

D3.1 Acquisition des données pour l'interprétation de la pression associée des prélèvements d'eau souterraine sur l'état et le fonctionnement écologique des cours d'eau.

## **Introduction**

L'objectif général du projet ESO-ESU est de fournir à la Région les données et les bases scientifiques permettant de statuer, pour les masses d'eau souterraine et de surface concernées, sur leur caractère à risque et sur leur bon ou mauvais état et d'aboutir, comme exigé par la DCE, à une estimation de la ressource en eau souterraine requise à l'alimentation de l'eau de surface en période d'étiage. En ce qui concerne les cours d'eau, il s'agit en particulier d'évaluer au mieux l'impact des interactions avec les nappes d'eau souterraine sur leur état physico-chimique et écologique.

Le présent rapport correspond à la tâche 3.4 du projet : évaluation de la qualité physico-chimique et biologique des cours d'eau. Ci-après nous faisons un bref état des connaissances sur l'influence des interactions eaux souterraines (ESO) - eaux de surface (ESU), ainsi que de l'exploitation des nappes souterraines, sur les cours d'eau et sur les indicateurs de ces influences.

## **Etat des connaissances sur les indicateurs de perturbations liées aux interactions ESO-ESU**

Les méthodes utilisées dans le cadre des réseaux de contrôle DCE sont destinées à évaluer l'état écologique des masses d'eau en réponse aux pressions anthropiques diverses, susceptibles d'altérer l'état hydro-morphologique, physico-chimique, chimique et biologique des masses d'eau de surface. Elles sont par contre peu adéquates pour apprécier des perturbations hydrologiques (variations du débit), thermiques et chimiques liées à l'exploitation des ESO.

Peu d'études ont été consacrées à l'effet des réductions de débit dues à des captages d'eau souterraine, mais quelques-unes ont été réalisées dans des situations similaires, dues à des barrages pour créer des retenues ou à des installations hydroélectriques, entraînant des diminutions de débit dans les cours d'eau en aval. Ainsi, Castilla et al. (1995) ont mis en évidence des effets différents suivant les types de cours d'eau : dans les cours d'eau analogues à ceux étudiés dans le présent projet, on ne constate pas ou peu de changement de composition taxonomique des peuplements d'invertébrés, mais une réduction des effectifs de certains taxons. La revue de Dewson et al. (2007) donne une meilleure vision d'ensemble d'une série d'études et souligne que, parmi les conséquences des débits réduits sur les facteurs environnementaux importants pour la faune benthique, la diminution de la vitesse de courant et de la profondeur résulte en une perte d'habitats susceptible d'affecter la diversité des peuplements. Les autres effets sont des variations de température : augmentation dans le cas des rivières en aval de barrages ; diminution la plupart du temps dans les rivières où les apports d'eau souterraine sont importants. D'autres changements physico-chimiques peuvent se produire, affectant le bilan en oxygène dissous, le pH, la conductivité et la concentration en nutriments, dans des sens divers suivant les régions, le type de cours d'eau et la contribution des eaux souterraines au débit de ces cours d'eau. Enfin, un problème fréquent est l'augmentation de la sédimentation et de la croissance des algues, modifiant la structure des fonds et les ressources en matières organiques, ces deux facteurs affectant fortement les macro-invertébrés benthiques. En ce qui concerne l'impact sur cette communauté, la revue de Dewson et al. (2007) montre que dans la plupart des études sont observées des réductions de densité (nombre d'individus par unité de surface) et de richesse taxonomique (nombre de taxons dans les stations). La composition des communautés est aussi affectée, avec généralement une augmentation des populations des taxons préférant des courants lents et des substrats fins et diminutions des taxons rhéophiles et préférant des substrats plus grossiers. Ces modifications entraînent des changements des interactions biotiques, via des effets sur la prédation et la compétition. Les modifications des ressources en nourriture interviennent

également, de sorte que la réponse de la communauté de macroinvertébrés à la réduction des débits est complexe (fig. 3.1.1) et donc que leur évaluation demande des approches suffisamment fines de l'analyse des peuplements benthiques.

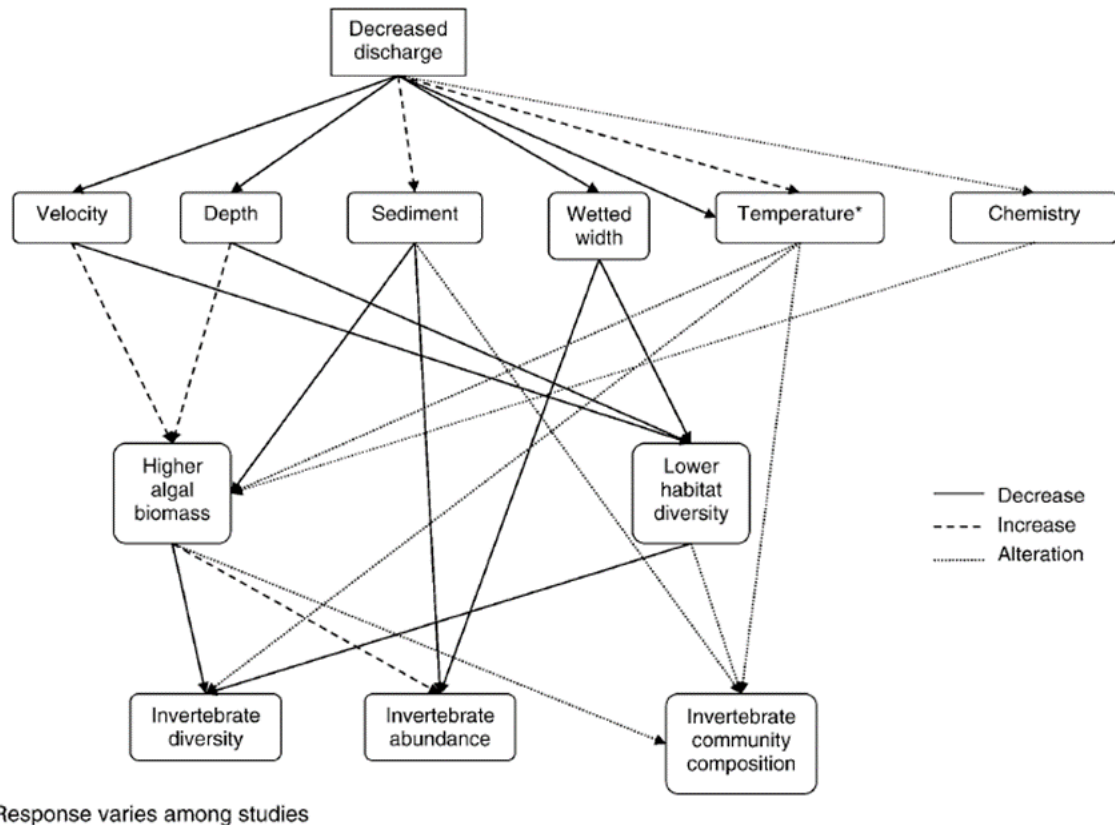


Fig. 3.1.1. Synthèse de la réponse des peuplements de macro-invertébrés benthiques en rivières suite à des prélèvements d'eau (« water abstraction ») réduisant le débit (d'après Dewson *et al.*, 2007).

L'analyse fonctionnelle de ces peuplements, utilisant les traits biologiques et écologiques des macroinvertébrés (Usseglio-Polatera *et al.*, 2000), est apparue comme une méthode adéquate pour mettre en évidence les réponses aux changements environnementaux résultant des interactions entre les eaux souterraines et les eaux de surface. De nombreux exemples de ce type d'analyse existent dans la littérature récente, notamment pour mettre en évidence la réponse des communautés à des stress multiples (Usseglio-Polatera et Beisel, 2002).

Quelques études récentes ont mis en lumière des effets des fortes concentrations en nutriments sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, complétant ainsi les informations des études précédentes. Le processus mesuré est le taux de décomposition de la litière formée de matière organique d'origine terrestre. L'étude, menée sur une centaine de cours d'eau en région tempérée, montre que la dégradation de la matière organique est stimulée dans la gamme de faible concentration en N et P inorganique (Woodward *et al.*, 2012 ; Ferreira *et al.*, 2014). Cette stimulation est le résultat des apports de nutriments sur l'activité microbiologique (en particulier des champignons aquatiques) suite à une eutrophisation faible à modérée de systèmes à l'origine oligo- et mésotrophes. Une décroissance nette de l'activité de biodégradation est observée à de fortes concentrations en N et P : elle est interprétée comme le résultat de la dégradation de la qualité de l'eau et de l'habitat impactant la communauté de macro-invertébrés – qui contribuent à la dégradation de la litière- suite à des

pollutions fortes entraînant de fortes concentration en nutriments, mais aussi une baisse de la concentration en oxygène dissous, etc.

En ce qui concerne l'effet des nitrates, différent d'un effet d'autres sources d'azote inorganique (ammonium essentiellement), les données montrent une stimulation de la décomposition de la litière dans la gamme des faibles concentrations, mais une saturation au-delà de 0.2 mg N/L et une absence d'effet sur les macroinvertébrés à des concentrations jusqu'à 1 mg N/L (Ferreira et Graça., 2006). La mise en évidence de l'impact des nutriments en rivière a conduit à l'idée que l'on puisse utiliser le taux de dégradation de la litière comme indicateur d'intégrité de l'écosystème (Geissner et Chauvet, 2002). Par ailleurs, la combinaison de l'étude de la communauté d'invertébrés benthiques avec ces mesures de processus de biodégradation a été proposée (Lecerf et al., 2006). Cela renforce l'idée que l'analyse fine de la communauté de macro-invertébrés benthiques est susceptible de détecter des effets de l'interaction ESO-ESU, dans la mesure où cette dernière influence la physico-chimie de l'eau et les paramètres morphodynamiques des cours d'eau.

### **Etat des masses d'eau concernées et choix des indicateurs**

Les masses d'eau de surface concernées (MV07R pour le Hoyoux ; MV08R pour le Triffoiy) ont une majeure partie de leur bassin constitué de territoires agricoles et les nitrates déclassent ou sont susceptibles de déclasser la qualité physico-chimique de ces masses d'eau. D'autre part, l'état écologique de la masse d'eau MV08R est considéré comme « moyen » à cause de l'indice IBGN basé sur les macroinvertébrés benthiques, alors que les autres indicateurs sont au minimum « bons ». Les raisons de ce déclassement sont à établir, ce qui justifie *a fortiori* le choix des macroinvertébrés benthiques comme indicateurs. Les fiches synthétiques sur la qualité biologique des deux masses d'eau, extraites de la base de données « Aquabio » du SPW sont en annexe 3.

Dans un rapport précédent (D2.1 BD hydro – mise à jour des données), une analyse des données existantes sur la qualité physico-chimique du Hoyoux et du Triffoiy a été effectuée. Elle mettait en évidence, pour le Triffoiy, un dépassement du seuil du bon état pour les nitrates (5.65 mg/L N) de 7 fois sur 24 mesures (de 2005 à 2011, avec de 4 à 6 mesures par an), en période printanière. Pour le Hoyoux à Vierset-Barse, le P90 des concentrations en nitrates dépassait la valeur-seuil 6 fois sur la période 2003-2012. Dans les deux cas, les nitrates étaient le seul paramètre problématique. Pour cette raison, il a paru pertinent de réaliser, en plus de l'analyse des peuplements de macroinvertébrés proposé dans le projet initial, une analyse des assemblages de diatomées benthiques, qui répondent bien à la qualité physico-chimique de l'eau.

## Analyse des assemblages de diatomées

### 1. Matériel et méthodes

Douze stations réparties sur les deux cours d'eau et un affluent ont fait l'objet de prélèvements pour des analyses physico-chimiques (fig. 3.1.2); dans onze d'entre elles, les diatomées benthiques ont été échantillonnées le 19 juillet 2013.

