude des préférences de micro-habitats montre en 2016 une augmentation d'affinité significative pour des substrats peu biogènes (limons, sables, vases) qui peut être à l'augmentation des courants nuls.

D'après l'IBG, la qualité biologique s'améliore mais le peuplement benthique subi des impacts récurrents son mode de vie en plus du processus léger d'eutrophisation.

	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Effectifs macro-invertébrés	-	4024	1286	2237	3382	1739
Variété Taxonomique (VT)	-	29	32	25	25	29
Classe de variété taxonomique	-	9	9	8	8	9
Classe de qualité de l'habitat	-	BONNE	BONNE	MOYENNE	MOYENNE	BONNE
Groupe Indicateur	-	6	9	6	6	6
Taxon Indicateur	-	Sericostomati dae	Perlodidae	Sericostomati dae	Sericostomati dae	Sericostomati dae
Second taxon Indicateur	-	Baetidae (2)	Sericostomati dae (6)	Epheméridae (6)	Epheméridae (6)	Epheméridae (6)
Classe de qualité de l'eau	-	BONNE	TRES BONNE	BONNE	BONNE	BONNE
Note IBG Globale	-	14	17	13	13	14
Robustesse	-	10	14	13	13	14
Coefficient Morpho-dynamique	-	8,66 (6,06/14)	11,62 (8,13/14)	11,45 (8,02/14)	14,07 (9,85/14)	8,29 (5,8/14)
EPT / DO	-	0,1	1,52	0,64	0,21	0,25

Tableau 11 : Récapitulatif des données macro-invertébrés pour La Naïade

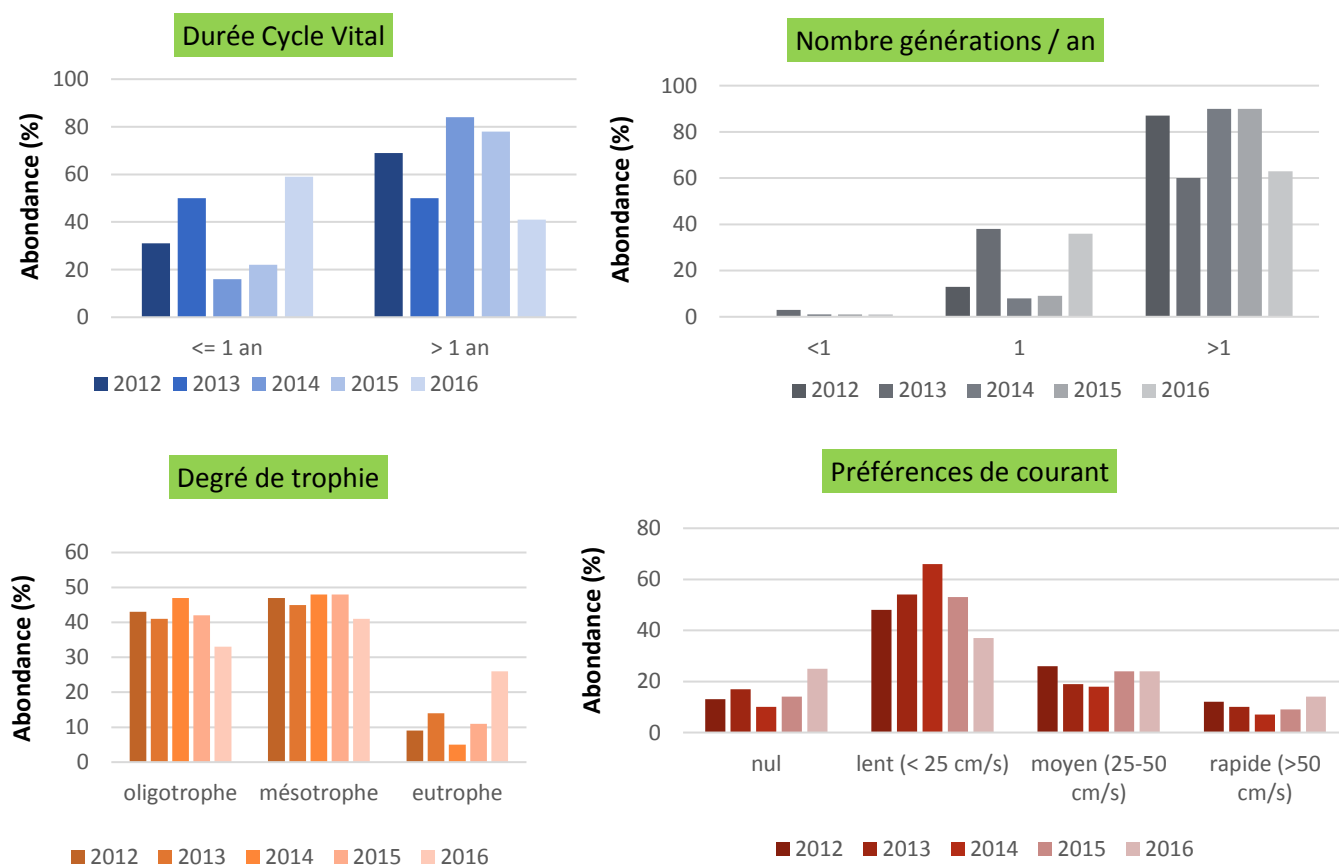


Figure 23 : Traits biologiques et écologiques pour La Naïade

2.1.2 L'Indice Poisson Rivière

L'interprétation des données IPR (Annexe n°8 : Valeurs observées et théoriques utilisées pour la construction de l'IPR aura pour but d'indiquer quelle est l'évolution biologique générale de la station et l'état des populations piscicoles au fil des années de suivi. Elle permettra par ailleurs de connaître précisément quelles sont les métriques les plus améliorantes ou les plus discriminantes sur la qualité de l'indice.

- **Le Graslin**

L'étude de l'IPR (Annexe n°9 : Etat biologique pour chaque station d'après l'IPR sur cette station indique une qualité moyenne de l'état biologique pour les années 2009, 2012, 2013, 2016 et une bonne qualité pour les années 2014 et 2015.

L'élément le plus déclassant d'après l'indice semble être le Nombre Total d'Espèce puisque l'on s'aperçoit que lorsque l'on a des peuplements diversifiés, l'indice s'éloigne de son état de référence et inversement en 2015 où l'on constate que l'indice indique une bonne qualité du fait de la perte de diversité. On s'aperçoit aussi que la station est qualifiée, d'après la référence, par une faible densité de taxons tolérants et omnivores mais par une plus forte densité de taxons invertivores.

L'IPR indique alors un changement certain dans la structure piscicole du cours d'eau, puisque le fait d'avoir une diversité élevée pourrait indiquer une bonne qualité, or ce n'est pas le constat émis puisque les scores des métriques indiquent dans ce cas un écart plus important à la référence.

- **La Cordulie**

L'étude de l'IPR (Annexe n°9 : Etat biologique pour chaque station d'après l'IPR sur cette station indique une qualité moyenne pour les années 2009, 2013 et 2014, et une qualité médiocre pour les années 2012, 2015 et 2016. Au fil du temps l'état biologique de la station ne s'améliore pas d'après l'IPR puisque l'état passe de Moyen en 2009 à Médiocre en 2016.

La Cordulie est globalement une rivière de bonne qualité d'après l'IBG mais pas d'après l'IPR. En effet le nombre d'espèces Rhéophiles et Lithophiles bouge très peu et est très écarté de l'état attendu en référence. De même que le Nombre Total d'Espèce est assez écarté de celui attendu en état de référence, sauf pour l'année 2013. On observe une amélioration du fait de la régression de la densité d'individus tolérants et omnivores, mais en parallèle on a une dégradation du fait de la baisse de densité d'individus invertivores. La densité totale d'individus reste proche de l'état de référence, sauf pour 2015 où l'on observe une forte baisse de la densité.

L'IPR indique une profonde modification de la structure du peuplement piscicole sur cette station, cela engendre le fait que l'on n'atteigne jamais le bon état biologique.

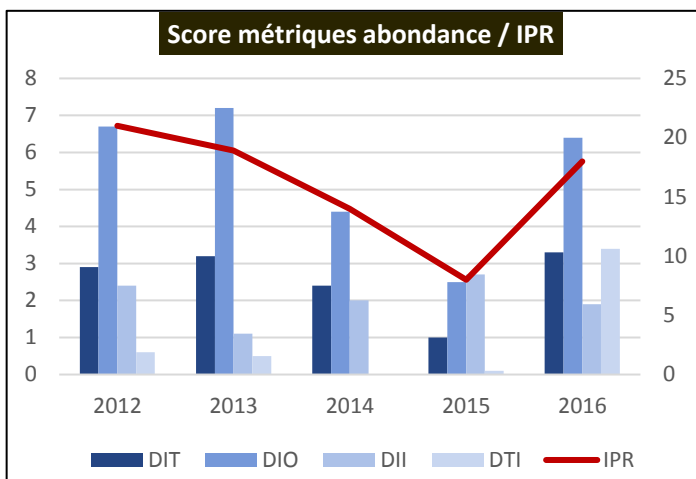
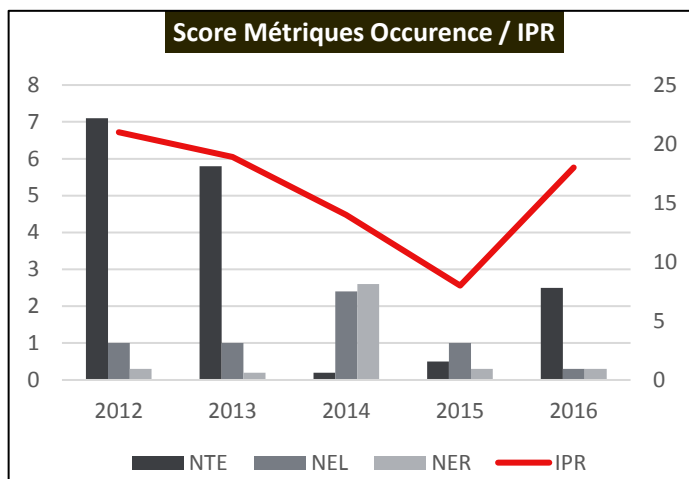
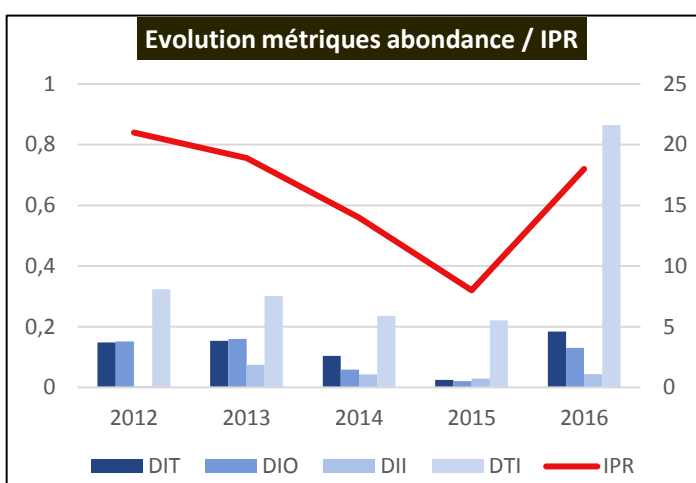
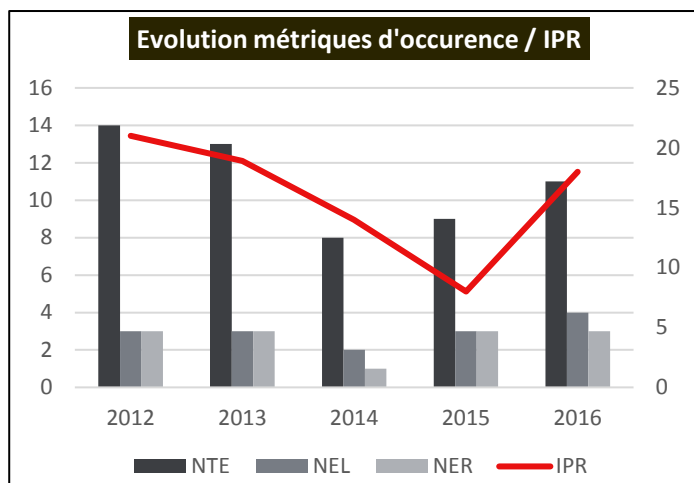


Figure 25 : Evolution des valeurs observées et scores des métriques IPR sur Le Graslin