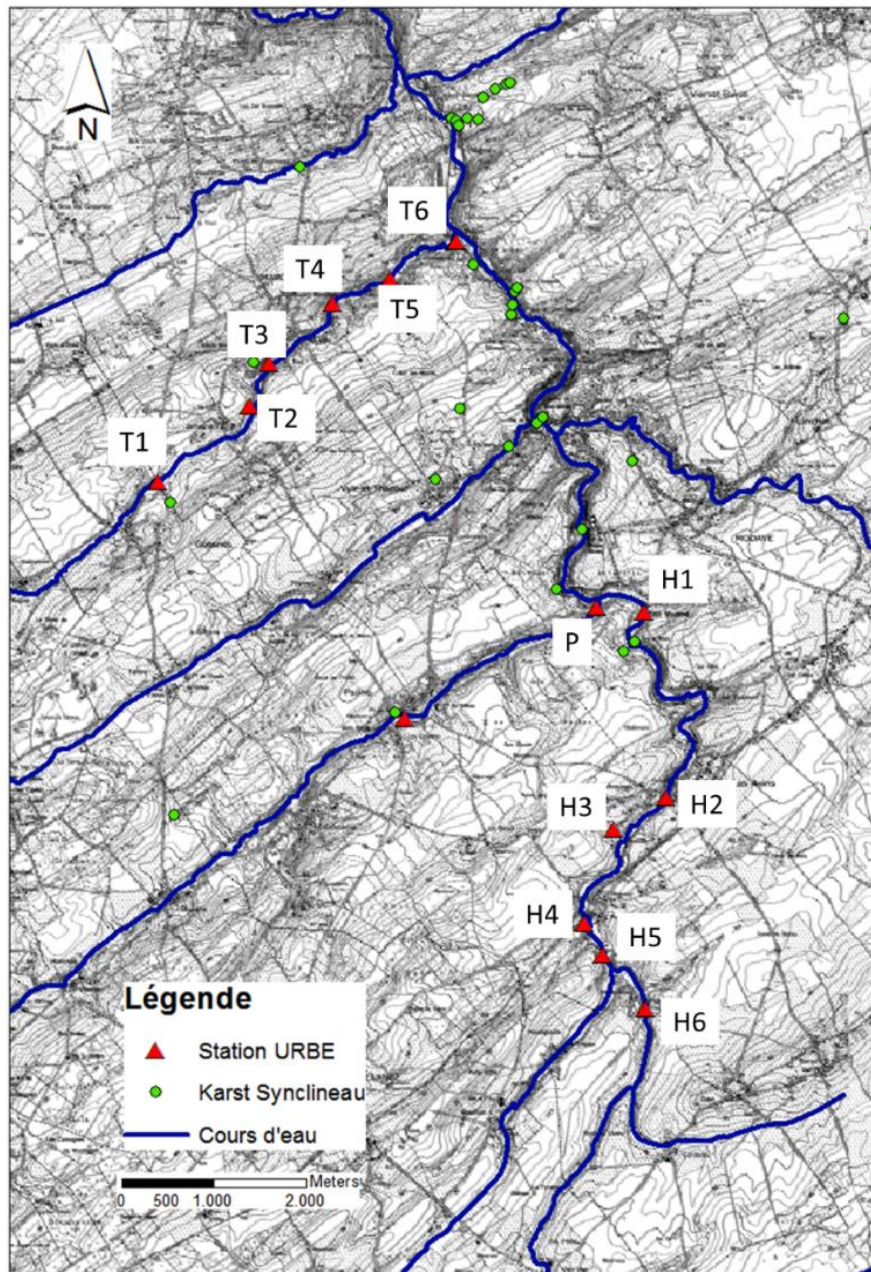


Fig. 3.1.2 Stations de prélèvement pour la physico-chimie ; les diatomées benthiques (campagne du 19/07/2013) ont été échantillonnées partout sauf au point H3. Voir tableau 3.1.1 pour le descriptif et la position des stations. Le monitoring en eau de surface à l'aide des sondes multiparamètres est réalisé aux stations T4, T6, H5 et H1.

Tableau 3.1.1 Localisation et dénomination des stations de prélèvement pour la physico-chimie.

		Code	description	N	E
Triffoy	amont	T1	Triffoy amont	50°26'47"	5°13'16"
		T2	ferme de Jamagne	50°27'13"	5°14'07"
		T3	aval captage	50°27'28"	5°14'18"
		T4	State	20°27'49"	5°14'53"
		T5	station de mélange	50°27'57"	5°15'25"
	aval	T6	station de jaugeage	50°28'10"	5°16'01"
R. de Pailhe	aval	P2	confluence	50°26'01"	5°17'16"
Hoyoux	amont	H6	Château de Hoyoux	50°23'40"	5°17'40"
		H5	Petit-Avin, carrière	50°23'59"	5°17'17"
		H4	Petit-Avin, pont routier	50°24'10"	5°17'07"
		H3	"Le Roua"	50°24'43"	5°17'24"
		H2	Les Avins	50°24'54"	5°17'53"
	aval	H1	Petit-Modave, amont Vivaqua	50°25'59"	5°17'42"

Les prélèvements ont été effectués par brossage de substrats durs naturels immergés, à l'aide d'un dispositif permettant de récolter les biofilms périphytiques à partir d'une surface totale de ~20 cm<sup>2</sup> et de combiner plusieurs substrats sur une même station. Le matériel récolté a été ensuite formolé *in situ*, puis envoyé au bureau d'études Bi-Eau d'Angers, France, spécialisé dans l'étude des algues microscopiques.

Bi-Eau a analysé les diatomées benthiques et calculé l'Indice Biologique Diatomées (**IBD**), normalisé en France (AFNOR NF T 90-354, 2007), ainsi que l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (**IPS**). Nous donnerons également à titre indicatif, l'indice anglais TDI (Indice Diatomique Trophique) de Kelly & Whitton (1995).

Au laboratoire de Bi-Eau, le matériel diatomique a subi un traitement selon la norme AFNOR NF T 90-354 (décembre 2007). Les diatomées sont attaquées à l'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) afin de détruire la matière organique, et rendre ainsi les frustules (squelettes externes en silice) identifiables. Ce travail est suivi de plusieurs cycles de rinçage alternant avec des phases de décantation. Ensuite, une goutte de la préparation est montée entre lame et lamelle dans du Naphrax® (résine à indice de réfraction élevé permettant l'observation des valves siliceuses). Les lames ainsi préparées ont fait l'objet des observations microscopiques à l'objectif x100, à l'immersion et en contraste interférentiel DIC (Nikon Eclipse Ni-U). Le processus analytique (identification et comptage) a utilisé les prescriptions des normes AFNOR NF T 90-354 et EN 14407. Au moins 400 valves ont été identifiées et dénombrées. Les identifications sont basées, entre autres, sur la Süßwasserflora (Krammer & Lange-Berthlot 1986, 1988, 1991) et sur le Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'IBD (Prygiel & Coste, 2000). Ce guide préconise un encodage des taxons en 4 lettres, qui sont saisies dans le logiciel de calcul Omnidia (Lecointe & *al.*, 1993) version 5.3.

Bi-Eau a analysé les diatomées benthiques et calculé l'Indice Biologique Diatomées (**IBD**), normalisé en France (AFNOR NF T 90-354, décembre 2007), ainsi que l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (**IPS**). Nous ne retenons ici que l'IPS, utilisé en Wallonie, ainsi que, à titre indicatif puisque c'est une problématique de nutriments en excès qui est en cause, l'indice anglais TDI (Indice Diatomique

Trophique). L'indice IPS peut varier entre 1 et 20; en Région Wallonne, la limite inférieure du bon état (BE) a été fixée à 12/20 et la limite du très bon état (TBE) à 16/20.

## 2. Résultats

Ceux-ci sont présentés en détail en annexe (détail des relevés) et résumés dans le tableau 3.1.2.

Tableau 3.1.2 : Résultats du calcul des indices sur les assemblages de diatomées des stations de prélèvement (campagne du 19 juillet 2013). L'IPS est une note sur 20 (limite BE : 12 ; limite BE-TBE : 16)

	H6	H5	H4	H2	H1	RP
IPS (sur 20)	12.8	12.5	13.6	12.0	14.1	13.2
TDI (sur 100)	71.6	79.1	74.3	76.2	87.7	77.7
Richesse taxinomique (nb. taxons/récolte)	64	56	68	67	60	71
Indice de diversité de Shannon (bits/ind.)	4.76	4.95	4.99	4.99	4.37	5.05
Équitabilité	0.79	0.85	0.82	0.82	0.74	0.82
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
IPS (sur 20)	15.4	15.2	18.6	15.6	15.3	15.8
TDI (sur 100)	90.3	80	48.2	73.9	80.5	78.8
Richesse taxinomique (nb. taxons/récolte)	28	55	20	39	51	42
Indice de diversité de Shannon (bits/ind.)	2.54	4.13	2.53	3.68	4.23	4.23
Équitabilité	0.53	0.71	0.59	0.70	0.75	0.78

Globalement, toutes les stations ont une valeur IPS  $\geq 12/20$  et atteignent le BE pour l'indicateur diatomées, avec les meilleurs résultats dans le Triffroy. Le TDI montre peu de différenciation d'état trophique entre les stations. La diversité taxinomique est élevée partout dans le Hoyoux et le Ruisseau de Pailhe, et est un peu inférieure dans le Triffroy, où la valeur la plus basse est atteinte, paradoxalement, dans la station qui présente le meilleur IPS : ceci s'explique, cependant, par une forte proportion de taxons polluosensibles. Ci-après, les commentaires établis par Bi-Eau :

- 1) **Le Hoyoux** est dans son ensemble un cours d'eau qui paraît stable, avec des indices de diversité de Shannon élevés pour les 5 stations, compris entre 4.37 et 4.99 bits/ind. ; les conditions sont favorables à l'installation de nombreuses populations de diatomées, comme le montrent les valeurs de la richesse taxinomique élevées, variant entre 56 et 68 taxons. Les résultats en terme d'indice de qualité sont cependant moyens, avec un classement à la limite du BE dans certaines stations, résultant d'une eutrophisation généralisée et de l'exposition à des rejets domestiques des villages de Petit-Avin et des Avins. Voici l'analyse détaillée faite par Bi-Eau, de l'amont vers l'aval :
  - a) la station H6 (amont du domaine de Hoyoux) affiche en tête de cortège trois taxons (*Achnantheidium minutissimum*, *Navicula gregaria* et *Amphora pediculus*), ceux-ci ne présentent pas les mêmes profils écologiques, ce qui suggère des pollutions ponctuelles ou par intermittence.
  - b) dans la station H5 (Petit-Avin, carrière), *Navicula tripunctata* atteint à peine les 10%, ce qui dénonce un milieu moyennement impacté par la matière organique et indique une pollution du milieu par les nutriments ; les autres diatomées l'accompagnant (participation >5%) sont également révélatrices d'une eutrophisation du milieu ;
  - c) la station H4 (Petit-Avin, village) se singularise par son cortège diatomique très varié et équilibré (68 taxons et équitabilité de 0.82) et par *Staurosira venter* au premier rang, élective d'un milieu peu chargé en matière organique et pouvant être riche en nutriments ; d'autres



- taxons bien développés dans cette station sont *Staurosirella ovata* et *Amphora pediculus* ; le premier taxon indiquerait un milieu à faibles teneurs en nitrates, nitrites et orthophosphates ;
- d) dans la station H2 (les Avins), *Surirella brebissonii* est dominante (18.7%) ; il s'agit d'une espèce d'eau moyennement saumâtre, alcaliphile, supportant des concentrations moyennes en matières organique et un milieu riche en nutriments ; ce dernier caractère est confirmé par *Cocconeis euglypta* au second rang ; cette station obtient les moins bons résultats de cette campagne, elle semble le siège d'une eutrophisation anthropique<sup>1</sup> ;
- e) dans la station H1 (Petit-Modave, amont des captages de Vivaqua), un seul taxon dépasse 10% de participation : il s'agit d'*Amphora pediculus*, taxon qualifié de  $\beta$ -mésosaprobe et d'eutrophe. Au second rang, *Navicula gregaria* confirme un fort impact des nutriments ; nous pouvons souligner la contribution de diatomées centriques dans le cortège (9.1%), dont *Discostella woltereckii*, espèce planctonique de milieux riches en nutriments, provenant sans doute d'étangs en amont de la station ;
- 2) **Le Triffoy** apparaît comme un cours d'eau homogène, de bonne à très bonne qualité au vu des résultats IPS compris entre 15.2 et 18.6. *Amphora pediculus* semble trouver les conditions favorables pour se développer, vu ses fortes abondances dans le cours d'eau, avec l'exception de la station T3 qui est le siège d'une résurgence d'une eau propre ou d'une source, étant donné la qualité sensiblement meilleure que les autres points de ce cours d'eau. Plus en détail :
- a) T1 (station amont, en prairie) est fortement dominée par *Amphora pediculus* (61.1%), taxon sensible à la pollution organique, mais dénonçant le caractère eutrophe de la station ;
- b) dans la station T2 (aval de Jamagne), *Amphora pediculus* est également au premier rang, mais sa participation est moindre et le peuplement diatomique est varié et équilibré ; le milieu permet l'installation de nombreuses espèces (55 taxons) ;
- c) la station T3 est particulière à bien des égards ; elle obtient les meilleurs résultats de cette campagne en terme de qualité d'eau, mais affiche le peuplement diatomique le plus pauvre (20 taxons seulement) ; *Achnanthydium lineare* est en tête du cortège diatomique avec une participation de 44.9% ; ce taxon indique des eaux propres et calcaires, pauvres en nutriments ; Il est secondé par *Amphora pediculus* et *Achnanthydium minutissimum*, qui sont plus tolérants vis-à-vis des nutriments ;
- d) les peuplements diatomiques des stations T4 et T5 indiquent des eaux riches en nutriments. En effet, le caractère eutrophe est dénoncé par *Amphora pediculus* et *Cocconeis euglypta* qui occupent les deux premiers rangs ; cependant la station T5 est plus variée (51 taxons contre 39 taxons en T4) et peut-être un peu plus impactée par les nutriments ;
- e) la station T6 (juste en amont du Ravel et de la confluence avec le Hoyoux) est jugée eutrophe avec toujours une dominance d'*Amphora pediculus* ; au second rang, nous observons *Diploneis oculata* (8.8%), espèce est sensible à la matière organique, habituellement peu rencontrée dans ces proportions.
- 3) Enfin, le Ruisseau de Pailhe est, au regard de l'indice IPS, de bonne qualité ; le peuplement diatomique y est exceptionnellement varié avec 71 taxons. L'indice de diversité est également très élevé et supérieur à 5 bits/ind. (Tabl. 3.1.2). Les conditions hydrologiques sont donc favorables et stables. *Navicula cryptotenella* est l'espèce indicatrice (15%), qui trace un milieu faiblement pollué par la matière organique ; relativement à la trophie elle est considérée indifférente.

---

<sup>1</sup> La localisation de la station l'expose en effet à des rejets domestiques en provenance du village des Avins

### **3. Conclusion**

D'après les indices diatomiques, les trois cours d'eau inventoriés sont au minimum de bonne qualité et présentent des conditions stables favorables à une diversité taxonomique élevée. L'analyse des assemblages de diatomées, si elle révèle la richesse en nutriments généralisée et des pollutions organiques localisées, ne permet cependant pas de différencier l'altération due à l'excès d'azote de celle due au phosphore. Cette conclusion est confirmée par l'avis de spécialistes (Marty Kelly, co-auteur du « trophic diatom index » et Stephen Juggins, gestionnaire de la base de données « EDDI » ou European Diatom data base). Il est donc nécessaire de s'intéresser de plus près à l'autoécologie des diatomées, qui pourrait apporter des informations sur des taxons potentiellement indicateurs de concentrations en azote élevées.

Cette conclusion négative est cependant contrebalancée par le fait que les assemblages algaux ne semblent pas perturbés par la pollution azotée des cours d'eau étudiés. Autrement dit, comme les fortes concentrations en nitrates ne constituent pas une perturbation significative de ces assemblages, l'atteinte du bon état écologique, en ce qui concerne le phytobenthos, n'est pas compromis. Cette conclusion est d'ailleurs confirmée par l'indice basé sur les macrophytes aquatiques, l'IBMR, qui a montré dans le Hoyoux à Modave (station BERW\_15024) une bonne à très bonne qualité de 2005 à 2011 (données Aquabio). Enfin, de façon remarquable, dans le cas du Triffoiy à la station T3, l'interaction avec les eaux souterraines apparaît comme un bénéfice pour les assemblages de diatomées, du fait que l'apport à la rivière en aval des captages apporte une eau peu chargée en phosphore et matières organiques. Dans ce sens, l'analyse des peuplements de diatomées répond bien à l'objectif du projet ESO-ESU de développer des indicateurs des interactions entre les eaux souterraines et les eaux de surface, puisqu'elle montre une amélioration de la qualité biologique suite à un apport d'eau souterraine.

### **Analyse des peuplements de macroinvertébrés benthiques**

#### **1. Matériel et méthodes**

D'après les informations recueillies sur les résultats des évaluations de qualité biologique du Hoyoux et du Triffoiy réalisées par le SPW, le bon état écologique (BE) n'est pas toujours atteint à cause de l'élément de qualité biologique macroinvertébrés benthiques. Pour la station BERW-15024 (Hoyoux à Modave), alors que les autres indicateurs atteignent une bonne ou très bonne qualité, l'indice IBGN est sous la limite fixée à 13/20 pour les ruisseaux condrusiens à pente moyenne en 2008 et 2011 (soit 2 fois sur 5 prélèvements); pour le Triffoiy (station BERW\_15002 = station T6 de la fig. 3.1.1), le score obtenu est de 10 en 2006 et 11 en 2011 et donc inférieur à la limite du BE pour 2 prélèvements sur 3.

Dans une première phase, en 2013, le choix a été fait d'échantillonner les macroinvertébrés uniquement dans le Triffoiy à la station située le plus en aval (T6), étant donné que c'est la seule station du réseau de contrôle de surveillance du SPW située dans le secteur d'étude. Les prélèvements ont été effectués le 19 juillet 2013, en suivant le protocole de prélèvement IBGN, autant que possible, vu la faible diversité des substrats dans la station.

Suite aux résultats obtenus (voir 2.1), dans une deuxième phase (avril 2014), les quatre stations où se font les mesures en continu ont été échantillonnées, toujours conformément au protocole de prélèvement IBGN. Les niveaux d'identification vont du genre à la famille. Dans une première étape, les relevés ont été soumis à une analyse factorielle des correspondances à l'aide du logiciel R (package



ade4, Dray et Dufour, 2007), en vue de mettre en évidence les différences de peuplement et de caractéristiques physiques des deux rivières.

Tous les résultats ont été analysés à l'aide du système-expert développé par Usseglio-Polatera et Beisel (2002), qui permet non seulement la détermination de l'IBGN et de ses indices constitutifs, mais aussi une évaluation de la diversité bio/écologique et une analyse en terme de traits bio/écologiques. L'évaluation s'effectue notamment par comparaison avec des sites de référence dont les caractéristiques sont contenues dans la base de données du système-expert ; ces sites de référence sont définis par type de cours d'eau, en référence à la typologie d'Illies & Botosaneanu (1963). Les résultats sont disponibles et présentés ci-après.

## 2. Résultats

### 2.1 Analyse des peuplements de la station aval du Triffoiy (T6).

Le tableau 2 présente les résultats obtenus pour l'IBGN à la station aval du Triffoiy, la structure du peuplement et la diversité. Le relevé détaillé se trouve en annexe 2. L'indice IBGN est de 10/20, ce qui correspond à une qualité « moyenne », inférieure de 3 points au seuil du bon état fixé pour les cours d'eau condrusiens à pente moyenne. Ceci correspond au résultat obtenu par le SPW en 2011. La note basse résulte du « groupe faunistique indicateur » ou GFI qui est constitué d'une famille d'insectes dont la polluosensibilité est moyenne, mais surtout d'une faible diversité taxonomique, ainsi que le montre la classe de variété (5), le nombre d'unités taxonomique (S) et les indices de diversité taxonomique (H') assez faibles. L'équitabilité est relativement basse (le peuplement est dominé par un nombre faible de taxons, principalement des Gammaridae).

Tableau 2 Application du système expert (Usseglio-Polatera et Beisel, 2002) au relevé de macroinvertébrés de la station aval du Triffoiy (T6), pour l'IBGN, la structure taxonomique et la diversité.

Qualité Biologique	Evaluation actualisée de la qualité biologique				Evaluation selon la norme			
	IBGN actualisé	GFI	Taxons indicateurs	Classe de variété	IBGN norme	Classe de variété		
		6	Ephemeridae		10	5		
	l'IBGN correspond exactement à celui calculé selon la norme							
Structure	Description de la structure taxonomique							
		Station	Couples s/v					
	Q	450						
	S	15						
	H'	1.78697729						
J	0.45739117							
Diversité	Évaluation de la diversité biologique et de la diversité écologique							
		Station						
	H' biologique	1.65529432						
H' écologique	1.1320914							

Du point de vue fonctionnel, la diversité écologique du peuplement est relativement faible. Pour l'analyse des traits, nous ne retenons ici que les éléments les plus pertinents pour expliquer l'évaluation en qualité moyenne. Ainsi, la station, d'après la nature de son peuplement faunistique, a une valeur saprobiale comprise entre oligosaprobe et  $\beta$ -mésosaprobe, ce qui indique une pollution organique faible à moyenne, provenant sans doute d'effluents domestiques de quelques habitations en amont. Ceci est confirmé par la polluosensibilité globale située entre moyenne et faible. Par contre, la majorité des taxons ont une respiration branchiale, ce qui montre une bonne oxygénation de l'eau.

Les modes d'alimentation et les ressources alimentaires sont variés et le statut trophique de la station se situe entre oligotrophe et mésotrophe. Enfin, la durée du cycle vital, supérieure à 1 an, indique une stabilité des conditions environnementales.

L'ensemble de ces traits montre une situation peu perturbée, correspondant à une bonne qualité physico-chimique pour les facteurs déterminant les potentialités biologiques (oxygène, matières organiques, nutriments) et à une bonne stabilité des conditions environnementales. Par contre, la station présente un peuplement plus caractéristique de l'« épiotamon », c'est-à-dire de rivières de plaine à courant plus lent et de profondeur plus grande que dans un petit cours d'eau faisant partie du « métarithron ». La nature des substrats préférés par les macroinvertébrés de la station est peu variée (graviers et branches/racines), ce qui indique la raison principale pour laquelle le peuplement est peu diversifié. En fait, la particularité de cette station est que les dépôts de tuf calcaires sont très importants et constituent l'essentiel du fond de la rivière. De plus, les travertins très développés constituent des barrages qui ralentissent le courant et augmentent la profondeur.

## 2.2 Analyse des prélèvements des 4 stations du Hoyoux (H1 et H5) et du Triffoy (T3 et T6).

### 2.2.1. Bilan établi par le système-expert

D'après ce bilan (tableau 3), les deux stations du Hoyoux peuvent être considérées comme en bon état, même si la diversité biologique est moyenne et si une légère dégradation apparaît dans la station aval.