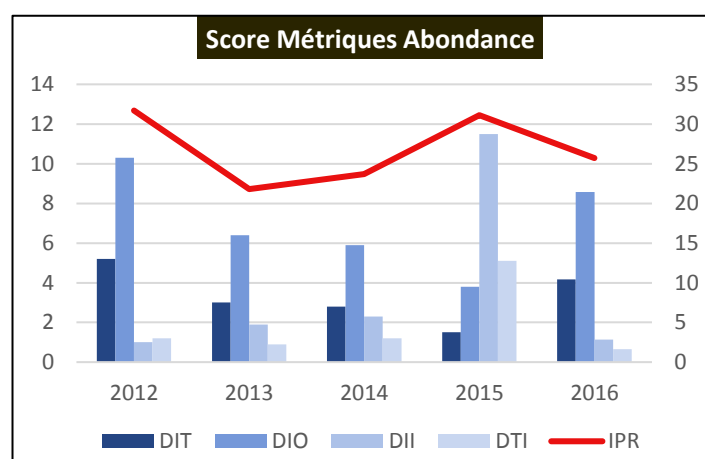
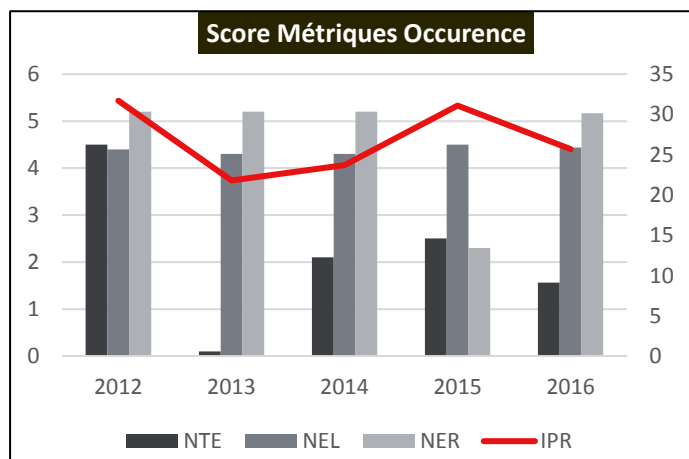
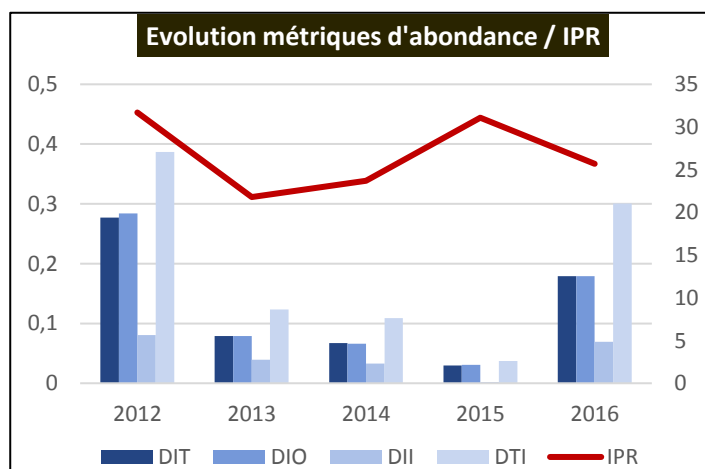
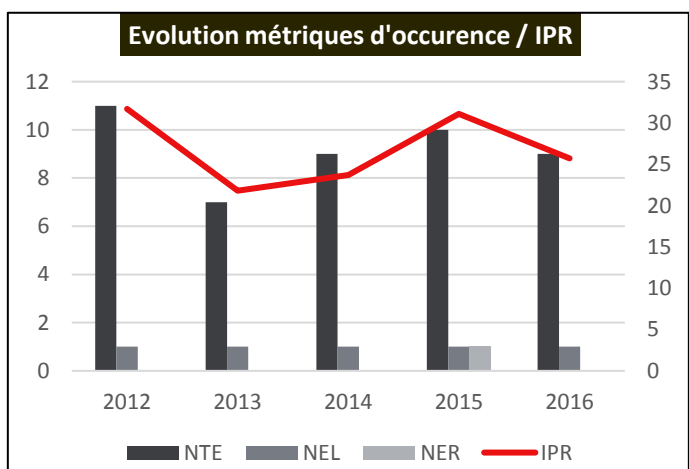


Figure 24 : Evolution des valeurs observées et scores des métriques IPR sur La Cordulie

- **Le Gomphe**

L'étude de l'IPR (Annexe n°9 : Etat biologique pour chaque station d'après l'IPR indique une qualité de l'état biologique globalement mauvais.

L'IBG précédemment étudié indiquait une dégradation de l'état biologique de 2009 à 2016. Pour cette station, l'élément le moins déclassant semble être le Nombre Total d'Espèce, ce qui indique que le peuplement ait une diversité taxonomique proche de l'état de référence pour ce cours d'eau. Les altérations semblent venir de la composition de la diversité taxonomique puisque en effet on observe un écart important à la référence pour les espèces Lithophiles et Rhéophiles ainsi que pour la densité d'individus Tolérants, Omnivores, et Invertébrés.

On constate alors une véritable déstructuration du peuplement piscicole qui ne correspond pas au peuplement attendu. L'état de l'IPR est mauvais depuis 2009, cela ne semble donc pas lié au chantier de construction de l'infrastructure linéaire.

- **L'Anax**

L'IPR (Annexe n°9 : Etat biologique pour chaque station d'après l'IPR indique une dégradation depuis le diagnostic effectué en 2009 puisque l'indice passe de Moyen à Médiocre. L'IBG réalisé chaque année sur la station indiquait une amélioration de l'état écologique global de celle-ci. L'IPR indique un état médiocre pour la majorité des années sauf en 2015 où l'on constate une amélioration due à l'augmentation de la densité d'individus invertébrés. Dans l'ensemble les scores des métriques indiquent un état biologique éloigné de l'état de référence expliquant alors que l'on n'atteigne pas la bonne qualité.

Au vu de l'amélioration de l'IBG, on peut penser que l'état piscicole diagnostiqué n'est pas dû à des altérations de la chaîne trophique ni de la qualité de l'eau. Cela peut alors être expliqué par les assèchs consécutifs qu'a connus la station ou bien les altérations de l'hydromorphologie et des habitats du cours d'eau.

- **L'Agrion**

Sur cette station, l'accès au cours d'eau a été refusé par le propriétaire aux années 2012, 2013 et 2014, 2015, c'est pourquoi les données sont indisponibles.

L'état diagnostiqué en 2009 (Annexe n°9 : Etat biologique pour chaque station d'après l'IPR était Mauvais avec une note de 40,58 et le diagnostic de 2016 était Médiocre avec une note de 31. L'état semble alors s'être amélioré au cours du temps.

- **La Naiade**

Le diagnostic fourni par l'IPR cette station est très peu fiable. En effet ce cours d'eau est pratiquement apiscicole et l'IPR n'est pas conçu pour être appliqué sur de tels cours d'eau, les résultats ne sont donc pas interprétables pour cet indice.

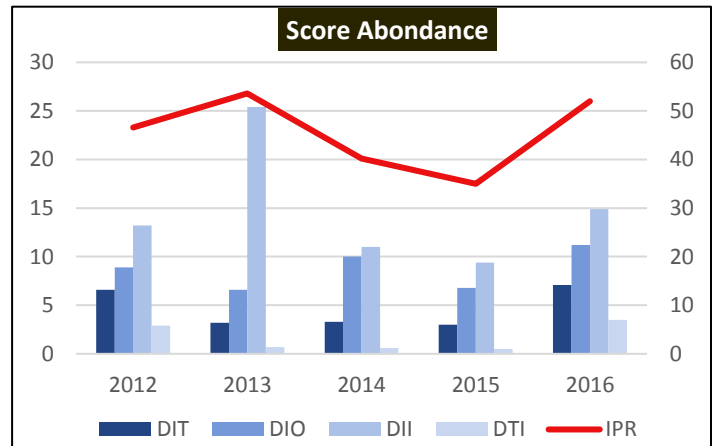
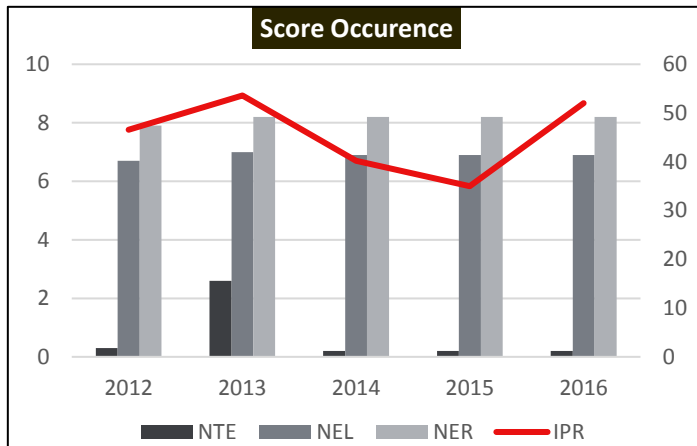
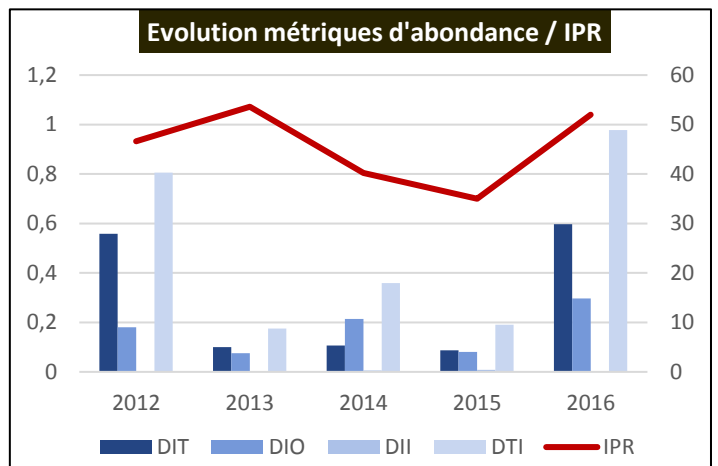
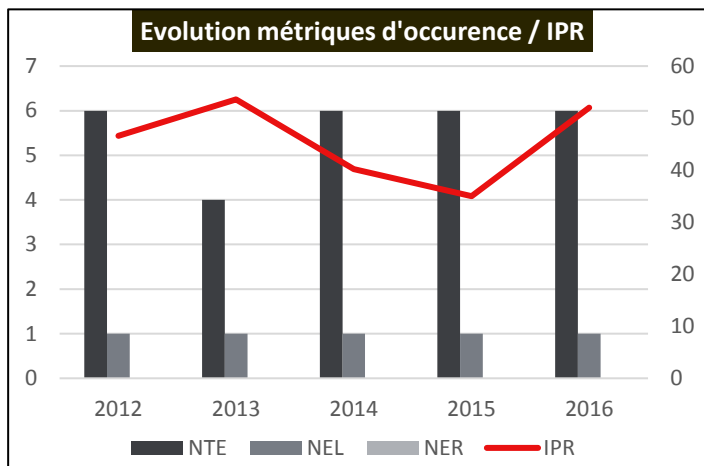


Figure 26 : Evolution des valeurs observées et scores des métriques IPR sur Le Gomphe

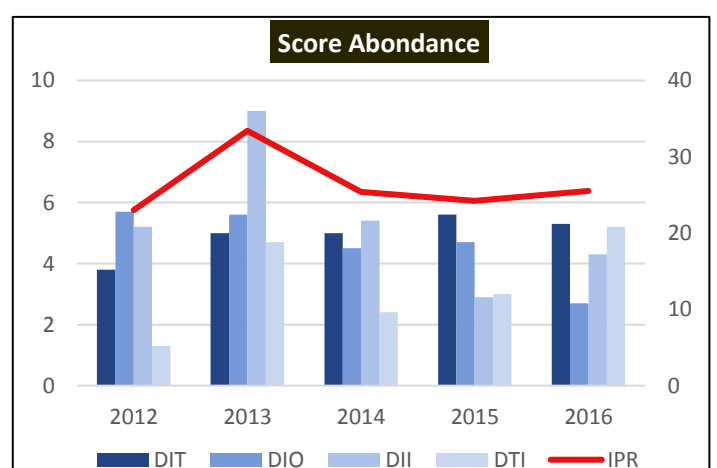
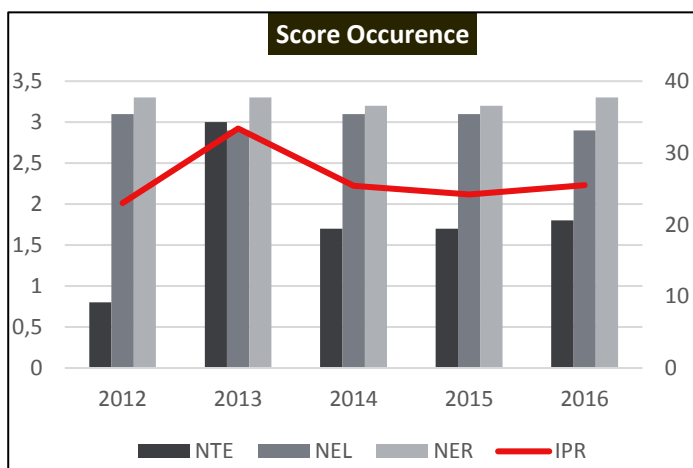
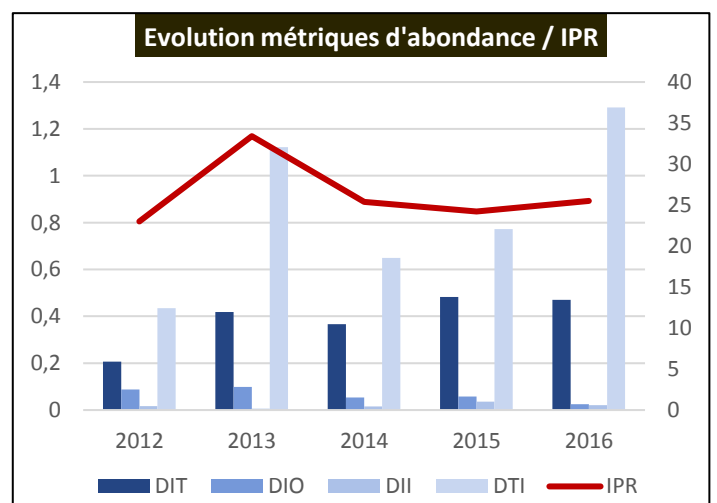
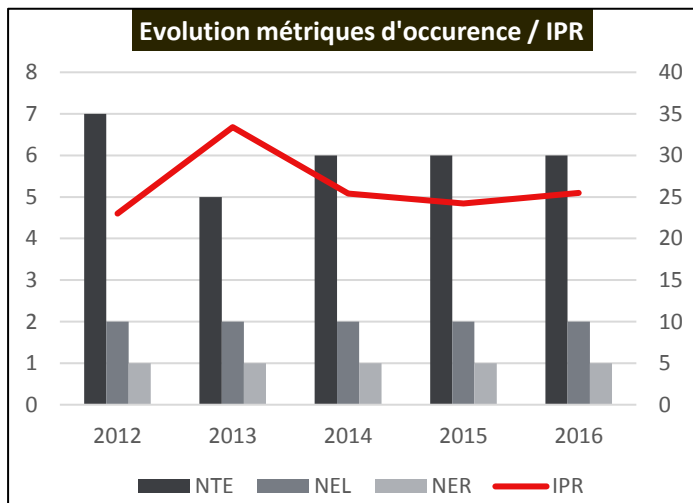


Figure 27 : Evolution des valeurs observées et scores des métriques IPR sur L'anax

2.1.3 Suivi physico-chimique de la qualité des masses d'eau

Les données annuelles concernant la qualité des sédiments et de l'eau sont disponibles à l'Annexe n°16 : Résultats des suivis physico chimiques eau et sédiments.