Tableau 3 : Evaluation de la diversité et l'IBGN dans les stations du Hoyoux et du Triffoy (prélèvements d'avril 2014). Q : indice de diversité de Shannon-Weaver ; S : richesse taxonomique ; H' : équitabilité ; J' Indice de Pielou. Les trois évaluations de la diversité concernent la diversité des traits biologiques ou écologiques et la diversité taxonomique.

#### Hoyoux amont

Évaluation de la diversité biologique

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

Évaluation de la diversité écologique

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

Description de la structure taxonomique

liste globale (station)

Q	1	2	3	4	5	NC
S	1	2	3	4	5	NC
H'	1	2	3	4	5	NC
J'	1	2	3	4	5	NC

IBGN

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

#### Hoyoux aval

Évaluation de la diversité biologique

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

Évaluation de la diversité écologique

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

Description de la structure taxonomique

liste globale (station)

Q	1	2	3	4	5	NC
S	1	2	3	4	5	NC
H'	1	2	3	4	5	NC
J'	1	2	3	4	5	NC

IBGN

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

Tableau 3 (suite)

**Triffoyl amont**

Évaluation de la diversité biologique

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

Évaluation de la diversité écologique

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

5. Description de la structure taxonomique  
liste globale (station)

Q	1	2	3	4	5	NC
S	1	2	3	4	5	NC
H'	1	2	3	4	5	NC
J'	1	2	3	4	5	NC

IBGN

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

**Triffoyl aval**

3. Évaluation de la diversité biologique

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

4. Évaluation de la diversité écologique

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

5. Description de la structure taxonomique  
liste globale (station)

Q	1	2	3	4	5	NC
S	1	2	3	4	5	NC
H'	1	2	3	4	5	NC
J'	1	2	3	4	5	NC

IBGN

1	2	3	4	5	NC
---	---	---	---	---	----

Dans le Triffoyl, des problèmes sont visibles au niveau de la diversité des traits et de la structure taxonomique, surtout dans la station aval, ce qui confirme le diagnostic établi d'après le prélèvement de 2013.

**2.2.2 Analyse factorielle des correspondances**

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) met en évidence des différences de caractéristiques biotiques (composition taxonomique des peuplements de macroinvertébrés) et morphodynamiques entre les deux rivières (fig. 3.1.3 a et b).



Fig. 3.1.3 a. AFC sur les peuplements de macroinvertébrés du Hoyoux et du Triffoy : ordination des taxons dans le plan des deux premiers axes factoriels.

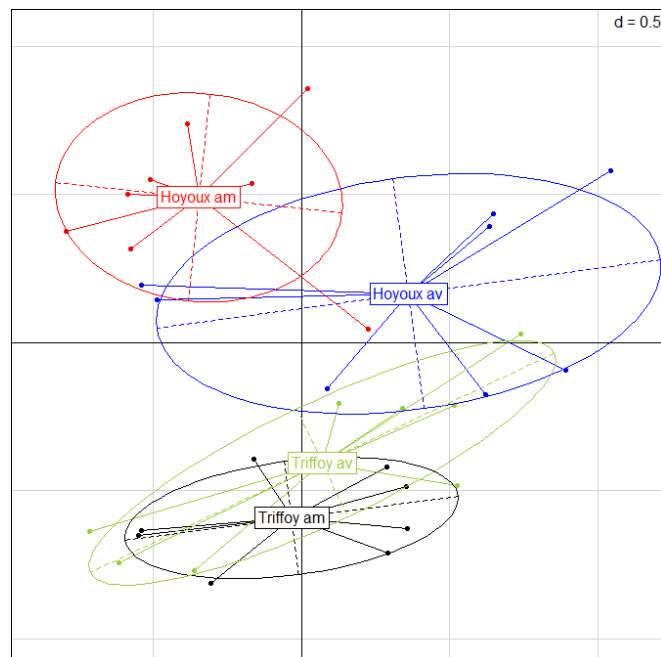


Fig. 3.1.3 b. AFC sur les peuplements de macroinvertébrés du Hoyoux et du Triffoy : ordination des stations dans le plan des deux premiers axes factoriels. Triffoy amont = T3 ; Triffoy aval = T6 ; Hoyoux amont = H5 ; Hoyoux aval = H1. Chaque point représente un couple vitesse substrat et les points d'une même station sont reliés entre eux.

Sans entrer dans le détail de la composition des peuplements, l'AFC révèle :

- Une forte similitude des deux stations du Triffoiy
- Un gradient amont-aval dans le Hoyoux entraînant des différences entre les 2 stations

Des AFC complémentaires réalisées sur les vitesses et les substrats dans ces 4 stations montrent des différences de caractéristiques morpho-dynamiques. Les quatre stations comportent en proportion variable des sédiments fins, des galets, des bryophytes, des algues filamenteuses et encroûtements calcaires d'importance variable (tufs sur le fond travertins dans les stations aval, H1 et T6). Le Hoyoux présente cependant une plus grande diversité de substrats, surtout en amont, alors que la station aval de ce cours d'eau se rapproche du Triffoiy du fait de la présence de travertins et de sédiments fins. Ce qui différencie le plus les deux rivières est la vitesse de courant : les vitesses les plus élevées (75-150 cm/s) ont été rencontrées dans le Hoyoux en amont et les plus faibles (< 5 cm/s) dans le Triffoiy.

### 2.2.3 Analyse détaillée des traits biologiques et écologiques

Pour rappel, le système-expert permet de mettre en évidence la réponse fonctionnelle des macroinvertébrés aux conditions environnementales au sens large et de situer les peuplements étudiés par rapport à des sites de référence de rivières de même typologie. En résumé, l'analyse des traits confirme les différences entre le Triffoiy et le Hoyoux constatées plus haut, bien que beaucoup de traits bio-écologiques soient communs entre ces deux rivières. Les différences se marquent pour les traits suivants (voir graphes et diagrammes en annexe):

- La durée du cycle vital, > 1 an dans le Hoyoux et < 1 an dans le Triffoiy
- La vitesse du courant, avec un déplacement vers de faibles vitesses dans le Triffoiy
- Le statut trophique : oligo-mésotrophe dans le Hoyoux et méso-eutrophe dans le Triffoiy
- La préférence thermique pour les eaux froides plus marquées dans le Triffoiy
- La polluosensibilité, moyenne à faible dans le Hoyoux, se déplace dans le Triffoiy vers les plus faibles sensibilités

## 3. Conclusion

L'analyse du peuplement de macroinvertébrés du Triffoiy et du Hoyoux suite aux deux campagnes de prélèvement confirme de façon globale le diagnostic basé sur les diatomées benthiques, qui indique une qualité physico-chimique bonne, voire très bonne, dans les deux rivières. Cette conclusion est cohérente avec les résultats des analyses physico-chimiques du RCS du SPW, qui mettent notamment en évidence des concentrations faibles en phosphore inorganique (orthophosphates), se situant en très bonne qualité d'après toutes les données dont nous disposons (RCS du SPW et analyses réalisées par l'URBE en 2013 ; voir D2.1). En ce qui concerne l'azote inorganique, seuls les nitrates posent problème de temps à autre, ce qui est confirmé par les mesures en continu aux 4 stations de monitoring à l'aide des sondes multi-paramètres.

En fonction des connaissances actuelles sur l'effet des nitrates sur les communautés aquatiques – connaissances fragmentaires du fait que les études se sont concentrées sur le phosphore, principal agent de l'eutrophisation dans les eaux continentales - rien ne permet de mettre en évidence un impact des nitrates sur les communautés des rivières étudiées. Par contre, un impact lié à un débit réduit et à de faibles vitesses de courant semble bien se marquer dans le Triffoiy, alors que les peuplements de macroinvertébrés du Hoyoux semblent peu perturbés. Paradoxalement, le Triffoiy présente une bonne qualité physico-chimique de ses eaux dont témoignent bien les analyses de l'eau

et les indices diatomiques, mais une perturbation apparaît au niveau des invertébrés benthiques, qui est très marquée dans la station la plus en aval. En première analyse, il semble que le fait que les IBGN soient faibles dans cette station résulte de la faible diversité taxonomique, biologique et écologique liée à une faible diversité des substrats du fond de la rivière due à la formation de tuf calcaire. De plus, la deuxième phase d'analyse des peuplements indique un impact lié à de faibles vitesses de courant, atypiques pour ce type de cours d'eau, ainsi que le montre la comparaison avec les stations du Hoyoux. Ces faibles vitesses permettent sans doute la formation de sédiments fins, qui sont relativement riches en matières organiques et dès lors colonisés par des taxons polluo-résistants. Cela explique aussi le glissement du Triffoiy vers un état méso-eutrophe. L'environnement du Hoyoux, caractérisé par des taxons à cycle de vie long, apparaît plus stable que celui du Triffoiy.

En conclusion, dans le Hoyoux, malgré une qualité d'eau tout juste bonne – voire à la limite entre le bon état et l'état moyen, ainsi que l'indiquent les diatomées et l'altération nitrates – la communauté macrobenthique est stable et diversifiée, ce qui est à mettre en relation avec des conditions morpho-dynamiques non ou peu perturbées. Par contre, le Triffoiy, malgré une qualité d'eau meilleure montrée par les valeurs des indices diatomiques bonnes à très bonnes, présente une perturbation sensible de ses conditions morpho-dynamiques, avec de faibles vitesses et des substrats peu diversifiés, ce qui affecte négativement le peuplement benthique au niveau de sa diversité et favorise des taxons relativement polluo-tolérants. Cette situation évoque un impact significatif de prélèvements d'eau, qui impacte l'hydromorphologie du cours d'eau (voir fig. 3.1.1 et la review de Dewson et al., 2007). L'altération nitrates ne semble pas avoir d'impact spécifique au niveau des communautés aquatiques étudiées.

## Références

- AFNOR (2004). Norme européenne NF EN 14407. Qualité de l'eau. Guide pour l'identification et le dénombrement des échantillons de diatomées benthiques de rivières et leur interprétation. 11 p. Association française de Normalisation.
- AFNOR (2007). Norme française NF T 90 354. Qualité de l'eau. Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD). 80 p. Association française de Normalisation.
- Castella E., M. Bickerton, P.D. Armitage & G.E. Petts (1995). The effects of water abstractions on invertebrate communities in U.K. streams. *Hydrobiologia* 308 : 167-182.
- Dewson, Z.S., A.B.W. James et R.G. Death (2007). A review of the consequences of decreased flow for instream habitat and macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society* 26 : 401-415.
- Dray S. et A.B.Dufour (2007): The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*. 22(4): 1-20.
- Ferreira, V et M.A.S. Graça (2006). Whole-stream nitrate addition affects litter decomposition and associated fungi but not invertebrates. *Oecologia* (2006) 149:718–729.
- Ferreira, V., B. Castagnyrol, J.Koricheva, V. Gulis, E. Chauvet, M. A. S. Graça, Graça (2014). A meta-analysis of the effects of nutrient enrichment on litter decomposition in streams." *Biological Reviews*, in press.
- Gessner, M. O. et E. Chauvet (2002). A case for using litter breakdown to assess functional stream integrity. *Ecological Applications* 12(2): 498-510.