- **Le Graslin**

L'étude des paramètres physico chimiques dans l'eau et les sédiments ne révèle pas de pollution majeure. En ce qui concerne la qualité de l'eau on constate **un bon état écologique** pour toutes les années de suivis. Les nitrates sont les éléments déclassant puisque tous les autres paramètres correspondent une classe de qualité « Très Bonne ».

En ce qui concerne l'étude des sédiments, on constate **un bon état écologique** sur chaque année du suivi. De 2009 à 2016 aucune altération physico-chimique n'est alors constatée.

- **La Cordulie**

L'étude des paramètres physico-chimiques dans l'eau et les sédiments montre seulement une **altération de la qualité de l'eau par les nitrites et l'ammonium** qui peut être à l'origine de la dégradation de l'IPR entre 2009 et 2012. Hormis cette altération, la **qualité des paramètres physico-chimiques reste bonne à très bonne** et ne montre aucune dégradation significative tant pour l'eau que pour les sédiments.

- **Le Gomphe**

L'étude des paramètres physico-chimiques dans l'eau et les sédiments ne montre pas d'altérations majeures. En ce qui concerne la qualité de l'eau, celle-ci est maintenue à une **bonne classe de qualité** à cause des nitrates. Le taux de saturation en O₂ et l'O₂ dissous s'améliorent au fil du temps.

En ce qui concerne les sédiments on observe **une bonne qualité** de la physico-chimie pour chaque année de suivi.

- **Le L'Anax**

L'étude des paramètres physico-chimiques dans l'eau et les sédiments montre une **altération de la qualité de l'eau par les nitrates** puisque la classe de qualité passe de « Bonne » en 2009 à « Moyenne » en 2012, 2013, 2014, 2015. Cela explique le processus d'eutrophisation constaté avec les traits biologiques. Cet événement est dû au contexte du bassin versant qui est très agricole.

L'état s'améliore en 2016 puisque la quantité de nitrates diminue et revient à une bonne classe de qualité. En ce qui concerne la qualité physico-chimique des sédiments, aucune altération significative n'est observée.

- **L'Agrion**

L'étude des paramètres physico-chimiques dans l'eau et les sédiments du cours d'eau ne **montre pas d'altération particulière** sur la qualité de l'eau. La **qualité reste bonne à très bonne** pour certains paramètres. L'élément le plus déclassant étant ici aussi les nitrates. On constate en parallèle une très légère altération de la qualité du pH aux trois dernières années de suivi.

La qualité physico-chimique des sédiments ne présente aucune altération significative est reste bonne à très bonne pour certain paramètres.

- **La Naïade**

L'étude des paramètres physico-chimiques dans l'eau et les sédiments du cours d'eau montre une **altération de la qualité de l'eau en 2013** pour le Carbone Organique Dissous ce qui explique une classe de qualité Moyenne. Les **autres années sont caractérisées par une bonne classe de qualité pour l'eau**, l'élément le plus déclassant étant les nitrates.

En ce qui concerne la qualité des sédiments on constate **une altération en 2013** due au taux de cadmium ce qui implique que l'on ait une qualité moyenne. Pour **les autres années de suivi la qualité physico-chimique des sédiments reste bonne à très bonne**. Ce taux important de cadmium peut être dû à des rejets du chantier.

Conclusion

L'objectif de cette étude était de déterminer précisément quels ont été les impacts des chantiers de construction d'une infrastructure linéaire sur six cours d'eau de rang 2 sur le bassin versant de la Charente.

L'IBG, et les études physico-chimiques ont démontré pour tous les cours d'eau une bonne voire très bonne qualité de l'eau, la construction de l'infrastructure ne semble pas avoir eu d'impact à ce niveau. On constate de plus que pour la qualité physico-chimique, l'élément déclassant commun à toutes les stations est le nitrate, cela est dû à l'occupation agricole des sols sur le bassin versant.

L'étude du coefficient morpho-dynamique montre globalement que les stations possèdent une bonne diversité d'habitats soit une bonne capacité d'accueil pour la macrofaune. Mais d'après l'IBG il y a une altération des habitats pour cinq des six stations étudiées, on peut alors penser que la construction de l'infrastructure impacte en premier lieu les habitats du cours d'eau.

L'étude des traits biologiques et écologiques indique pour certaines stations des dégradations significatives des milieux, on note des variations pour le degré de trophie relatifs à des processus d'eutrophisation ainsi que pour le cycle vital, le nombre de génération par an, les préférences de courants et micro-habitats des invertébrés, ce qui pourrait indiquer une modification (naturelle ou due au chantier) de l'hydrologie responsable de la dégradation des habitats et des impacts biologiques.

L'Indice Poisson Rivière reste dans la majorité des cas l'élément le plus déclassant pour l'évaluation de l'état écologique global des stations. Ce constat est dû en partie à une modification profonde de la structure du peuplement piscicole des cours d'eau. C'est pourquoi il a pu être observé par exemple, des peuplements très diversifiés pouvant laisser penser à un bon état biologique et qui pourtant correspondent à une situation très éloignée par rapport à celle qui devrait être observée sur le cours d'eau, on assiste alors à des glissements typologiques. Les dégâts que subissent les populations de macro-invertébrés ne semblent pas toujours influencer les populations piscicoles, ce fait indique alors qu'ils n'exploitent pas les habitats de la même manière ou qu'ils n'ont pas les mêmes sensibilités pour une dégradation donnée.

Au vu de la compilation des résultats de cette étude, il semble très probable que les impacts les plus significatifs sont dû à des modifications hydro-morphologiques entraînant l'altération des habitats dans un premier temps, ce qui a ensuite des répercussions sur la biocénose.

Enfin, les résultats des études biologiques et physico-chimiques montrent, au sens de la DCE, une amélioration de l'état écologique global (Annexe n°10 : Etat écologique global retenu pour chaque station d'après la DCE) pour une station (L'Agrion) entre 2009 et 2016, quatre autres stations (Le Graslin, Le Gomphe, L'Anax, La Naïade) ont un état écologique global maintenu dans le temps, et enfin une station (La Cordulie) connaît une dégradation de son état écologique global entre 2009 et 2016.

Bibliographie

AFNOR (2004) Qualité de l'eau. Détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN). Norme Française NF T90-350, 15p.

Aquabio. Site internet : <http://www.aquabio-conseil.fr>

Archaimbault V., Rosebery J et Morin S. 2010. Traits biologiques et écologiques, intérêt et perspectives pour la bio-indication des pollutions toxiques. Revue SET 01,p.46-51.

Belliard J. & Roset N., ONEMA 2006 : L'Indice Poisson Rivière (IPR) Notice de présentation et d'utilisation. 24p.

Berges J. & coll., 2008 : Etude de la qualité des cours d'eau Barberako et Apaleko Erreka sur Arcangues – Pyrénées Atlantique. – UPPA. 57p.

Berteaud P., 2007, Circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007 relative au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons des invertébrés pour la mise en oeuvre du programme de surveillance sur cours d'eau, Bulletin Officiel du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement du Territoire.

Blandin, 1986, Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques, Bull.Ecol., t.17, 4, p.215-307

DREAL Auvergne, 2015 <http://www.perla.developpement-durable.gouv.fr/>

Gavid D., Lateule P., Lepage P., Petit P., 2016. Suivi écologique des cours d'eau Apaleko et Barberako Erreka sur les Réserves Naturelles Régionales Errota Handia et Etang de Chourroumilas.

Larroque C., 2015. Etude d'impact d'une infrastructure linéaire sur des cours d'eau. Analyse de l'incidence des apports de matières fines sur les traits biologiques des populations de macro-invertébrés aquatiques.

ONEMA, 2012, Restauration physique des cours d'eau, Connaissances, 39p.

Pichard C., 2015 : Suivi de la qualité des eaux superficielles et de l'état des cours d'eau, Bassin versant de la Charente – Synthèse des résultats 2015-.

Prygiel J. & Coste M., 2000. Guide Méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomée NF T90-354. 134p.

Siméoni A., 2015 : Diagnostic écologique des milieux aquatiques des Réserves Naturelles Régionales Errota Handia et Etang de Chourroumilas.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. (2006). Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Editions.

VERNEAUX J. & coll., 1982 : Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes – un indice biologique de qualité générale (I.B.G.) – Ann. Sci. Univ. Fr.-Comté, Besançon, 4 (3), 11-21.

Wasson J-G et al., 2006 : Appui scientifique à la mise en œuvre de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau. Typologie des cours d'eau de France métropolitaine.

Wasson J-G., Malavoi J-R., Maridet L., Souchon Y., Paulin L., 1998. Impacts écologiques de la chenalisation des rivières.

Etude de d'impact de la construction d'une infrastructure linéaire sur la qualité des cours d'eau.

Résumé :

Les constructions d'infrastructures linéaires (autoroutes, voies de chemin de fer...) sont la conséquence de dégâts écologiques considérables sur les divers biotopes qu'elles traversent. C'est pourquoi des mesures sont prises au niveau national afin d'accompagner chaque étape de la construction de ces infrastructures pour éviter, réduire puis compenser les différents impacts.

En ce qui concerne les milieux aquatiques, la Directive Cadre sur l'Eau impose à chaque pays Européen de mettre en œuvre de nombreuses mesures afin d'arriver à un objectif commun : l'atteinte du bon état écologique de toutes les masses d'eau. Cet objectif demande alors un suivi continu de la qualité écologique des masses d'eau.

C'est précisément dans ce contexte qu'ont été définies au niveau national, des méthodes de diagnostic de la qualité des eaux en se basant sur des paramètres physico-chimiques, hydro-morphologiques et bio-indicateurs et ceux sont ces différents outils qui ont été utilisés afin de déterminer l'impact d'une infrastructure linéaire sur des cours d'eau.

L'étude a pu montrer que l'impact principal était dû à l'altération des structures hydro-morphologiques impliquant une dégradation des habitats. Par conséquence il a pu être constaté un phénomène de glissement typologique sur les populations piscicoles et de macro-invertébrés. Les analyses physico-chimiques et biologiques indiquent une bonne qualité de l'eau et des sédiments, leur qualité n'est donc pas altérée par la construction de l'infrastructure linéaire.

Mots clés : Macro-invertébrés, étude d'impact, bio-indication, indices biologiques, diagnostic écologique, IBG DCE, IPR, infrastructure linéaire

ANNEXES

- Annexe n°1 : Activités réalisées au sein de l'entreprise Aquabio

Durant mon stage de 16 semaines j'ai participé aux diverses activités professionnelles de l'entreprise. J'ai pu entre autres participer à toutes les pêches électriques, aux postes de scribe, à l'épuisette, à la biométrie et aux relevés des différentes métriques physiques des cours d'eau. J'ai réalisé ces activités pour toutes les stations étudiées dans ce rapport ainsi que pour de nombreuses autres concernées par l'étude d'impact.

J'ai également effectué les relevés physico-chimiques pour toutes ces stations et participé à de nombreux échantillonnages de macro-invertébrés. Les activités de terrain ont représentées un volume horaire de 150 heures.

J'ai ensuite pu réaliser une étude en laboratoire sur le tri et la détermination de la macro-faune prélevée sur l'une des stations étudiée dans ce rapport ainsi que sur une autre étude. La pratique en laboratoire a représenté un volume horaire de 77h.

Enfin, la dernière partie de mon rapport était réservée à la rédaction du rapport ainsi qu'à l'organisation et au traitement des données.

- Annexe n°2 : Tableau de détermination de la valeur de la note IBGN (AFNOR, 1992)

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	Σt	>	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
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae 1) Hydropsychidae Ephemerellidae 1) Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae 1) Caenidae 1) Elmidae 1) Gammaridae 1) Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae 1) Asellidae 1) Achètes Oligochètes 1)	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 n°3 : Tableau des taxons utilisés dans la détermination de la note Equivalent IBG / IBGN.

INSECTES	HÉTÉROPTÈRES	Rhagionidae	MOLLUSQUES
PLÉCOPTÈRES	Pléidae	Scatophagidae	BIVALVES
<u>Capniidae</u>	Aphelocheiridae	Sciomyzidae	Corbiculidae
<u>Chloroperlidae</u>	Corixidae	Simuliidae	Dreissenidae
<u>Leuctridae</u>	Gerridae	Stratiomyidae	Sphaeriidae
<u>Nemouridae</u>	Hebridae	Syrphidae	Unionidae
<u>Perlidae</u>	Hydrometridae	Tabanidae	
<u>Periodidae</u>	Naucoridae	Thaumaleidae	
<u>Taeniopterygidae</u>	Nepidae	Tipulidae	GASTÉROPODES
	Notonectidae		Ancylidae
	Mesoveliidae	ODONATES	Bithynidae
TRICHOPTÈRES	Veliidae	Aeschnidae	Bythinellidae
<u>Beraeidae</u>		Calopterygidae	Hydrobiidae
<u>Brachycentridae</u>	COLÉOPTÈRES	Coenagrionidae	Limnaeidae
<u>Ecnomidae</u>	Curculionidae	Cordulegasteridae	Neritidae
<u>Glossosomatidae</u>	Donaciidae	Corduliidae	Physidae
<u>Goeridae</u>	Dryopidae	Gomphidae	Planorbidae
<u>Helicopsychidae</u>	Dytiscidae	Lestidae	Valvatidae
<u>Hydropsychidae</u>	Eubriidae	Libellulidae	Viviparidae
<u>Hydroptilidae</u>	Elmidae	Platynemididae	
<u>Lepidostomatidae</u>	Gyrinidae	MÉGALOPTÈRES	VERS
<u>Leptoceridae</u>	Haliplidae	Sialidae	<u>ACHÈTES</u>
<u>Limnophilidae</u>	Helodidae		Erpobdellidae
<u>Molannidae</u>	Helophoridae	PLANIPENNES	Glossiphoniidae
<u>Odontoceridae</u>	Hydraenidae	Osmylidae	Hirudidae
<u>Philopotamidae</u>	Hydrochidae	Sysiridae	Piscicolidae
<u>Phryganeidae</u>	Hydrophilidae		
<u>Polycentropodidae</u>	Hydroscaphidae	HYMÉNOPTÈRES	TRICLADES
<u>Psychomyidae</u>	Hygrobiiidae		Dendrocoelidae
<u>Rhyacophilidae</u>	Limnebiidae	LÉPIDOPTÈRES	Dugesidae
<u>Sericostomatidae</u>	Spercheidae	Pyalidae	Planariidae
<u>Thremmatidae</u>			
ÉPHÉMÉROPTÈRES	DIPTÈRES	CRUSTACÉS	OLIGOCHÈTES
<u>Baetidae</u>	Anthomyidae	BRANCHIOPODES	NEMATHELMINTES
<u>Caenidae</u>	Athericidae		
<u>Ephemerellidae</u>	Blephariceridae	AMPHIPODES	HYDRACARIENS
<u>Ephemeridae</u>	Ceratopogonidae	<u>Gammaridae</u>	HYDROZOAIRE
<u>Heptageniidae</u>	Chaoboridae		SPONGIAIRES
<u>Leptophlebiidae</u>	Chironomidae	ISOPODES	BRYOZOAIRE
<u>Oligoneuriidae</u>	Culicidae	<u>Asellidae</u>	NEMERTIENS
<u>Polymitarcidae</u>	Dixidae		
<u>Potamanthidae</u>	Dolichopodidae	DÉCAPODES	
<u>Prosopistomatidae</u>	Empididae	Astacidae	
<u>Siphonuridae</u>	Ephydriidae	Atyidae	
	Limoniidae	Grapsidae	
	Psychodidae	Cambaridae	
	Ptychopteridae		

- Annexe n°4 : Tableau d'échantillonnage des macro-invertébrés.

		P / M / D (D1, D2, D3)	% recouvrement	Phases de prélèvement					Vitesse superficielle V (cm/s)							
				Phase A Marg.	Phase B		Phase C		V>75 (N6)		75>V>25 (N5)		25>V>5 (N3)		V<5 (N1)	
					Dom. Habi.		Dom. repr.									
					[A-D]	[E-H]	Reste	[I-L]								
11	Bryophytes S1															
10	Sperm. immergés (hydrophytes) S2															
9	Débris organiques grossiers (litière) S3															
8	Racines (S5) ou branchages (S4)															
7	Pierre (S7), galets (S8) (250mm >Ø>25mm) S24															
6	Blocs (> 250mm) S30															
5	Granulats grossiers 25mm>Ø>2,5mm (graviers) S9															
4	Sperm. émergents de la strate basse (hélophytes) S10															
3	Vases (Ø<0,1mm) S11															
2	Sables (S12) ou Limons (S13)															
1	Algues S18															
0	Surfaces dures nat. ou artif. Roches S14, dalles S15, Sols S16, parois S17, marnes et argiles S19															

- Annexe n°5 : Fiche échantillonnage de poissons à l'électricité



ECHANTILLONNAGE POISSONS A L'ELECTRICITE
(AFNOR T90-367 T90-358 T90-383)

F-0730
Version 7
28/04/2014

N°IPR/PER :		Code station:				Cours d'eau:					
Date :		Heure début :				Heure fin :					
Coord. amont X :		Y : E O		Coord. aval X :		Y : E O					
RENSEIGNEMENTS SUR L'INVENTAIRE											
Équipe de pêche Habilitation en cours: (H)/Tuteur: (T)	A1	E1.1	E1.2	E1.3	S1.1	S1.2	B1.1	B1.2	Sb1.1	Sb1.2	
	A2	E2.1	E2.2	E2.3	S2.1	S2.2	B2.1	B2.2	Sb2.1	Sb2.2	
	A3	E3.1	E3.2	E3.3	S3.1	S3.2	B3.1	B3.2	Sb3.1	Sb3.2	
	Responsable pêche :			Mesure station:			Pilotage bateau:				
Objectif de l'inventaire:		0- Non renseigné 1- Etude 2- Sauvetage 3- DCE 4- Autres:									
Mode de prospection:		0- Non renseigné 1- A pied 2- En bateau 3- Mixte									
Méthode de prospection:		0- Non renseigné 1- Complète 2- Ambiances 3-EPA 4-Par points 6-Autre:									
Matériel:	Type	Appareil				Perche			Balance		
	MAT										
	Ø Anode: ☐ 35 ☐ 50	Contrôle épulsantes ☐	IPO	Intensité (A): Tension (V):		HERON	Intensité (A): Puissance (kVA):		MARTIN PRO-COL	Puissance (%) : Tension ¹ (V) :	
Mesure in-situ:		Conductivité : µS/cm		PH :		T air : °C		T eau : °C		O2 : mg/L	%
Nombre de passages: _____		Temps de Pêche (min): Passage 1 Passage 2 Passage 3									
Isolement amont: ____ / aval: ____		0- Non renseigné 1- Pas d'isolement 2- Seuil partiellement franchissable 3-Obstacle infranchissable 4- Filet 5- Barrage électrique 6- Autre									
QUALITE DE L'HABITAT											
Trou, Fosse:		Sous-berge:		Emblée, souche:		Racines:					
Algues filamenteuses:		Bryophytes:		Phanéro immergées:		Phanéro feuilles flottantes :		Hélophytes:			
Légende : 0- Non renseigné 1- Nul 2- Faible 3- Moyen 4-Important 5- Indéterminées											
Nature colmatage:		0- Inconnu 1- Pas de colmatage 2- Sables 3-Vase 4-Sédiments fins 5- Formation biologique 6- Débris végétaux grossiers 7-Litières 8-Dépôts incrustants									
Intensité colmatage:		0- Absence 1- Très léger 2- Léger 3-Moyen 4-Important 5- Complet									
CARACTERISTIQUES SITE											
Longueur (m)	Faciès	Largeur (m)	Prof moy (cm)	Longueur (m)	Faciès	Largeur (m)	Prof moy (cm)				
Longueur totale (m):											
RENSEIGNEMENTS HALIEUTIQUES											
Exercice du droit de pêche		0- Non renseigné 1- AAPPMA 2- Privée 4- Réservé 3-Autres									
Fréquentation par les pêcheurs		0- Non renseigné 1- Nulle 2- Faible 3- Moyenne 4-Forte 5-Parcours no kill									
Repeuplement sur la station		0- Non renseigné 1- Oui 2- Non Espèces: Stade 1-Alevins 2-Juvén les 3-Adultes									
PHOTOGRAPHIES RELATIVES A L'INVENTAIRE											
Número	Description	Número	Description								
CONTROLES				REMARQUES							
Fiche remplie :		☐ Oui ☐ Non		Inventaire: ☐ Facile ☐ Moyen ☐ Difficile							
Dérogation:		☐ Oui ² ☐ Non		Remarques relatives au prélèvement :							
Conformité :		☐ Oui ☐ Non ²									
Signature du responsable de prélèvement											
				Extérieurs: ☐ Onema ☐ Asso.Pêche ☐ FD ☐ Riverain ☐ Autre:							
Fiche contrôlée par :		le :		Fiche saisie par :		le :					

- Annexe n°6 : Fiche Biométrie Poissons



BIOMETRIE POISSONS (AFNOR T90-367 T90-358 T90-383)

F-0731
Version 5
30/04/2012

N°IPR/PER:

Cours d'eau:

Passage ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3

Points: ☐ Représentatifs ☐ Complémentaires

Page /

Espèce				Espèce				Espèce				Espèce				Espèce			
Longueur (mm)	Poids (g)	lot et effectif	Observation	Longueur (mm)	Poids (g)	lot et effectif	Observation	Longueur (mm)	Poids (g)	lot et effectif	Observation	Longueur (mm)	Poids (g)	lot et effectif	Observation	Longueur (mm)	Poids (g)	lot et effectif	Observation
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			

Contrôle retour terrain par le Saisie par le

- Annexe n°7 : Fiche de prélèvements diatomées



FICHE DE PRELEVEMENTS IBD

Norme NF T90-354

F-0706

Version 8
14/04/14

N° Essai :	N° national :	Nom station :
Date :	Heure de début :	Heure de fin :
Préleveur (ajouter si habilitation en cours) :	Scribe / Tuteur :	
Coordonnées de la zone de prélèvement 1:	X :	Y : E O
Coordonnées de la zone de prélèvement 2:	X :	Y : E O

Description de la zone de prélèvement (si différents, indiquer 1 ou 2)	
Vitesse du courant cm/s	☐ V<5 ☐ 25>V>5 ☐ 75>V>25 ☐ 150>V>75 ☐ V>150
Ensoleillement	☐ Couvert ☐ Assez couvert ☐ Assez dégagé ☐ Dégagé
Facès d'écoulement	☐ Chenal lotique ☐ Chenal lentique ☐ Zone de bordure ☐ Eau morte ☐ Plat lentique ☐ Mouille ☐ Plat courant ☐ Radier ☐ Rapide ☐ Autres.....
% recouvrement macrophytes	☐ Absent ☐ <1% ☐ 1-10% ☐ 10-25% ☐ 25-75% ☐ >75%
Situation dans le chenal	☐ Centre du chenal ☐ Berge ☐ Autre.....

Description du prélèvement			
Supports utilisés pour le prélèvement ⁽¹⁾	☐ Pierre-galets (64-256mm) ☐ Bloc (>256mm) ☐ Cailloux (16-64mm)		
	☐ Substrats durs non naturels (type:.....)		
	☐ Macrophytes immergés (.....) ☐ Macrophytes émergents (.....)		
	☐ Macro-algues (.....) ☐ Substrats artificiels		
Nombre de supports échantillonnés ⁽²⁾		Hauteur d'eau (cm)	
Surface échantillonnée >100 cm ² ⁽³⁾	☐ Oui ☐ Non		
Intensité du colmatage du substrat	☐ Absente ☐ Très légère ☐ Légère ☐ Moyenne ☐ Importante ☐ Complète		
Nature du colmatage Si plusieurs colmatage numéroté de 1 à X par ordre d'importance.	☐ Pas de colmatage ☐ Sables (....) ☐ Vases (....) ☐ Sédiments fins (....) ☐ Dépôts incrustants (....) ☐ Débris végétaux grossiers (....) ☐ Litières (....) ☐ Formations biologiques (....)		
Outil utilisé	☐ Brosse à dent ☐ Racloir avec un long manche ☐ Couteau ☐ Scalpel ☐ Autres :		
État de l'outil de prélèvement	☐ Neuf ☐ Usagé propre ☐ Usagé ☐ Autre :		
Mesures in situ / sur site	Température air :°C	Conductivité 25°C : µS/cm	PH : u pH
	Température eau :°C	Saturation O2 : %	O2 dissous : mg/l
Si le prélèvement est effectué sur un/des substrat(s) artificiel(s)	Date de dépôt :		
	Date de récolte :		
	Type :	☐ Tuile rugueuse ☐ Corde ☐ Autre :	
	Mode de fixation :	☐ Racine ☐ Pile de pont ☐ Autre :	
	Localisation :	☐ Rive droite ☐ Rive gauche	
Coordonnées GPS : X :	Y : E O		
Coordonnées GPS : X :	Y : E O		

⁽¹⁾ Le prélèvement ne doit être effectué que sur un seul type de support + privilégier les supports dans l'ordre du tableau

⁽²⁾ Un minimum de 5 pierres galets, 5 petits blocs ou 10 cailloux sur une surface minimal de 100 cm² doivent être prélevés

CONTROLES		REMARQUES RELATIVES AU PRELEVEMENT	
Nombre de piluliers / tubes	/	Prélèvements :	Facile
Conformité :	Oui Non ⁽⁴⁾	Difficile	
Dérogation :	Oui ⁽⁴⁾ Non	Remarques relatives au prélèvement :	
Signature du responsable de prélèvement			

⁽⁴⁾ Justifier en remarque

Fiche contrôlée par :	le :	Fiche saisie par :	le :
-----------------------	------	--------------------	------

- Annexe n°8 : Valeurs observées et théoriques utilisées pour la construction de l'IPR

Le Graslin :

	Métriques d'occurrence				
	2012	2013	2014	2015	2016
NTE	14	13	8	9	11
NEL	3	3	2	3	4
NER	3	3	1	3	3

	Métriques d'abondance				
	2012	2013	2014	2015	2016
DIT	2,9	3,2	2,4	1	3,3
DIO	6,7	7,2	4,4	2,5	6,4
DII	2,4	1,1	2	2,7	1,9
DTI	0,6	0,5	0	0,1	3,4

	Score des Métriques d'occurrence				
	2012	2013	2014	2015	2016
TE	7,1	5,8	0,2	0,5	2,5
NEL	1	1	2,4	1	0,3
NER	0,3	0,2	2,6	0,3	0,3

	Score Métriques d'abondance				
	2012	2013	2014	2015	2016
DIT	0,1483	0,1537	0,1042	0,0247	0,1839
DIO	0,151	0,1596	0,0583	0,0202	0,1299
DII	0,00328	0,0739	0,0422	0,0292	0,0441
DTI	0,3229	0,3016	0,2357	0,2213	0,8645

La Cordulie :

	Métriques d'occurrence				
	2012	2013	2014	2015	2016
NTE	11	7	9	10	9
NEL	1	1	1	1	1
NER	0	0	0	1	0

	Métriques d'abondance				
	2012	2013	2014	2015	2016
DIT	0,2772	0,0792	0,0672	0,0299	0,1792
DIO	0,2842	0,0792	0,0661	0,0309	0,1792
DII	0,0804	0,0396	0,0331	0,0021	0,0693
DTI	0,3867	0,1236	0,1088	0,0373	0,3008

	Score des Métriques d'occurrence				
	2012	2013	2014	2015	2016
NTE	4,5	0,1	2,1	2,5	1,56
NEL	4,4	4,3	4,3	4,5	4,44
NER	5,2	5,2	5,2	2,3	5,17

	Score Métriques d'abondance				
	2012	2013	2014	2015	2016
DIT	5,2	3	2,8	1,5	4,17
DIO	10,3	6,4	5,9	3,8	8,57
DII	1	1,9	2,3	11,5	1,13
DTI	1,2	0,9	1,2	5,1	0,66

Le Gomphe :

		Métriques d'occurrence				
		2012	2013	2014	2015	2016
NTE		6	4	6	6	6
NEL		1	1	1	1	1
NER		0	0	0	0	0