- Illies J. et L. Botosaneanu (1963). Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérée surtout du point de vue faunistique. *Mitt. int. Ver. Limnol.* 12: 1–57.
- Kelly M. G. et B. A. Whitton (1995). The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*, Volume 7, Issue 4 : 433-444.
- Krammer, K. et H. Lange-Bertalot (1986). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1. Bacillariophyceae 1. Teil : Naviculaceae.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 876 pp.
- Krammer, K. et H. Lange-Bertalot (1988). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/2. Bacillariophyceae 2. Teil : Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 596 pp.
- Krammer, K. et H. Lange-Bertalot (1991a). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3. Bacillariophyceae 3. Teil : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 600 pp.
- Krammer, K. et H. Lange-Bertalot (1991b). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/4. Bacillariophyceae 4. Teil : Achnantheaceae und kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 437 pp.
- Lecerf, A., Ph. Usseglio-Polatera, J.-Y. Charcosset, D. Lambrigt, B. Bracht et E. Chauvet. (2006). Assessment of functional integrity of eutrophic streams using litter breakdown and benthic macroinvertebrates. *Arch. Hydrobiol.* 165 (1), 105-126.
- Lecoite A., M. Coste et J. Prygiel (1993) « OMNIDIA » software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270 : 509-513.
- Prygiel J. et M. Coste (2000). Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90 354. Agences de l'eau – Cemagref. 134 p. + 89 pl.
- Usseglio-Polatera, P. and J.-N. Beisel (2002). Système expert d'analyse et d'aide à l'interprétation de données recueillies avec le protocole IBGN. Etude Inter-bassins, Agences de l'Eau, France, 79 p. + annexes.
- Usseglio-Polatera, P. et J.-N. Beisel (2002). Longitudinal changes in macroinvertebrate assemblages in the Meuse River : anthropogenic effects versus natural change. *River Research and Applications* 18 : 197-211.
- Usseglio-Polatera, P., M. Bournaud, P. Richoux et H. Tachet (2000). Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates : relationship and definition of groups with similar traits. *Freshwater Biology* 43 : 175-205.
- Woodward, G., M. O. Gessner, P. S. Giller, V. Gulis, S. Hladyz, A. Lecerf, B. Malmqvist, B. G. McKie, S. D. Tiegs, H. Cariss, M. Dobson, A. Eloegi, V. Ferreira, M. A. S. Graça, T. Fleituch, J. O. Lacoursière, M. Nistorescu, J. Pozo, G. Risnoveanu, M. Schindler, A. Vadineanu, L. B. M. Vought and E. Chauvet (2012). Continental-scale effects of nutrient pollution on stream ecosystem functioning." *Science* 336(6087): 1438-1440.



Annexe 1. Résultats des relevés de diatomées dans les stations du Hoyoux, du Triffoy et du Ruisseau de Pailhe, fournis par le bureau d'études Bi-Eau. Campagne du 19 juillet 2013.

Liste floristique des diatomées benthiques en pourcentage relatif (pour mille)						
Hoyoux - récoltes du 19/07/13						
Taxons		H1	H2	H4	H5	H6
<i>Achnanthydium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot	*					
<i>Achnanthydium lauenburgianum</i> (Hustedt) Monnier Lange-Bertalot & Ector	*					2
<i>Achnanthydium lineare</i> W.Smith	*	2				
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	*	17	14	57	15	151
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	*					
<i>Achnanthydium</i> sp.					7	5
<i>Achnanthydium straubianum</i> (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot	*					2
<i>Amphora copulata</i> (Kütz) Schoeman & Archibald	*			10		
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	*	50				9
<i>Amphora montana</i> Krasske	*				2	
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	*			5		
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	*	341	43	89	78	102
<i>Amphora</i> species				5		5
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve fo. <i>amphisbaena</i>	*			2		
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski			5			
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg	*	19	86	60	24	65
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	*	5	10	5	10	
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann	*		2		2	2
<i>Craticula molestiformis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	*				2	2
<i>Cyclostephanos delicatus</i> (Genkal) Kling & Hakansson		5				
<i>Cyclostephanos invisitatus</i> (Hohn & Hellerman) Theriot Stoermer & Hakans	*	22	19	22	39	2
<i>Cyclotella atomus</i> var. <i>gracilis</i> Genkal & Kiss	*		2			
<i>Cyclotella distinguenda</i> var. <i>distinguenda</i> Hustedt	*					
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	*		5	10		
<i>Cyclotella</i> species		2				
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brebisson)W.Smith var. <i>elliptica</i>	*		5			
<i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson in Breb. & Godey) W.Smith var. <i>solea</i>	*			2		
<i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson) W.Smith var. <i>apiculata</i> (W.Smith) Ralfs	*		7	2		2
<i>Cymbella lancettula</i> (Krammer) Krammer				5		
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	*		2			
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	*	7	10	10	7	
<i>Diploneis oculata</i> (Brebisson) Cleve	*	17	2			
<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk et Klee	*	7		2	15	
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grun.) Houk & Klee	*	2		2	5	
<i>Discostella woltereckii</i> (Hustedt) Houk & Klee	*	43	31	12	39	
<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer morphotype 1	*		10		5	2
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann	*			2		
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleich in Rabh.) D.G. Mann	*				2	
<i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow	*			2		
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & Reichardt	*			2		
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	*	2		12	2	2
<i>Eolimna</i> species		12				
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehr.) Mills var. <i>bilunaris</i>	*	2				
<i>Fallacia lenzi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	*					
<i>Fallacia monoculata</i> (Hustedt) D.G. Mann	*					2
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann ssp. <i>pygmaea</i> Lange-Bertalot	*					2
<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann	*	5	5			
<i>Fallacia subulidula</i> (Hustedt) D.G. Mann	*		2			
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>vaucheriae</i> (Kützing)Lange-Bertalot	*					5
<i>Fragilaria</i> species		7	5	2		
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	*	2				
<i>Geissleria acceptata</i> (Hust.) Lange-Bertalot & Metzeltin	*			5		
<i>Gomphonema cuneolus</i> E. Reichardt						
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing var. <i>micropus</i>	*		5			
<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.)Agardh f. <i>minutum</i>	*		14		5	2
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>	*	2				
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	*	7	14	2		2
<i>Gomphonema</i> species		5	5			
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.	*			5		

Diatomées – Hoyoux 19/07/13 (suite)

<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	*					2
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	*			5		2
<i>Gyrosigma sciotense</i> (Sullivan et Wormley) Cleve	*	24		2	2	
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehr.) Lange-Bert. Metzeltin & Witkowski	*	12	10			12
<i>Hippodonta costulata</i> (Grunow) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	*		5			
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	*		7			2
<i>Mayamaea perimitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin	*					
<i>Melosira varians</i> Agardh	*		17	25	10	
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A. Agardh var. <i>circulare</i>	*	5		2		
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	*	2	2	7		5
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	*		7	5	10	5
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	*		10	2	5	9
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	*	38	45	10	10	16
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	*	5			5	
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	*	58	43	22	75	105
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	*		36	17	87	23
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	*		5			9
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. <i>reichardtiana</i>	*	10	48	10	32	
<i>Navicula slesvicensis</i> Grunow	*			2	5	
<i>Navicula</i> sp.						
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	*	17	12	52	100	58
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot var. <i>trivialis</i>	*	5	5	5	19	5
<i>Navicula upsaliensis</i> (Grunow) Peragallo	*	5				9
<i>Navicula veneta</i> Kützing	*				5	2
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	*					5
<i>Neidium binodeforme</i> Krammer	*	2				2
<i>Neidium productum</i> (W.M. Smith) Cleve	*		2			
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.M. Smith	*		5			
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow f. <i>amphibia</i>	*					2
<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot	*		2			
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	*			2		14
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A. Schmidt & al.	*	5	10	10	10	9
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow var. <i>dissipata</i>	*	24	10	30	24	23
<i>Nitzschia dubia</i> W.M. Smith	*	10				
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve et Möller	*		2			
<i>Nitzschia frequens</i> Hustedt	*	5				
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	*	2				2
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	*	7				5
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M. Smith var. <i>linearis</i>	*	10	2		7	12
<i>Nitzschia media</i> Hantzsch.	*			2	5	9
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	*		22	10	12	28
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow in Cl. &	*		14	5	19	12
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck	*		12	2	7	2
<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow	*		2	5		12
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch in Rabenhorst	*	2			2	
<i>Nitzschia rectiformis</i> Hustedt	*	17		2	10	14
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	*	26	5	27	53	58
<i>Nitzschia subtilis</i> Grunow in Cleve et Grunow	*				5	2
<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	*					2
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	*	2				
<i>Planothidium dubium</i> (Grun.) Round & Bukhtiyarova	*		2			7
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	*		7	10		9
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot	*		10	5	2	21
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> (Grunow) Morales	*	2				
<i>Punctastriata lancettula</i> (Schumann) Hamilton & Siver	*	2				
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	*		2		12	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	*	14	22	30		5

Diatomées – Hoyoux 19/07/13 (suite)

<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	*	2				
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	*	2	5	2	2	19
<i>Simonsenia delognei</i> Lange-Bertalot	*	5				
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	*			7		7
<i>Stauroneis thermicola</i> (Petersen) Lund	*					2
<i>Stausosira brevistriata</i> (Grunow) Grunow	*	10	5	15	44	
<i>Stausosira construens</i> Ehrenberg	*	5				
<i>Stausosira venter</i> (Ehr.) Cleve & Moeller	*	17	43	146	17	
<i>Stausosirella ovata</i> Morales		38	41	82	46	12
<i>Stausosirella pinnata</i> (Ehr.) Williams & Round	*			2		
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> fo. <i>tenuis</i> (Hustedt) Hakansson et Stoermer	*		2		2	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cl. & Grun. 1880	*	5		5	27	2
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Cleve & Moller	*				2	
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer et Hakansson	*	5	5	5		
<i>Stephanodiscus vestibulis</i> Hakansson Theriot & Stoermer	*			5		
<i>Surirella angusta</i> Kützing	*		7		2	
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>	*	7	187	37	39	56
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	*		2	2		
<i>Surirella minuta</i> Brebisson	*		5	5	10	7
<i>Surirella</i> species				17		
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	*					
<i>Thalassiosira weissflogii</i> (Grunow) Fryxell & Hasle	*		2			
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	*		5	2	5	
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	*	7				
ULNARIA Compère					2	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère	*			12		5
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère var. <i>acus</i> (Kütz.) Lange-Bertalot	*		5	5	7	
TOTAL		1000	1000	1000	1000	1000
IPS (sur 20)		14.1	12.0	13.6	12.5	12.8
TDI (sur 100)		87.7	76.2	74.3	79.1	71.6
Richesse taxinomique (nb. taxons/récolte)		60	67	68	56	64
Indice de diversité de Shannon (bits/ind.)		4.37	4.99	4.99	4.95	4.76
Equitabilité		0.74	0.82	0.82	0.85	0.79