		Métriques d'abondance				
		2012	2013	2014	2015	2016
DIT		0,5588	0,0997	0,1069	0,0871	0,5972
DIO		0,1798	0,0757	0,2139	0,0803	0,2969
DII		0,003	0	0,0056	0,0079	0,0023
DTI		0,8055	0,1754	0,3591	0,1911	0,9771

		Score des Métriques d'occurrence				
		2012	2013	2014	2015	2016
NTE		0,3	2,6	0,2	0,2	0,2
NEL		6,7	7	6,9	6,9	6,9
NER		7,9	8,2	8,2	8,2	8,2

		Score Métriques d'abondance				
		2012	2013	2014	2015	2016
DIT		6,6	3,2	3,3	3	7,1
DIO		8,9	6,6	10	6,8	11,2
DII		13,2	25,4	11	9,4	14,9
DTI		2,9	0,7	0,6	0,5	3,5

L'Anax :

		Métriques d'occurrence				
		2012	2013	2014	2015	2016
NTE		7	5	6	6	6
NEL		2	2	2	2	2
NER		1	1	1	1	1

		Métriques d'abondance				
		2012	2013	2014	2015	2016
DIT		0,2065	0,4189	0,3662	0,4825	0,4709
DIO		0,0881	0,0988	0,0538	0,0573	0,0249
DII		0,0164	0,0051	0,0152	0,0365	0,0205
DTI		0,4344	1,1222	0,6493	0,7724	1,2913

		Score des Métriques d'occurrence				
		2012	2013	2014	2015	2016
NTE		0,8	3	1,7	1,7	1,8
NEL		3,1	2,9	3,1	3,1	2,9
NER		3,3	3,3	3,2	3,2	3,3

		Score Métriques d'abondance				
		2012	2013	2014	2015	2016
DIT		3,8	5	5	5,6	5,3
DIO		5,7	5,6	4,5	4,7	2,7
DII		5,2	9	5,4	2,9	4,3
DTI		1,3	4,7	2,4	3	5,2

L'Agrion :

Métriques d'occurrence					
	2012	2013	2014	2015	2016
NTE	-	-	-	-	7
NEL	-	-	-	-	0
NER	-	-	-	-	0

Métriques d'abondance					
	2012	2013	2014	2015	2016
DIT					0,2217
DIO					0,2153
DII					0,1754
DTI					0,4083

Score des Métriques d'occurrence					
	2012	2013	2014	2015	2016
NTE	-	-	-	-	0,1
NEL	-	-	-	-	9,1
NER	-	-	-	-	5,9

Score Métriques d'abondance					
	2012	2013	2014	2015	2016
DIT	-	-	-	-	4,7
DIO	-	-	-	-	9,6
DII	-	-	-	-	0,4
DTI	-	-	-	-	1,3

La Naïade :

Métriques d'occurrence					
	2012	2013	2014	2015	2016
NTE	-	-	-	-	7
NEL	-	-	-	-	0
NER	-	-	-	-	0

Métriques d'abondance					
	2012	2013	2014	2015	2016
DIT	-	-	-	-	0,2217
DIO	-	-	-	-	0,2153
DII	-	-	-	-	0,1754
DTI	-	-	-	-	0,4083

Score des Métriques d'occurrence					
	2012	2013	2014	2015	2016
NTE	-	-	-	-	0,1
NEL	-	-	-	-	9,1
NER	-	-	-	-	5,9

Score Métriques d'abondance					
	2012	2013	2014	2015	2016
DIT	-	-	-	-	4,7
DIO	-	-	-	-	9,6
DII	-	-	-	-	0,4
DTI	-	-	-	-	1,3

- Annexe n°9 : Etat biologique pour chaque station d'après l'IPR

Le Graslin :

IPR	19,39	21	18,9	14	8	18
Classe de qualité	MOYENNE	MOYENNE	MOYENNE	BONNE	BONNE	MOYENNE

La Cordulie :

IPR	19,93	31,7	21,8	23,7	31,1	25,7
Classe de qualité	MOYENNE	MEDIOCRE	MOYENNE	MOYENNE	MEDIOCRE	MEDIOCRE

Le Gomphe :

IPR	41,4	46,6	53,6	40,2	35	52
Classe de qualité	MAUVAISE	MAUVAISE	MAUVAISE	MAUVAISE	MEDIOCRE	MAUVAISE

L'Anax :

IPR	-	23	33,4	25,4	24,2	25,5
Classe de qualité	-	MOYENNE	MEDIOCRE	MEDIOCRE	MOYENNE	MEDIOCRE

L'Agrion :

IPR	40,58	Annulé	Annulé	Annulé	Annulé	31
Classe de qualité	MAUVAISE	-	-	-	-	MEDIOCRE

La Naïade :

IPR	-	42,4	Pas poissons	41,9	Pas poissons	Pas poissons
Classe de qualité	-	MAUVAISE	-	MAUVAISE	-	-

- Annexe n°10 : Etat écologique global retenu pour chaque station d'après la DCE

Le Graslin :

Etat Biologique retenu	MOYEN	MOYEN	MOYEN	BON	BON	MOYEN
-------------------------------	--------------	--------------	--------------	------------	------------	--------------

La Cordulie :

Etat Biologique retenu	MOYEN	MEDIOCRE	MOYEN	MOYEN	MEDIOCRE	MEDIOCRE
-------------------------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	-----------------	-----------------

Le Gomphe :

Etat Biologique retenu	MAUVAIS	MAUVAIS	MAUVAIS	MAUVAIS	MEDIOCRE	MAUVAIS
-------------------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------

L'Anax :

Etat Biologique retenu	-	MEDIOCRE	MEDIOCRE	MEDIOCRE	MOYEN	MEDIOCRE
-------------------------------	---	-----------------	-----------------	-----------------	--------------	-----------------

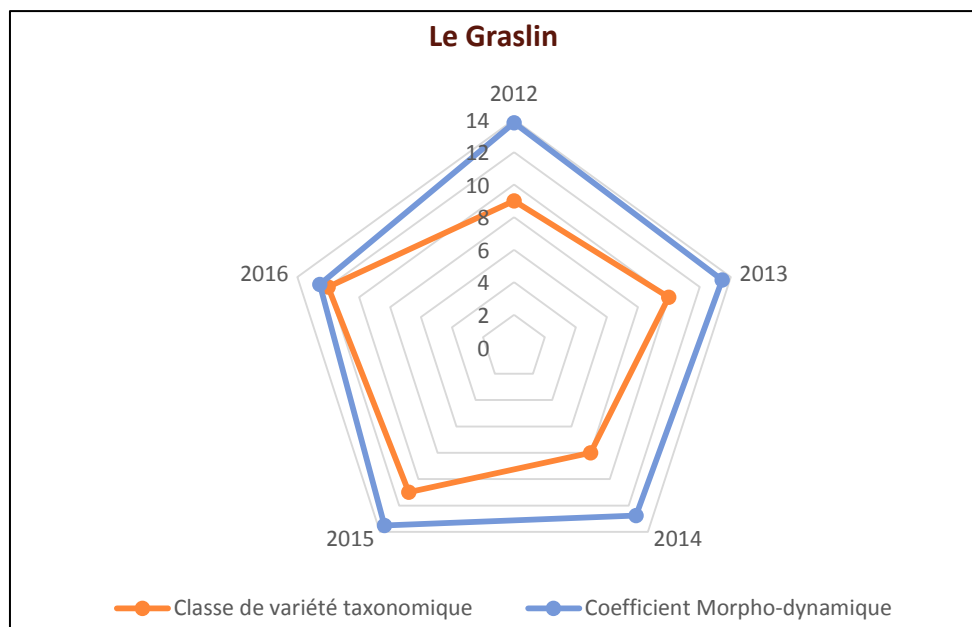
L'Agrion :

Etat Biologique retenu	MAUVAIS	-	-	-	-	MEDIOCRE
-------------------------------	----------------	---	---	---	---	-----------------

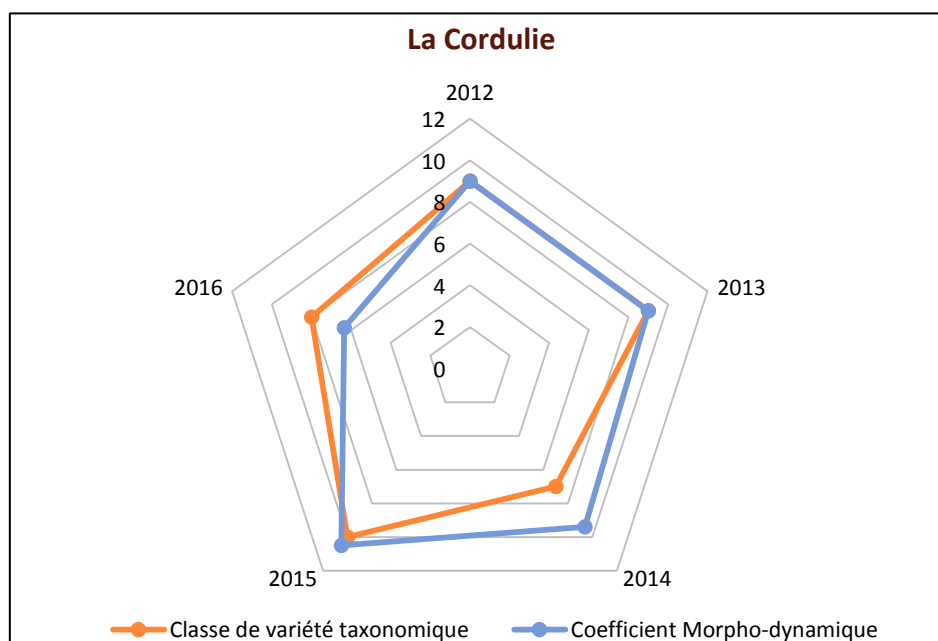
La Naiade :

Etat Biologique retenu	-	MAUVAIS	-	MAUVAIS	-	-
-------------------------------	---	----------------	---	----------------	---	---

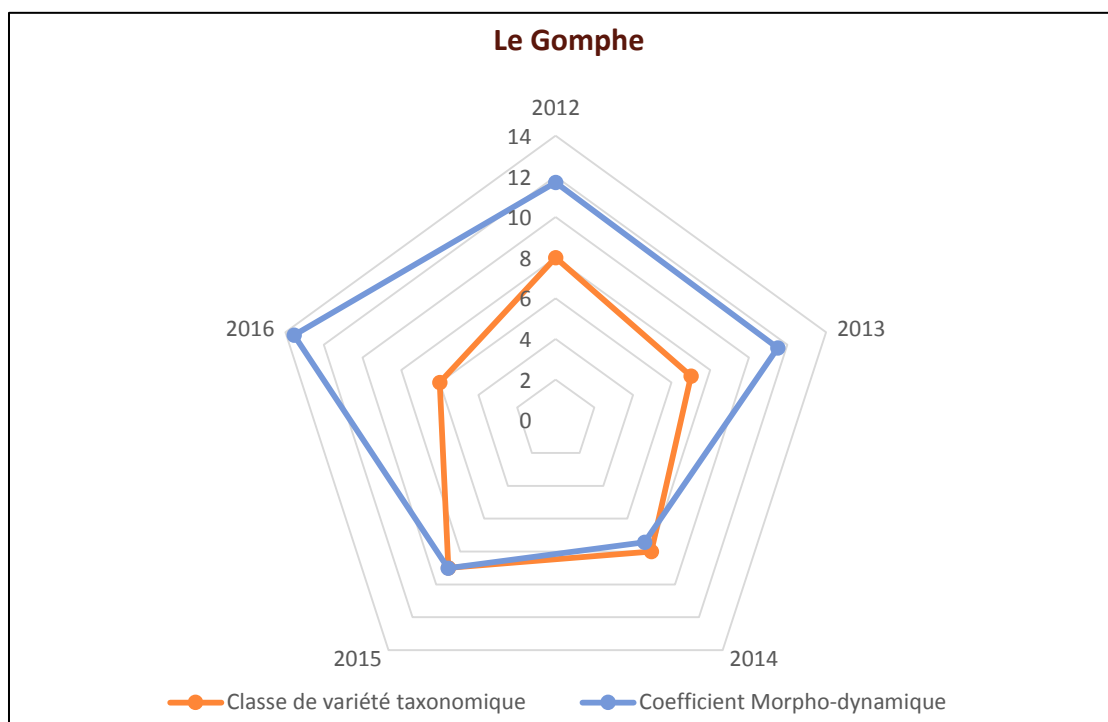
- Annexe n°11 : Graphique de comparaison entre le Coefficient Morpho-dynamique et la Variété Taxonomique pour chaque station d'étude.



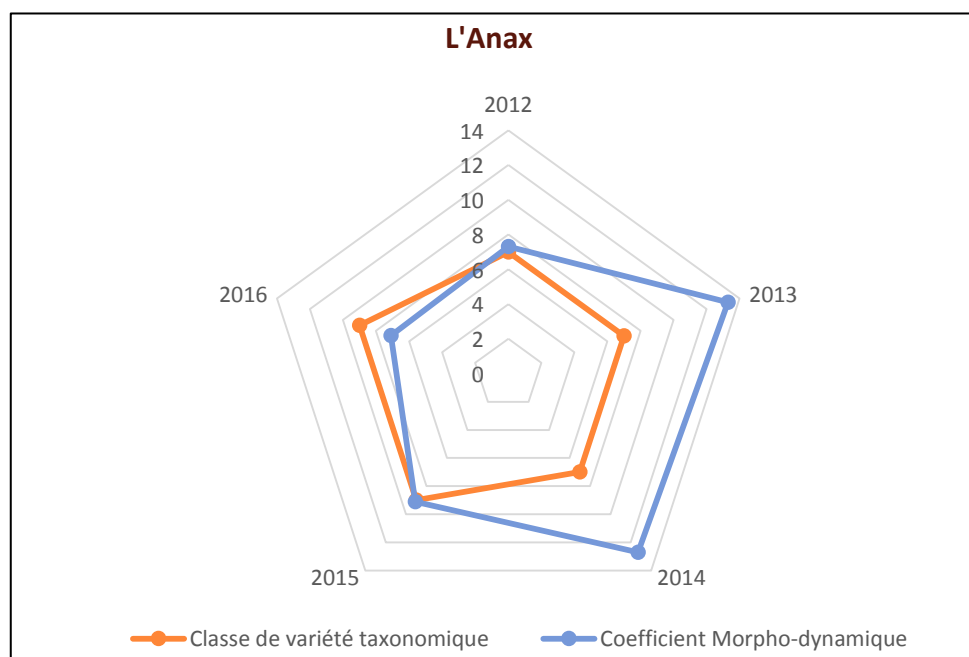
	2012	2013	2014	2015	2016
Classe de variété taxonomique	9	10	8	11	12
Coefficient Morpho-dynamique	13,8	13,44	12,76	13,53	12,54



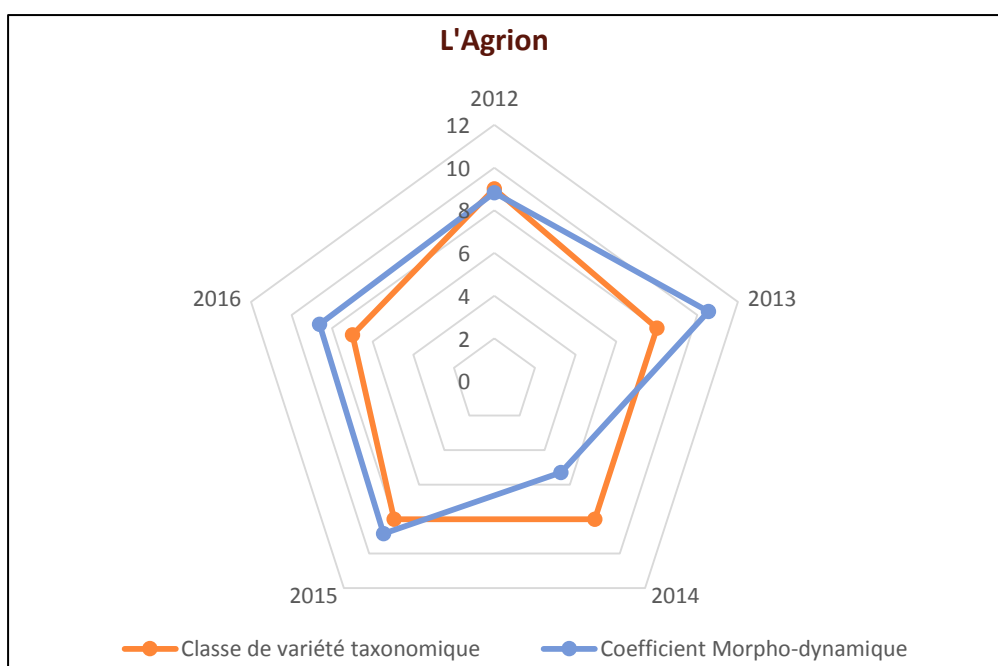
	2012	2013	2014	2015	2016
Classe de variété taxonomique	9	9	7	10	8
Coefficient Morpho-dynamique	9	9	9,4	10,5	6,35



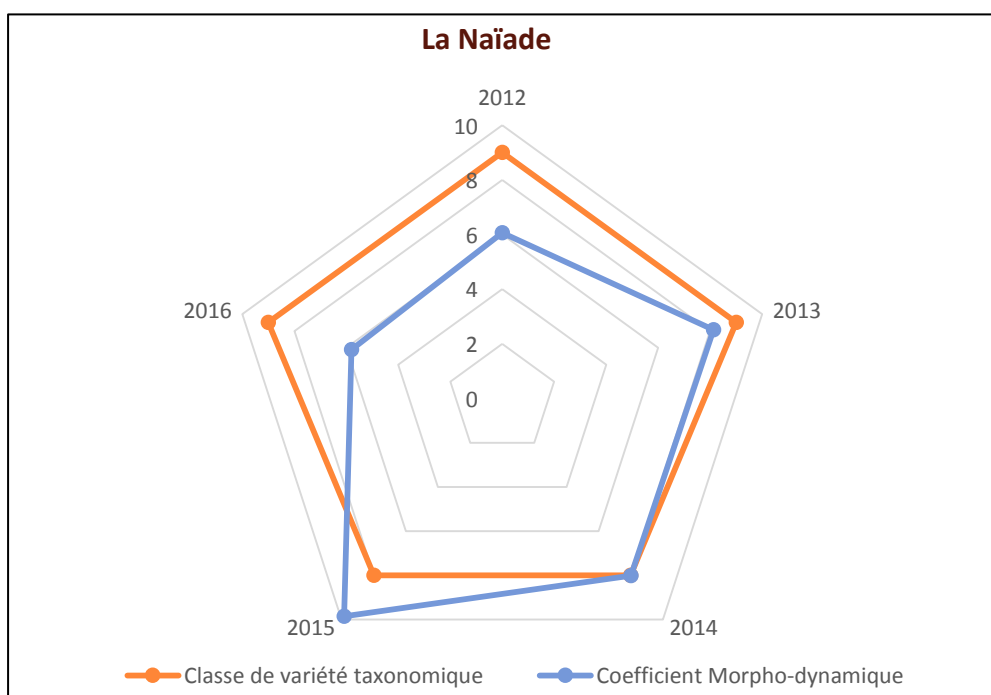
	2012	2013	2014	2015	2016
Classe de variété taxonomique	8	7	8	9	6
Coefficient Morpho-dynamique	11,7	11,5	7,44	9.01	13,54



	2012	2013	2014	2015	2016
Classe de variété taxonomique	7	7	7	9	9
Coefficient Morpho-dynamique	7,3	13,3	12,7	9,1	7,1



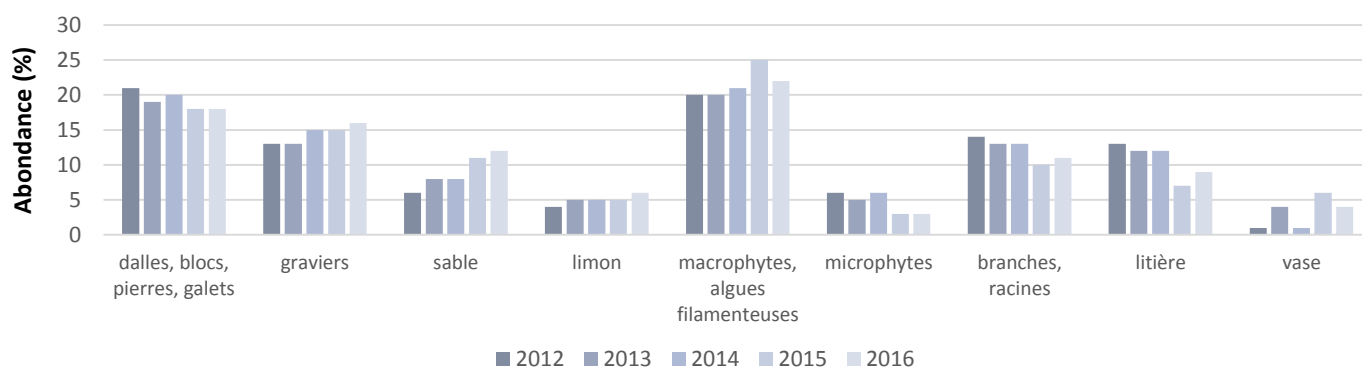
	2012	2013	2014	2015	2016
Classe de variété taxonomique	9	8	8	8	7
Coefficient Morpho-dynamique	8,83	10,54	5,3	8,84	8,62



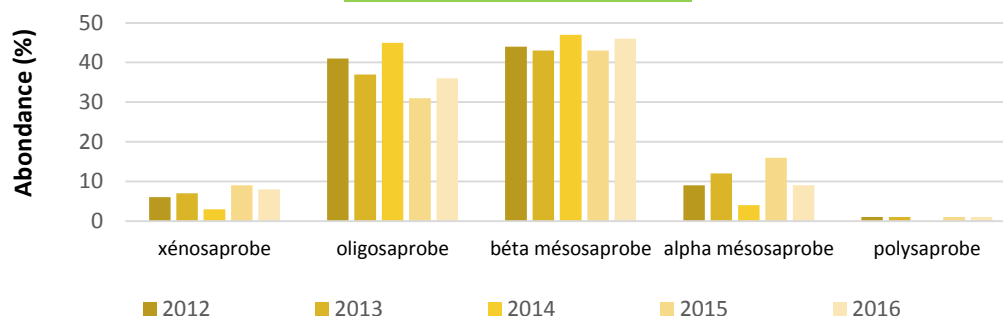
	2012	2013	2014	2015	2016
Classe de variété taxonomique	9	9	8	8	9
Coefficient Morpho-dynamique	6,06	8,13	8,02	9,85	5,8

- Annexe n°12 : Traits biologiques et écologiques : Micro-habitats et Préférences Courant des six stations étudiées.