Liste floristique des diatomées benthiques en pourcentage relatif (pour mille)							
Triffoy - récoltes du 19/07/13							
Taxons		T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Achnanthydium lauenburgianum</i> (Hustedt) Monnier Lange-Bertalot & Ector	*		2		2	2	
<i>Achnanthydium lineare</i> W.Smith	*			449	14		2
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	*	58	69	171	104	22	33
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	*			2			29
<i>Achnanthydium</i> sp.			2	2	5		
<i>Achnanthydium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	*			12			
<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoeman & Archibald	*						7
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	*	14		7	14	27	64
<i>Amphora montana</i> Krasske	*		5				
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	*						2
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	*	611	329	173	251	258	240
<i>Amphora</i> species			5		2	2	2
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski		17	47	9	9	20	12
<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cleve	*					5	
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg	*	14	47	5	227	144	14
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	*	5	19	9	14	15	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck	*		5		9		
<i>Cyclotella distinguenda</i> var. <i>distinguenda</i> Hustedt	*	2	2				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	*		5				
<i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson in Breb. & Godey) W.Smith var. <i>solea</i>	*		2				
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	*		2				
<i>Diademsis contenta</i> (Grunow ex V. Heurck) Mann	*		5		2		
<i>Diploneis oculata</i> (Brebisson) Cleve	*	2					88
<i>Diploneis parva</i> Cleve	*						10
<i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot			2			12	10
<i>Diploneis</i> sp..							5
<i>Encyonema</i> F.T. Kützing					9		
<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer morphotype 1	*		14		5	7	
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	*		9			5	
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	*	22	19		2		
<i>Eolimna</i> species						12	29
<i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	*		2				
<i>Fallacia lenzi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	*					5	10
<i>Fallacia lucinensis</i> (Hustedt) D.G. Mann	*						5
<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann	*	10			5	40	50
<i>Fallacia sublucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann	*		2		5	12	7
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	*			30			
<i>Fragilaria radicans</i> (Kütz.) Williams & Round			2				
<i>Fragilaria</i> species		7	2	2	2	5	21
<i>Gomphonema calcifugum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	*	2					
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing var. <i>micropus</i>	*				2		
<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.) Agardh f. <i>minutum</i>	*					5	
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>	*		7	5		5	
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	*		9				
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	*		5				
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	*						2
<i>Gyrosigma sciottense</i> (Sullivan et Wormley) Cleve	*			5		5	33
<i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bertalot	*						2
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehr.) Lange-Bert. Metzeltin & Witkowski	*				5	20	10
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	*					2	2
<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin	*				5		
<i>Melosira varians</i> Agardh	*	27	54	2	21	20	12
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A. Agardh var. <i>circulare</i>	*	5	21			2	
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	*		9		5	7	
<i>Navicula associata</i> Lange-Bertalot	*					15	
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs in Pritchard	*		2				
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	*	12	31	7	40	65	86
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	*	2	7			5	2
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	*	10	19		7	20	5
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. <i>reichardtiana</i>	*	7	45	5	47	20	12
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	*	58	26	47	33	97	40
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot var. <i>trivialis</i>	*		2				
<i>Navicula veneta</i> Kützing	*	12	2				
<i>Navicula vilaplaniif</i> (Lange-Bert. & Sabater) Lange-Bertalot & Sabater	*	5	5				
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	*				5	2	

Diatomées – Triffof 19/07/13 (suite)

<i>Neidium binodeforme</i> Krammer	*					2	
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow f. <i>amphibia</i>	*	5					
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	*		2				
<i>Nitzschia costei</i> Tudesque, Rimet & Ector							12
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow var. <i>dissipata</i>	*	58	61	56	19	17	40
<i>Nitzschia media</i> Hantzsch.	*					5	
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	*		2				
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow in Cl. &	*	12	2		5		
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck	*		2				
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch in Rabenhorst	*		2				
<i>Nitzschia rectiformis</i> Hustedt							2
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	*		2	2	14	12	62
<i>Nitzschia soratensis</i> Morales & Vis		2					
<i>Nitzschia species</i>		5					12
<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	*						5
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	*				2	2	
<i>Pinnularia species</i>			2				
<i>Placoneis clementis</i> (Grun.) Cox	*				7	2	
<i>Planothidium dubium</i> (Grun.) Round & Bukhtiyarova	*					5	
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	*	12	5		5	12	
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot	*		2		76	2	
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	*					2	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	*				5	5	5
<i>Sellaphora species</i>							10
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	*		7		5	5	
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G. Mann	*					2	
<i>Simonsenia delognei</i> Lange-Bertalot	*						5
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	*		5				
<i>Stauroneis thermicola</i> (Petersen) Lund	*	2					
<i>Stausira brevistriata</i> (Grunow) Grunow	*						2
<i>Stausirella pinnata</i> (Ehr.) Williams & Round	*					2	
<i>Suirella angusta</i> Kützing	*		2				
<i>Suirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>	*		40		2	7	
<i>Suirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	*					12	
<i>Suirella helvetica</i> Brun	*					2	5
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	*		5				
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	*		5				
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère	*		5		5	2	2
TOTAL		1000	1000	1000	1000	1000	1000
IPS (sur 20)		15.4	15.2	18.6	15.6	15.3	15.8
TDI (sur 100)		90.3	80	48.2	73.9	80.5	78.8
Richesse taxinomique (nb. taxons/récolte)		28	55	20	39	51	42
Indice de diversité de Shannon (bits/ind.)		2.54	4.13	2.53	3.68	4.23	4.23
Equitabilité		0.53	0.71	0.59	0.70	0.75	0.78

Liste floristique des diatomées benthiques en pourcentage relatif (pour mille)			
Ruisseau de <b>Pailhe</b> - récolte du 19/07/13			
Désignation		Nombre	0/00
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	*	62	150
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	*	37	89
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>	*	29	70
<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.) Agardh f. <i>minutum</i>	*	24	58
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	*	23	56
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	*	19	46
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	*	16	39
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	*	13	31
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg	*	12	29
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	*	12	29
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow var. <i>dissipata</i>	*	11	27
<i>Melosira varians</i> Agardh	*	8	19
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehr.) Lange-Bert. Metzeltin & Witkowski	*	8	19
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow in Cl. & Gru	*	7	17
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	*	7	17
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	*	7	17
<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer morphotype 1	*	7	17
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	*	6	14
<i>Staurosirella ovata</i> Morales		5	12
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	*	5	12
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot var. <i>trivialis</i>	*	5	12
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	*	5	12
<i>Surirella angusta</i> Kützing	*	4	10
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	*	4	10
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grun.) Houk & Klee	*	4	10
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère	*	3	7
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A. Schmidt & al.	*	3	7
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	*	3	7
<i>Amphora species</i>		3	7
<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	*	3	7
<i>Navicula upsaliensis</i> (Grunow) Peragallo	*	3	7
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. M. Smith var. <i>linearis</i>	*	3	7
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	*	2	5
<i>Nitzschia rectiformis</i> Hustedt		2	5
<i>Nitzschia media</i> Hantzsch.	*	2	5
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	*	2	5
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	*	2	5
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cl. & Grun. 1880	*	2	5
<i>Surirella minuta</i> Brebisson	*	2	5
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch in Rabenhorst	*	2	5
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	*	2	5
<i>Puncticulata radiosa</i> (Lemmermann) Håkansson	*	2	5
<i>Amphora copulata</i> (Kütz) Schoeman & Archibald	*	2	5
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	*	2	5
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	*	2	5
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck	*	2	5
<i>Nitzschia acula</i> Hantzsch	*	1	2
<i>Achnanthydium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	*	1	2
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	*	1	2
<i>Neidium binodis</i> (Ehrenberg) Hustedt	*	1	2
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	*	1	2
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	*	1	2
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brebisson) W. Smith var. <i>elliptica</i>	*	1	2
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch in Rabenhorst) D. G. Mann	*	1	2

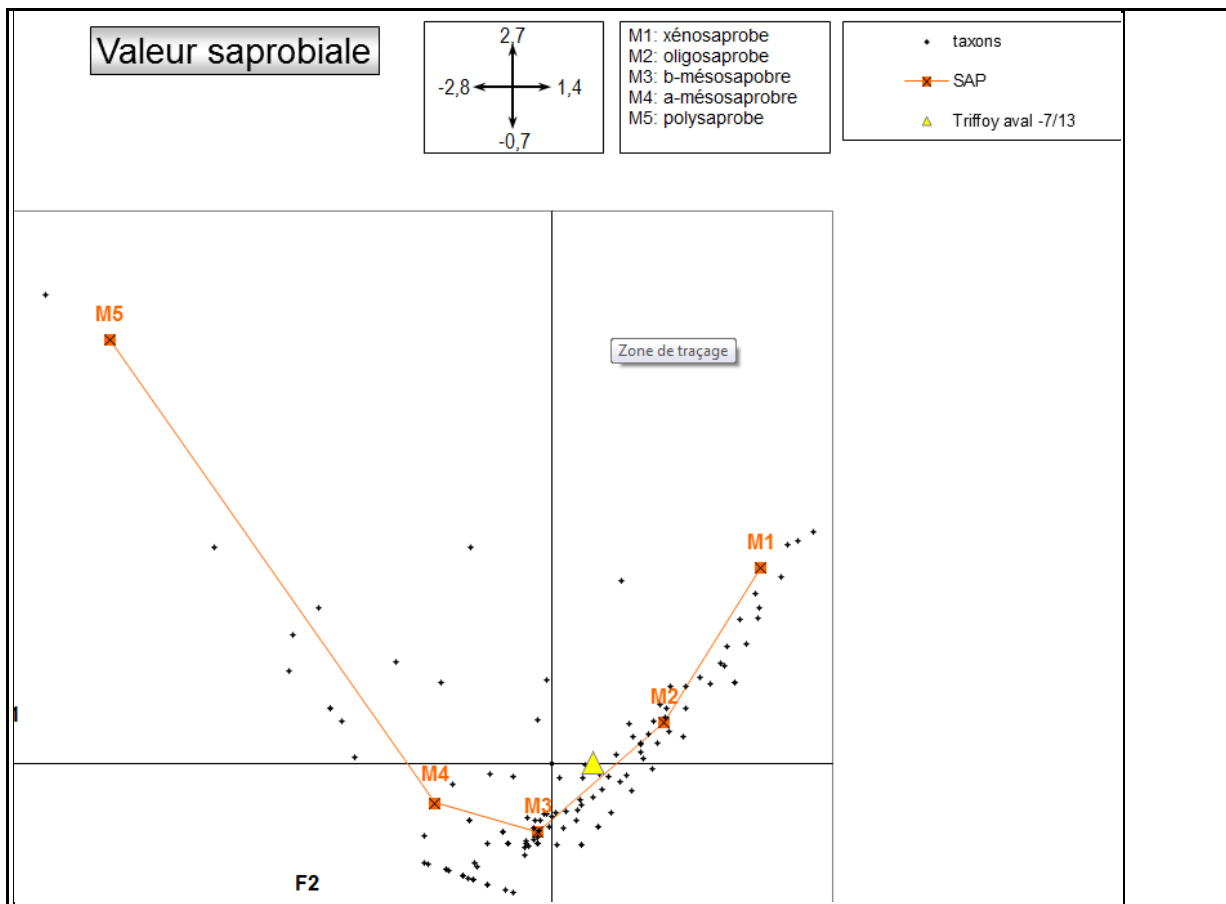
Diatomées – Triffof 19/07/13 (suite)

<i>Tryblionella gracilis</i> w. <i>Smith var. subsalina</i> (O'Meara) Aboal	*	1	2
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	*	1	2
<i>Cyclostephanos invisitatus</i> (Hohn & Hellerman) Theriot Stoermer & Hakansson	*	1	2
<i>Achnanthydium lauenburgianum</i> (Hustedt) Monnier Lange-Bertalot & Ector	*	1	2
<i>Achnanthydium</i> sp.		1	2
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve et Möller	*	1	2
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	*	1	2
<i>Gyrosigma sciotense</i> (Sullivan et Wormley) Cleve	*	1	2
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. <i>reichardtiana</i>	*	1	2
<i>Navicula associata</i> Lange-Bertalot	*	1	2
<i>Eolimna species</i>		1	2
<i>Surirella helvetica</i> Brun	*	1	2
<i>Achnanthydium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	*	1	2
<i>Nitzschia subtilis</i> Grunow in Cleve et Grunow	*	1	2
<i>Planothidium dubium</i> (Grun.) Round & Bukhtiyarova	*	1	2
<i>Hippodonta costulata</i> (Grunow) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	*	1	2
<i>Navicula cataracta-rheni</i> Lange-Bertalot	*	1	2
TOTAL		414	1000
IPS (sur 20)		13.2	
TDI (sur 100)		77.7	
Richesse taxinomique (nb. taxons/récolte)		71	
Indice de diversité de Shannon (bits/ind.)		5.05	
Equitabilité		0.82	

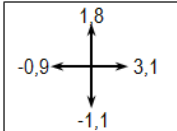


Annexe 2 Tableau faunistique provenant de l'analyse des échantillons du Triffoyl, station aval et illustration de quelques traits bio/écologiques de la station, comparé à des relevés de référence : la station est représentée par un triangle jaune projeté dans le plan des 2 premiers axes d'une analyse factorielle des correspondances.