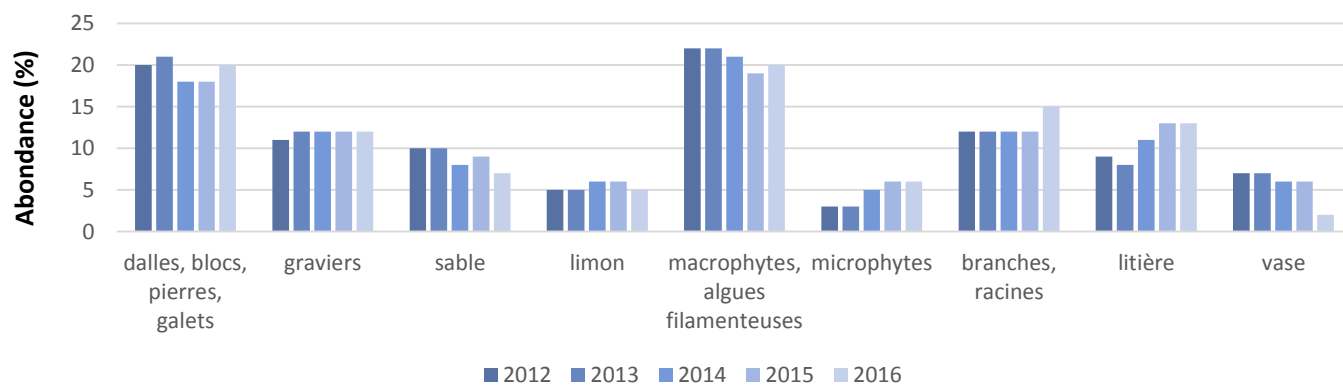
Microhabitats Le Graslin



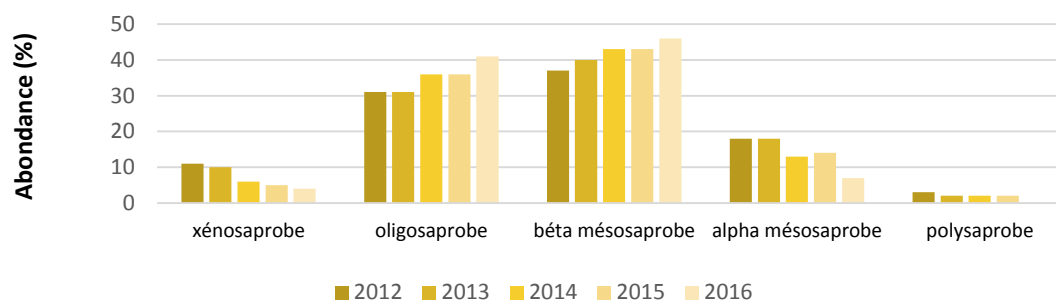
Valeur saprobiale Le Graslin



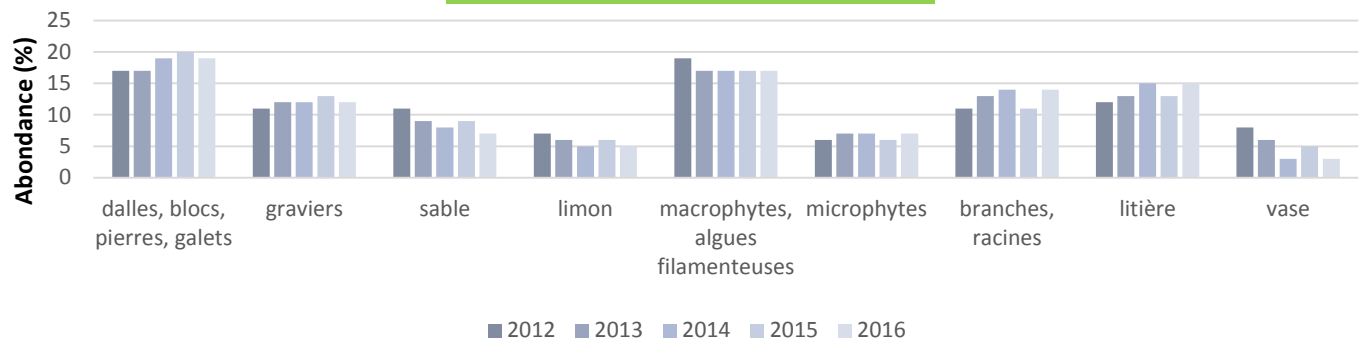
Microhabitats La Cordulie



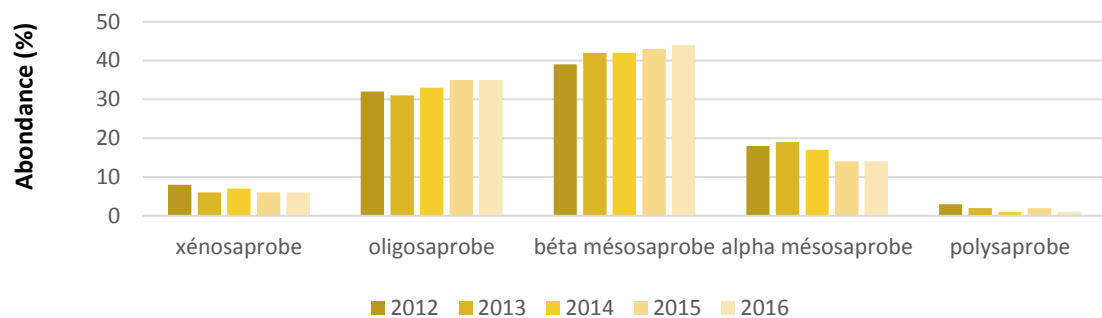
Valeur saprobiale La Cordulie



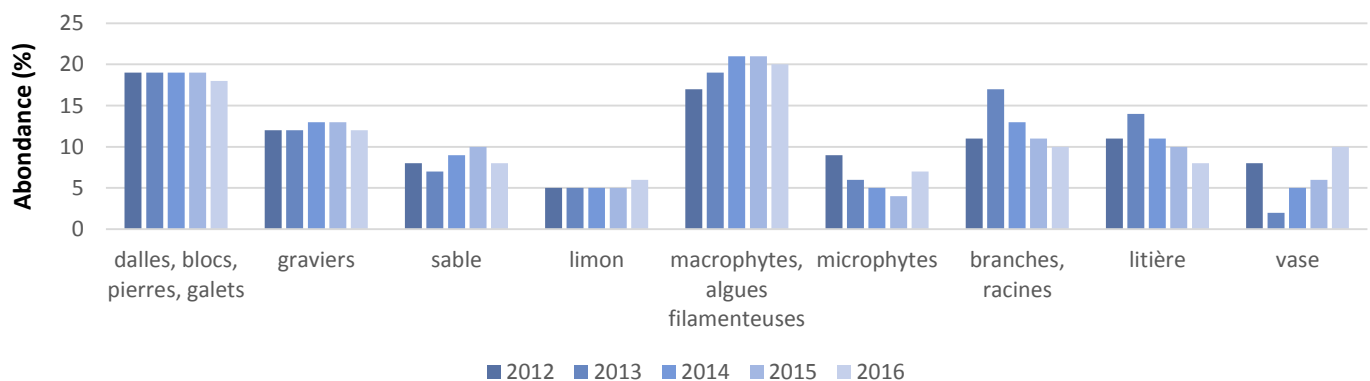
Préférendum microhabitats Le Gomphe



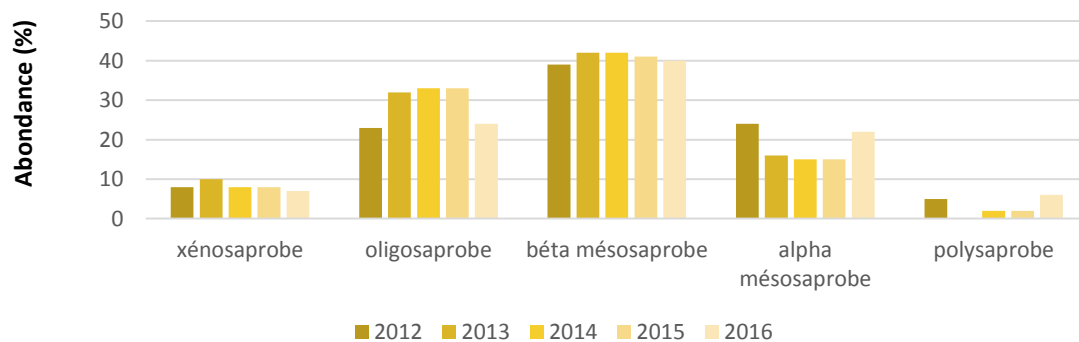
Valeur Saprobiale Le Gomphe



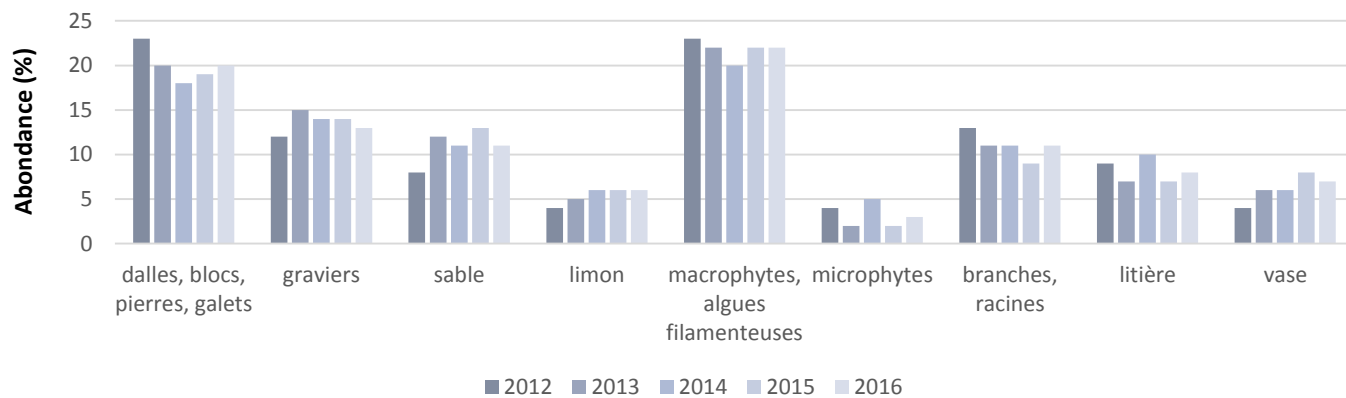
Microhabitats L'Anax



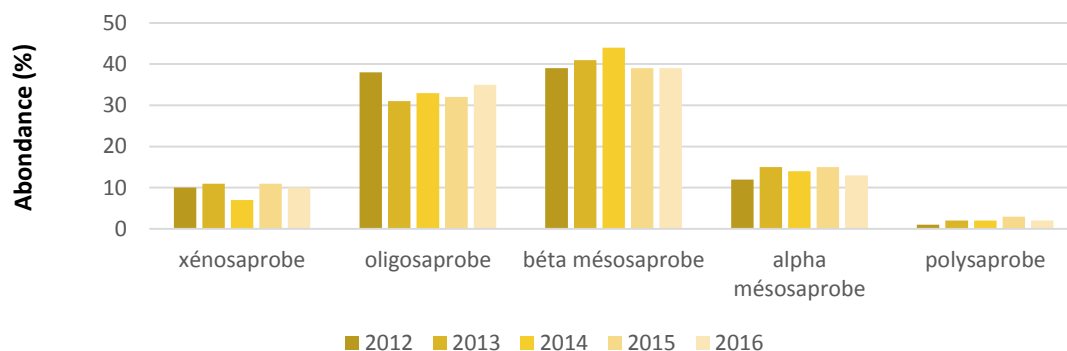
Valeur saprobiale L'Anax



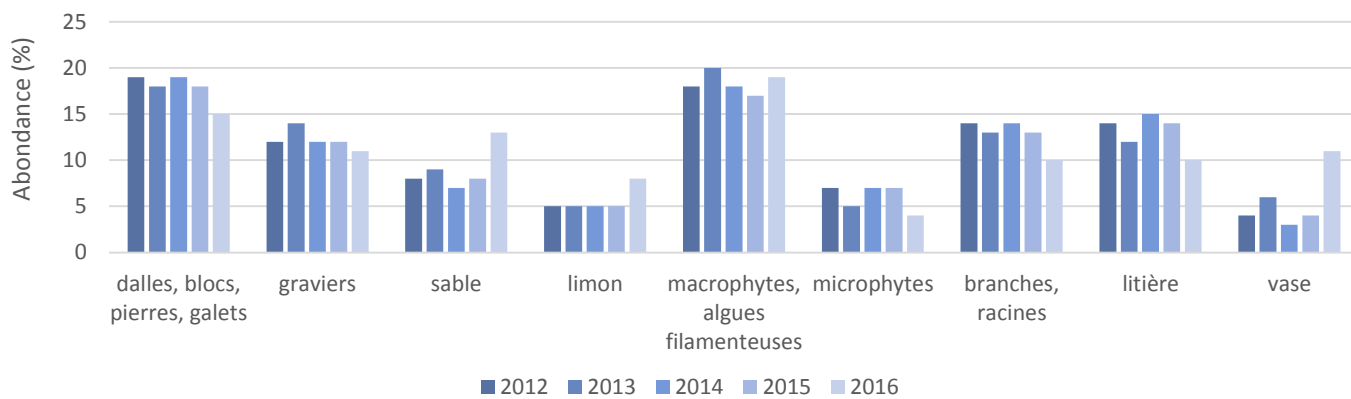
Microhabitats L'Agrion



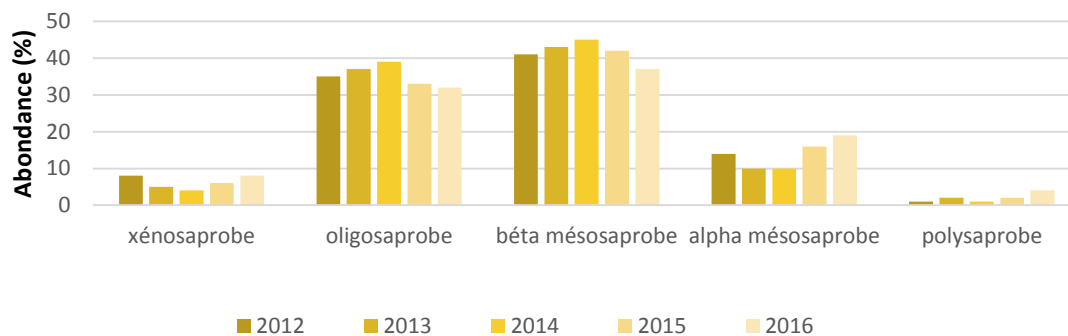
Valeur saprobiale L'Agrion



Microhabitats de La Naiade



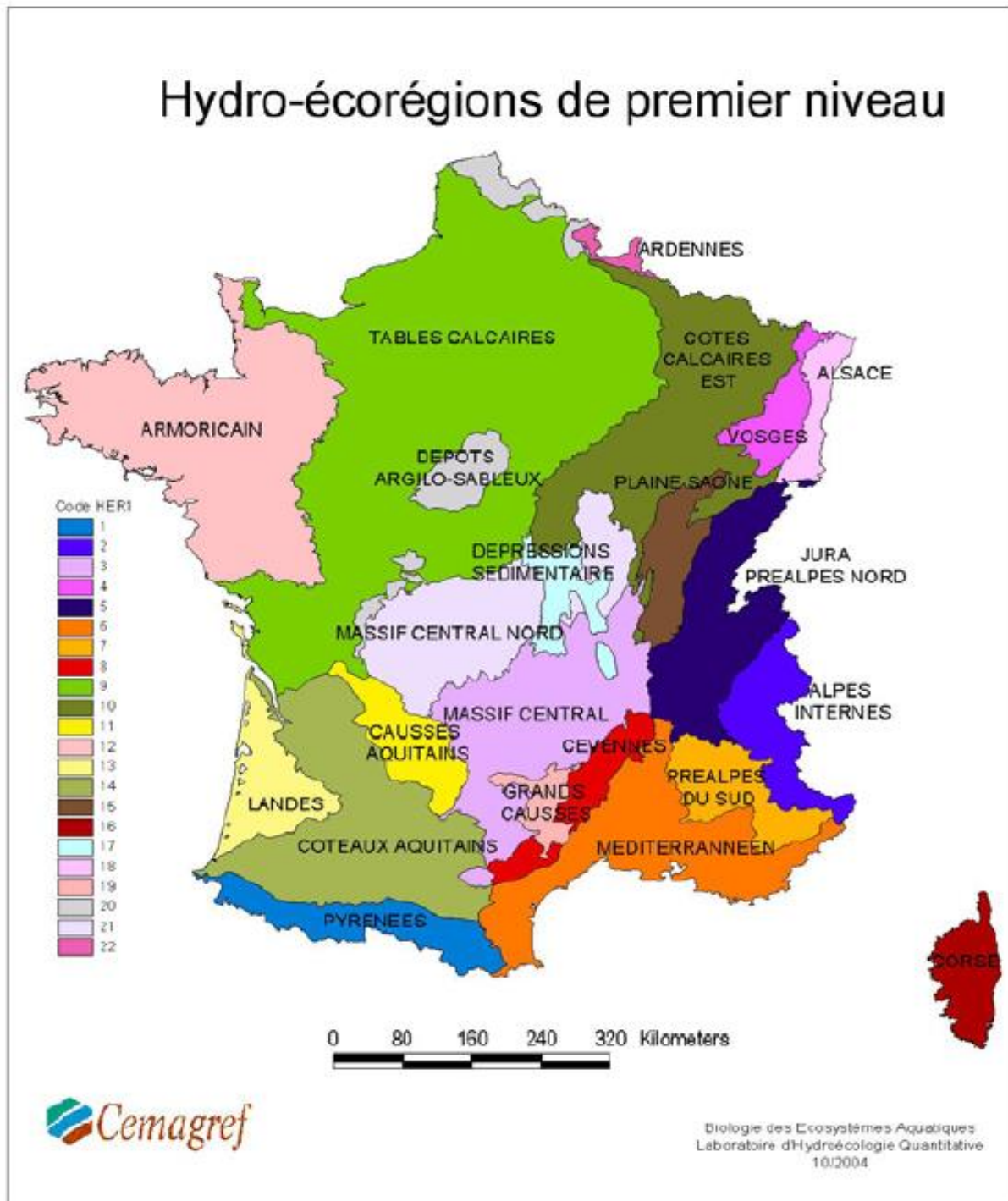
Valeur saprobiale La Naiade



- Annexe n°13 : Listes des espèces utilisées pour le calcul de l'IPR et leurs métriques associées

Liste des espèces intervenant dans le calcul des différentes métriques									
Famille	Nom commun	Code	NTE	NER	NEL	DIT	DII	DIO	DTI
• Espèce									
Petromyzontidae									
• <i>Lampetra planeri</i>	lamproie de Planer	LPP							
Anguillidae									
• <i>Anguilla anguilla</i>	anguille	ANG							
Salmonidae									
• <i>Salmo trutta fario</i>	truite	TRF							
• <i>Salmo salar</i>	saumon	SAT							
Thymallidae									
• <i>Thymallus thymallus</i>	ombre commun	OBR							
Esocidae									
• <i>Esox lucius</i>	brochet	BRO							
Cyprinidae									
• <i>Phoxinus phoxinus</i>	vairon	VAI							
• <i>Gobio gobio</i>	goujon	GOU							
• <i>Leuciscus leuciscus</i>	vandoise	VAN							
• <i>Leuciscus cephalus</i>	chevaine	CHE							
• <i>Leuciscus souffia</i>	blageon	BLN							
• <i>Chondrostoma nasus</i>	hotu	HOT							
• <i>Chondrostoma toxostoma</i>	toxostome	TOX							
• <i>Barbus barbus</i>	barbeau	BAF							
• <i>Barbus meridionalis</i>	barbeau méridional	BAM							
• <i>Cyprinus carpio</i>	carpe	CCO							
• <i>Carassius sp.</i>	carassins	CAS							
• <i>Tinca tinca</i>	tanche	TAN							
• <i>Blicca bjoerkna</i> et <i>Abramis brama</i>	brèmes	BBB							
• <i>Rutilus rutilus</i>	gardon	GAR							
• <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	rotengle	ROT							
• <i>Rhodeus amarus</i>	bouvière	BOU							
• <i>Alburnoides bipunctatus</i>	spirlin	SPI							
• <i>Alburnus alburnus</i>	ablette	ABL							
Cobitidae									
• <i>Barbatula barbatula</i>	loche franche	LOF							
Ictalundae									
• <i>Ictalurus melas</i>	poisson-chat	PCH							
Gadidae									
• <i>Lota lota</i>	lote	LOT							
Gasterosteidae									
• <i>Gasterosteus aculeatus</i>	épinoche	EPI							
• <i>Pungitius pungitius</i>	épinochette	EPT							
Centrarchidae									
• <i>Lepomis gibbosus</i>	perche soleil	PES							
Percidae									
• <i>Perca fluviatilis</i>	perche	PER							
• <i>Stizostedion lucioperca</i>	sandre	SAN							
• <i>Gymnocephalus cernuus</i>	grémille	GRE							
Cottidae									
• <i>Cottus gobio</i>	chabot	CHA							

- Annexe n°14 : Carte des hydro-écorégions de niveau 1



- Annexe n°15 : Caractéristiques de base des HER de niveau 1

ID	HER-1	Relief	Géologie	Climat
1	PYRENEES	Hautes Montagnes	Granite métamorphique	Montagnard humide
2	ALPES INTERNES	Hautes Montagnes	Granite métamorphique	Montagnard humide, froid
4	VOSGES	Montagnes	Granite métamorphique	Montagnard humide
3	MASSIF CENTRAL SUD	Montagnes	Granite métamorphique	Montagnard humide
21	MASSIF CENTRAL NORD	Montagnes	Granite métamorphique	Océanique tempéré
5	JURA-PREALPES DU NORD	Montagnes	Calcaire sédimentaire	Montagnard humide
22	ARDENNES	Relief peu marqué	Granite métamorphique	Océanique tempéré
12	ARMORICAIN	Plaines	Granite métamorphique	Océanique tempéré
10	COTES CALCAIRES EST	Relief peu marqué	Calcaire sédimentaire	Océanique tempéré
9	TABLES CALCAIRES	Plaines	Calcaire sédimentaire	Océanique tempéré
11	CAUSSES AQUITAINS	Relief peu marqué	Calcaire sédimentaire	Océanique méridional
14	COTEAUX AQUITAINS	Relief peu marqué	Détritique	Océanique méridional
20	DEPOTS ARGILE SABLEUX	Plaines	Détritique	Océanique tempéré
18	ALSACE	Plaines	Détritique	Océanique continental
13	LANDES	Plaines	Détritique	Océanique méridional
15	PLAINE SAONE	Plaines	Détritique	Océanique méridional
17	DEPRESSIONS SEDIMENTAIRES	Plaines	Détritique	Océanique méridional
6	MEDITERRANEEN	Relief peu marqué	Hétérogène	Méditerranéen
8	CEVENNES	Montagnes	Granite métamorphique	Méditerranéen
16	CORSE	Montagnes	Granite métamorphique	Méditerranéen
19	GRANDS CAUSSES	Montagnes	Calcaire sédimentaire	Sub-Méditerranéen
7	PREALPES DU SUD	Montagnes	Calcaire sédimentaire	Sub-Méditerranéen

- Annexe n°16 : Résultats des suivis physico chimiques eau et sédiments.

Le Graslin :

Physico-chimie EAU	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Température (°C)	13,7	15,7	13,4	10,9	9,5	11,8
pH (uPH)	7,98	7,9	8,2	8,15	8,25	8
Conductivité (µS/cm)	613	626	616	599	599	618
O2 dissous (mg/L)	10,83	9,4	10,6	10,9	11,5	10,2
Saturation O2 (%)	104	95	101	99	99	95
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) mg(O2)/L	<3,00	1,2	0,9	1,1	0,8	0,9
Carbone organique dissous mg(C)/L	-	1,46	2,14	3,97	1,65	1,7
Ammonium (NH4+) mg(NH4)/L	0,04	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,016
Nitrites en (NO2-) mg(N)/L	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,027
Nitrates en (NO3-) mg(N)/L	33	31,7	34,6	31,8	31,5	32,3
Orthophosphates (PO43-) mg(PO4)/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Phosphore total mg(P2O5)/L	<0,10	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
Etat Chimique Retenu	BON	BON	BON	BON	BON	BON

Physico-chimie SEDIMENTS	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Plomb mg/kg	-	-	4	7,32	8,41	6,49
Zinc mg/kg	-	-	17	24,8	25,6	22,4
Nickel mg/kg	-	-	5,1	4,79	5,73	4,34
Cadmium g/kg	-	-	0,2	<0,4	0,15	0,14
Chrome mg/kg	-	-	8,1	<5,03	7,47	5,51
Cuivre mg/kg	-	-	4,1	8,52	9,85	8,7
Hydrocarbures totaux	-	-	<50	200	225	144
Manganèse mg/kg	-	-	136	102	130	74,3

LA Cordulie :

Physico-chimie EAU	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Température (°C)	14,4	18,3	14,8	12,4	10,4	12,6
pH (uPH)	8,19	8,1	8,3	8,3	8,5	8,15
Conductivité (µS/cm)	627	665	631	616	616	642
O2 dissous (mg/L)	10,66	8,81	10,2	10,7	11,4	10
Saturation O2 (%)	103	94	101	104	101	95
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) mg(O2)/L	<3	6	1,8	1,3	1,7	2
Carbone organique dissous mg(C)/L	-	3,31	3,14	3,08	3,36	2,6
Ammonium (NH4+) mg(NH4)/L	0,16	1,52	0,28	0,32	0,31	0,315
Nitrites en (NO2-) mg(N)/L	0,16	0,59	0,15	0,13	0,12	0,142
Nitrates en (NO3-) mg(N)/L	34	29,3	32	33,2	32,4	32,4
Orthophosphates (PO43-) mg(PO4)/L	0,09	0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
Phosphore total mg(P205)/L	<0,10	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02
Etat Chimique Retenu	BON	MEDIOCRE	BON	BON	BON	BON

Physico-chimie SEDIMENTS	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Plomb mg/kg	-	-	41	40,2	35,3	34,8
Zinc mg/kg	-	-	44	54,2	44,4	33
Nickel mg/kg	-	-	3	5,61	4,79	3,82
Cadmium g/kg	-	-	0,2	0,42	0,31	0,24
Chrome mg/kg	-	-	5,9	7,66	10,2	9,52
Cuivre mg/kg	-	-	15	18,8	16,5	13,8
Hydrocarbures totaux	-	-	<50	325	516	103
Manganèse mg/kg	-	-	98	131	114	101

Le Gomphe :

Physico-chimie EAU	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Température (°C)	14,7	13,7	13,9	13,9	11,6	13,9
pH (uPH)	7,54	7,6	7,7	7,8	7,7	7,70
Conductivité (μS/cm)	610	636	590	590	590	604
O2 dissous (mg/L)	7,26	8,9	11,3	11,6	10,9	11,9
Saturation O2 (%)	73	88	110	113	101	117
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) mg(O2)/L	<3	1	0,7	<0,5	1	1,3
Carbone organique dissous mg(C)/L	-	0,63	1,48	1,34	0,85	0,9
Ammonium (NH4+) mg(NH4)/L	0,05	0,02	<0,01	0,03	0,05	0,019
Nitrites en (NO2-) mg(N)/L	0,07	0,06	0,04	0,02	0,02	0,046
Nitrates en (NO3-) mg(N)/L	41	43,1	38	41,5	41	40,7
Orthophosphates (PO43-) mg(PO4)/L	0,07	0,05	0,06	0,06	0,01	0,08
Phosphore total mg(P205)/L	<0,10	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02
Etat Chimique Retenu	BON	BON	BON	BON	BON	BON

Physico-chimie SEDIMENTS	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Plomb mg/kg	-	-	20	21,9	18,1	18,9
Zinc mg/kg	-	-	58	55,4	45,6	46,1
Nickel mg/kg	-	-	21	17,6	10,7	12
Cadmium g/kg	-	-	0,9	0,52	0,58	0,62
Chrome mg/kg	-	-	39	29,5	29	34,3
Cuivre mg/kg	-	-	13	11	8,7	8,44
Hydrocarbures totaux	-	-	52	252	412	299
Manganèse mg/kg	-	-	0	634	217	214

L'Anax :

Physico-chimie EAU	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Température (°C)	13,1	13,8	12,6	13,6	11,6	12,9
pH (uPH)	7,47	7,9	8	8,05	7,85	8
Conductivité (µS/cm)	616	670	654	630	630	647
O2 dissous (mg/L)	7,34	9,7	11,4	10,95	11,2	11,4
Saturation O2 (%)	71	95	107	105	102	109
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) mg(O2)/L	<3	1	1	0,7	0,9	1
Carbone organique dissous mg(C)/L	-	1,11	1,79	1,84	1,34	1,3
Ammonium (NH4+) mg(NH4)/L	<0,03	<0,01	<0,01	0,02	0,03	0,019
Nitrites en (NO2-) mg(N)/L	0,12	0,05	0,02	0,03	0,02	0,028
Nitrates en (NO3-) mg(N)/L	37	63,2	58,3	55,7	53,4	50
Orthophosphates (PO43-) mg(PO4)/L	<0,04	0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
Phosphore total mg(P205)/L	<0,10	<0,01	0,01	0,03	0,03	0,01
Etat Chimique Retenu	BON	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	BON

Physico-chimie SEDIMENTS	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Plomb mg/kg	-	-	6	9,2	9,38	8,11
Zinc mg/kg	-	-	34	33,6	53,4	38,8
Nickel mg/kg	-	-	8,5	11,9	13,3	10,9
Cadmium g/kg	-	-	0,4	<0,4	0,41	0,33
Chrome mg/kg	-	-	8,1	10	10,8	8,89
Cuivre mg/kg	-	-	8,2	8,31	14,5	10,7
Hydrocarbures totaux	-	-	<50	<622	150	67,4
Manganèse mg/kg	-	-	136	140	145	125

L'Agrion :

Physico-chimie EAU	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Température (°C)	14,3	18	14,6	12,7	9,6	14,6
pH (uPH)	7,91	8,16	8,1	8,25	8,65	8,25
Conductivité (µS/cm)	627	587	625	607	607	617
O2 dissous (mg/L)	10,77	9,1	10	10,9	12	11,5
Saturation O2 (%)	105	97	98	103	104	115
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) mg(O2)/L	<3	1,3	1,4	1,2	1,9	<10
Carbone organique dissous mg(C)/L	-	2,42	3,23	2,54	4,31	2,7
Ammonium (NH4+) mg(NH4)/L	<0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,017
Nitrites en (NO2-) mg(N)/L	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,043
Nitrates en (NO3-) mg(N)/L	41	31,3	32,5	32,9	32,2	31,8
Orthophosphates (PO43-) mg(PO4)/L	0,06	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
Phosphore total mg(P205)/L	<0,10	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02
Etat Chimique Retenu	BON	BON	BON	BON	BON	BON

Physico-chimie SEDIMENTS	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Plomb mg/kg	-	-	9	8,08	11,2	9,59
Zinc mg/kg	-	-	31	17	15,1	17,7
Nickel mg/kg	-	-	6,9	4,78	3,1	3,02
Cadmium g/kg	-	-	0,3	<0,4	0,19	0,19
Chrome mg/kg	-	-	11	<5	5,14	4,8
Cuivre mg/kg	-	-	8,7	5,55	<5,34	5,57
Hydrocarbures totaux	-	-	96	211	95,4	155
Manganèse mg/kg	-	-	89	72,8	72	73,9

La Naïade :

Physico-chimie EAU	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Température (°C)	15	-	18,2	12,8	13,5	14,1
pH (uPH)	7,88	-	8,1	8,35	8,12	8,1
Conductivité (µS/cm)	576	-	663	681	681	702
O2 dissous (mg/L)	9,45	-	9,5	10,25	10,61	10,3
Saturation O2 (%)	96	-	103	99	101	102
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) mg(O2)/L	<3	-	0,8	1	1,9	<0,5
Carbone organique dissous mg(C)/L	-	-	2,83	7,42	3,43	2,2
Ammonium (NH4+) mg(NH4)/L	<0,03	-	0,03	0,03	0,03	0,021
Nitrites en (NO2-) mg(N)/L	0,03	-	0,02	0,03	0,02	0,018
Nitrates en (NO3-) mg(N)/L	24	-	21,4	22,8	22,5	22,1
Orthophosphates (PO43-) mg(PO4)/L	<0,04	-	<0,01	0,07	0,1	0,01
Phosphore total mg(P205)/L	<0,10	-	0,02	0,03	0,03	0,04
Etat Chimique Retenu	BON	-	BON	MOYEN	BON	BON

Physico-chimie SEDIMENTS	2009	2012	2013	2014	2015	2016
Plomb mg/kg	-	-	10	6,88	5,28	6,92
Zinc mg/kg	-	-	36	15,7	13,3	15,1
Nickel mg/kg	-	-	11	5,01	4,34	4,77
Cadmium g/kg	-	-	2,8	0,49	0,41	0,5
Chrome mg/kg	-	-	18	5,79	5,85	8,31
Cuivre mg/kg	-	-	13	<5	<5	<5,00
Hydrocarbures totaux	-	-	<50	238	105	79,1
Manganèse mg/kg	-	-	109	86,6	68	81,6