2	Station:	Triffoyl aval	
1	Altitude:	<1000m	
1	Biocénotype	METARITHRON	
0	Zone Biogéoc	Océanique	
1	Saison:	ETE	
3	Echantillon p	19 juillet 2013	
4	Effectifs Vrais stationnel		
2	Ordre Ingn	Taxons	
	I008	Beraeidae	2
	I011	Ecnomidae	1
	I015	Hydropsychidae	2
	I019	Limnephilidae	2
	I026	Rhyacophilidae	5
	I032	Ephemereilidae	7
	I033	Ephemeridae	61
	I060	Elmidae	6
	I076	Chironomidae	38
	I083	Limoniidae	2
	I089	Simuliidae	1
83	I113	Gammaridae	296
45	I132	Lymnaeidae	25
42	I135	Planorbidae	1
33	I139	Glossiphoniidae	1

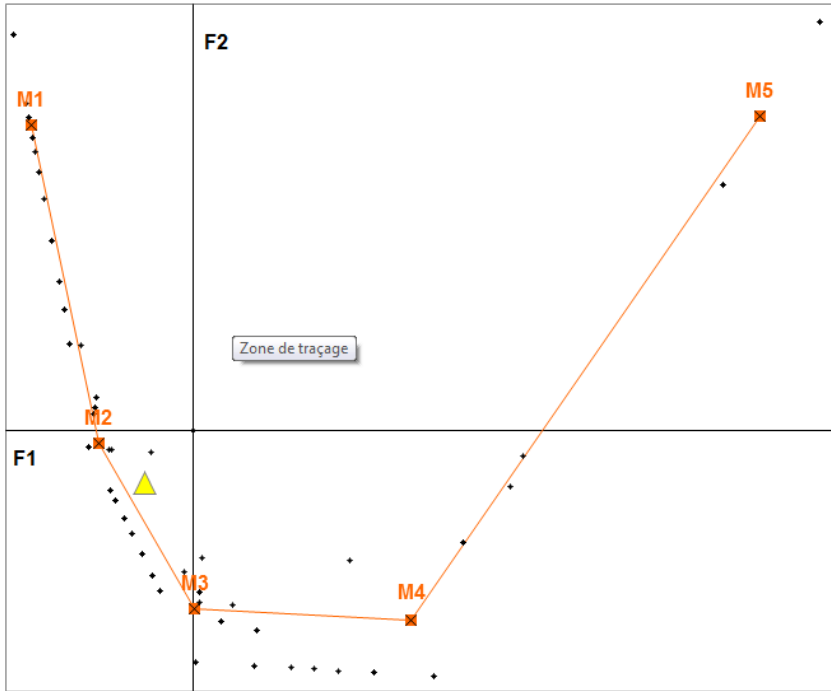


# Polluosensibilité globale

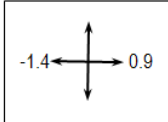


M1: très faible (0,1)  
 M2: faible (2,3)  
 M3: moyenne (3,4)  
 M4: forte (5,6)  
 M5: très forte (7,8)

• taxons  
 — POL  
 ▲ Trifoy aval -7/13

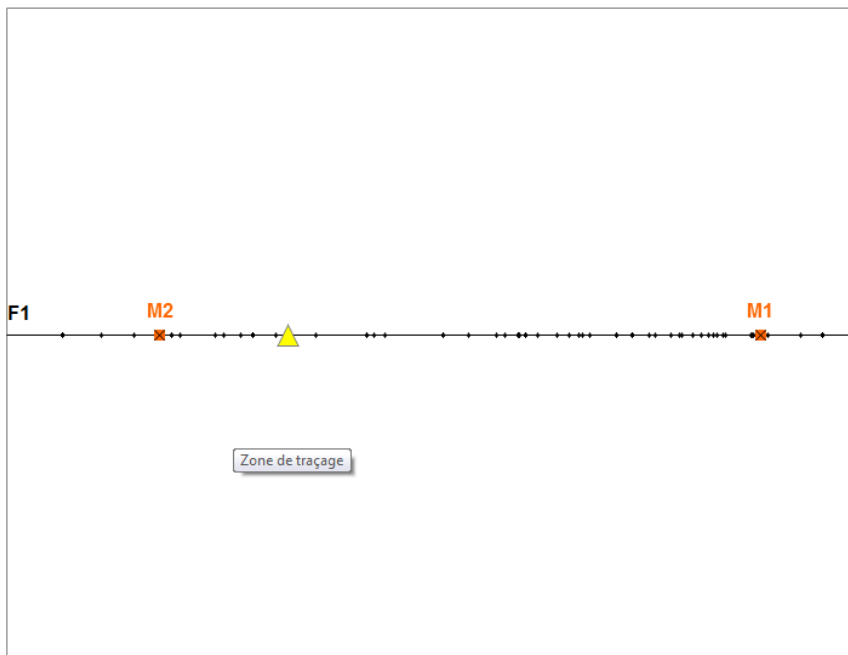


# Durée du cycle vital

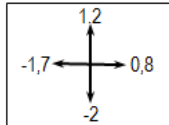


M1: <= 1an  
 M2: > 1an

• taxons ■ DCV ▲ Trifoy aval -7/13

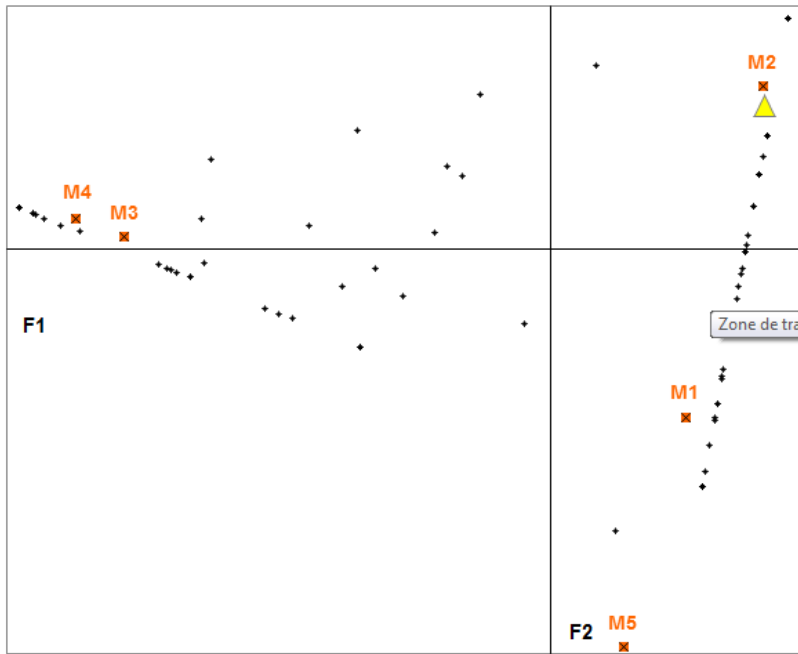


## Respiration

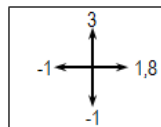


M1: tégument  
M2: branchies  
M3: plastron  
M4: spiracle  
M5: vésicule hydrostatique

• taxons ■ RES ▲ Triffoya aval -7/13

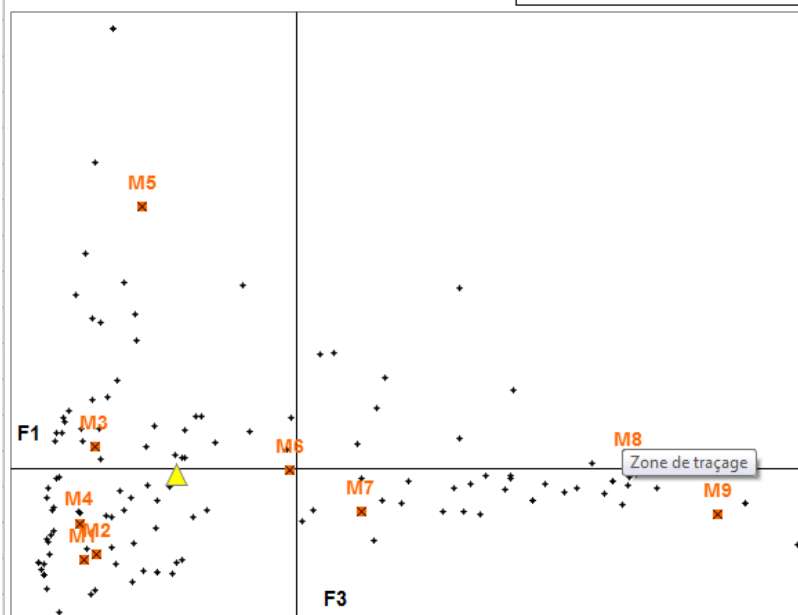


## Type de nourriture

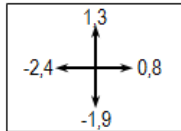


M1: sédiment fin + microorganismes  
M2: débris < 1mm  
M3: débris végétaux > 1mm  
M4: microphytes  
M5: macrophytes  
M6: débris animaux > 1mm  
M7: microinvertébrés  
M8: macroinvertébrés  
M9: vertébrés

• taxons ■ TDN ▲ Triffoya aval -7/13

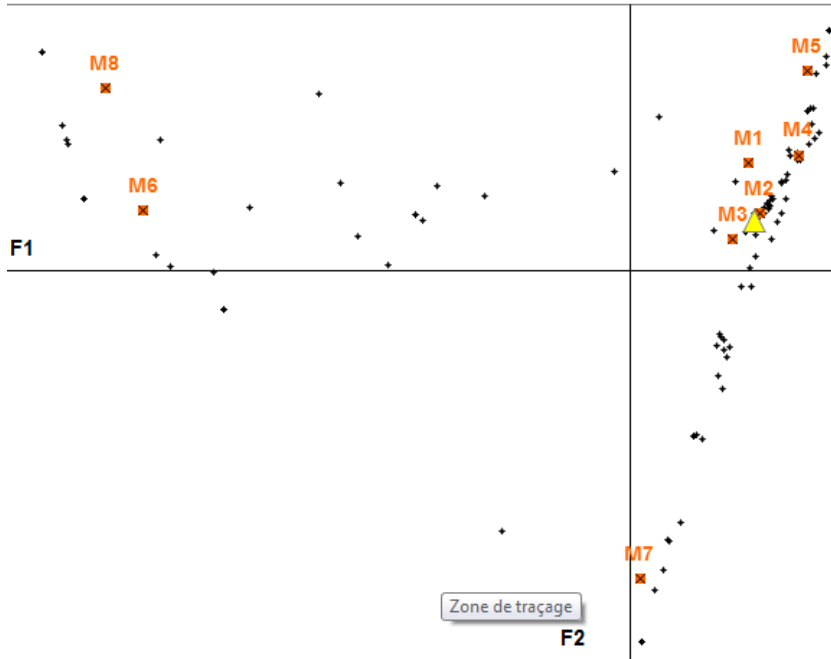


### Mode d'alimentation

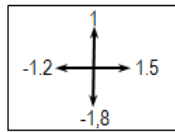


- M1: absorbeur
- M2: mangeur de dépôts
- M3: broyeur
- M4: racleur
- M5: filtreur
- M6: perceur
- M7: prédateur
- M8: parasite

- taxons
- MAL
- ▲ Trifoy aval -7/13

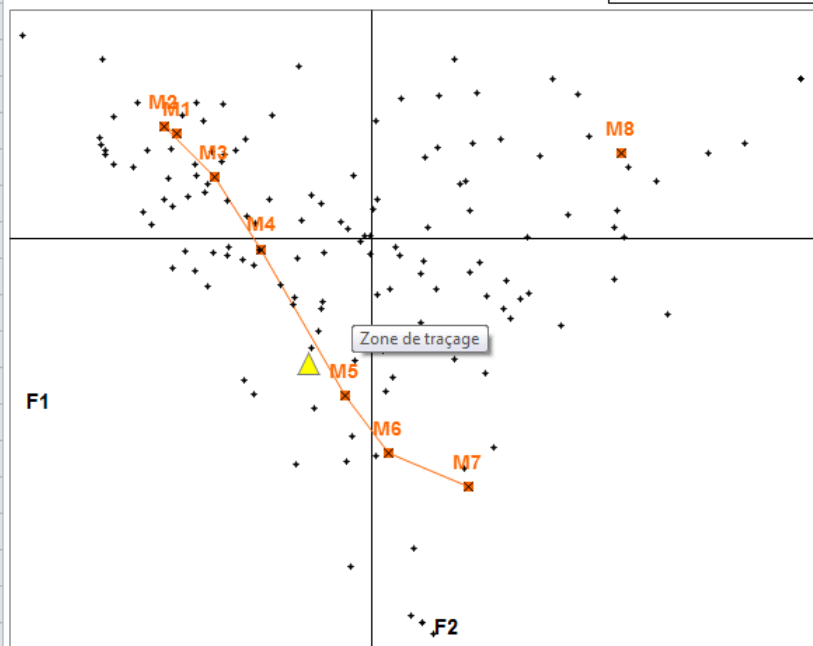


### Distribution longitudinale

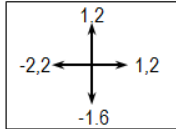


- M1: crénon
- M2: épirthron
- M3: métarithron
- M4: hyporithron
- M5: épipotamon
- M6: métapotamon
- M7: estuaire
- M8: hors système fluvial

- taxons
- DLO
- ▲ Trifoy aval -7/13

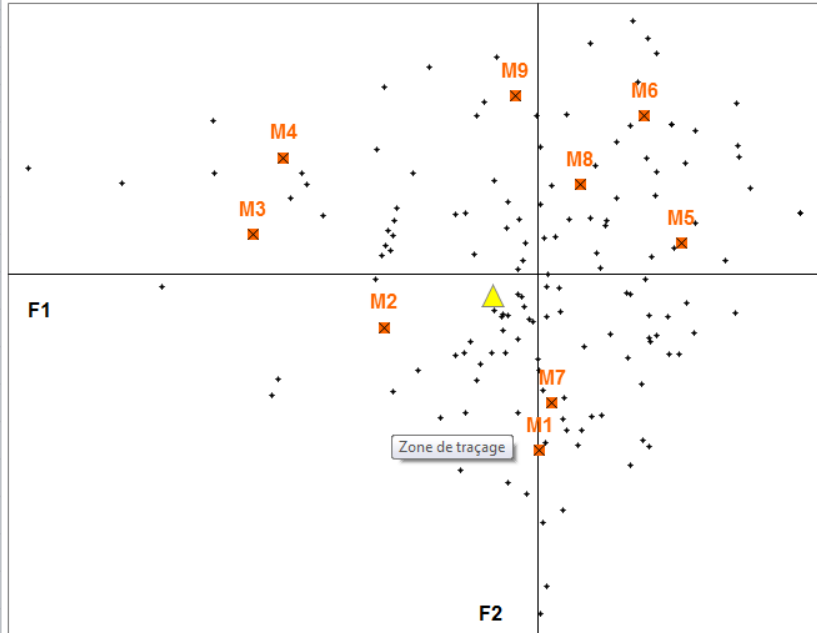


### Substrat

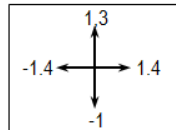


- M1: blocs/pierres/cailloux/galets
- M2: gravier
- M3: sable
- M4: limon
- M5: macrophytes
- M6: microphytes
- M7: branches/racines
- M8: débris organiques/litières
- M9: vase

- taxons
- SUB
- ▲ Triffoy aval -7/13

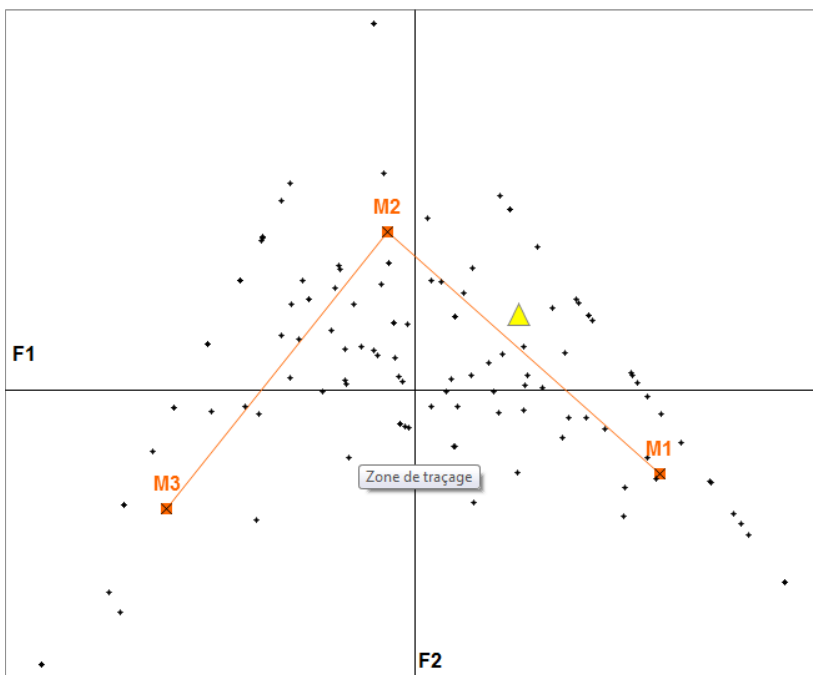


### Statut trophique

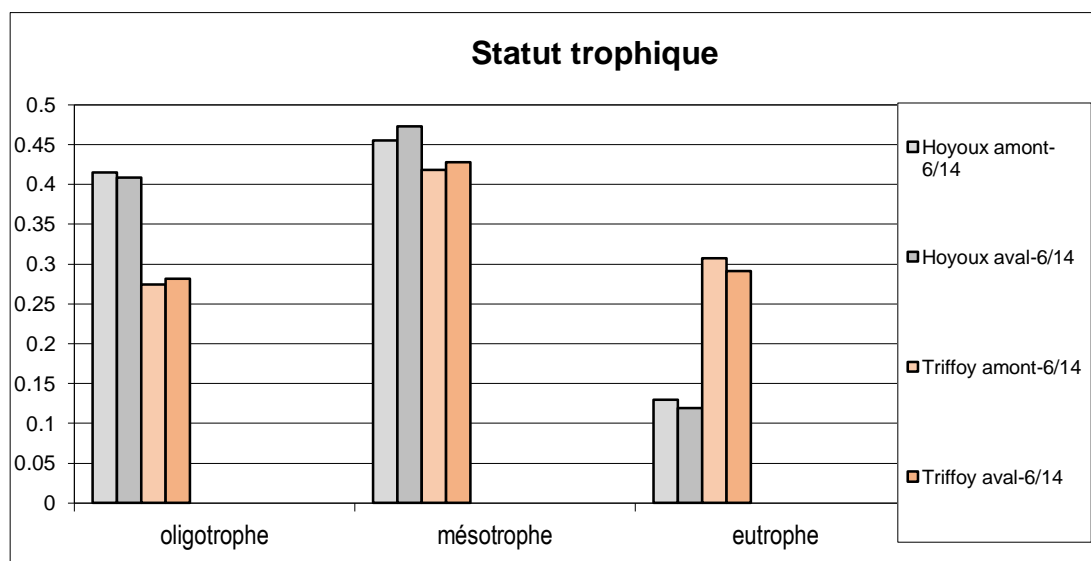
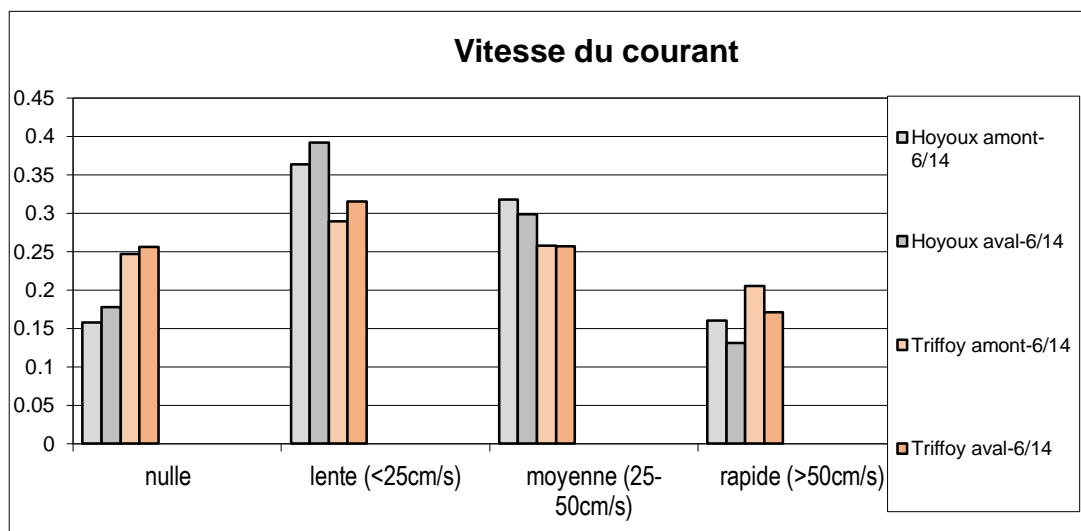
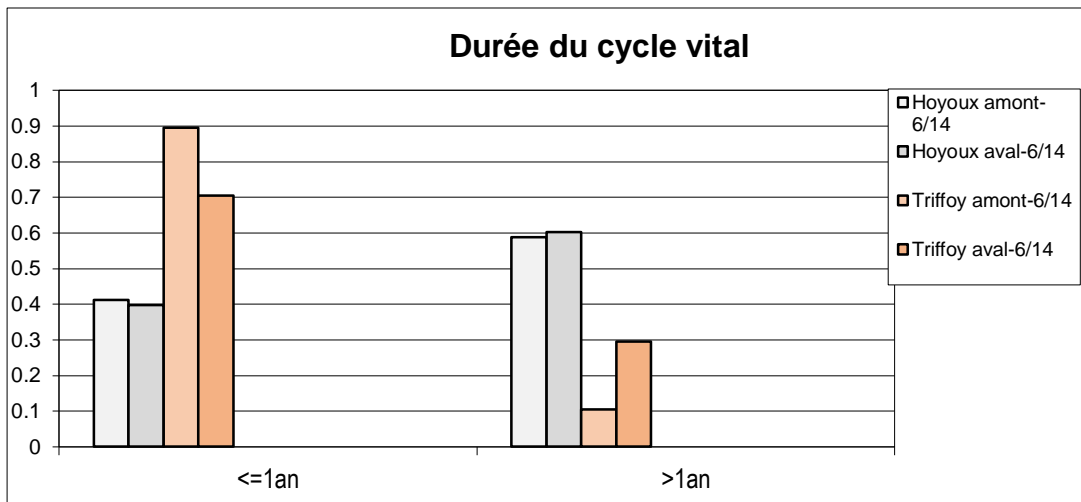


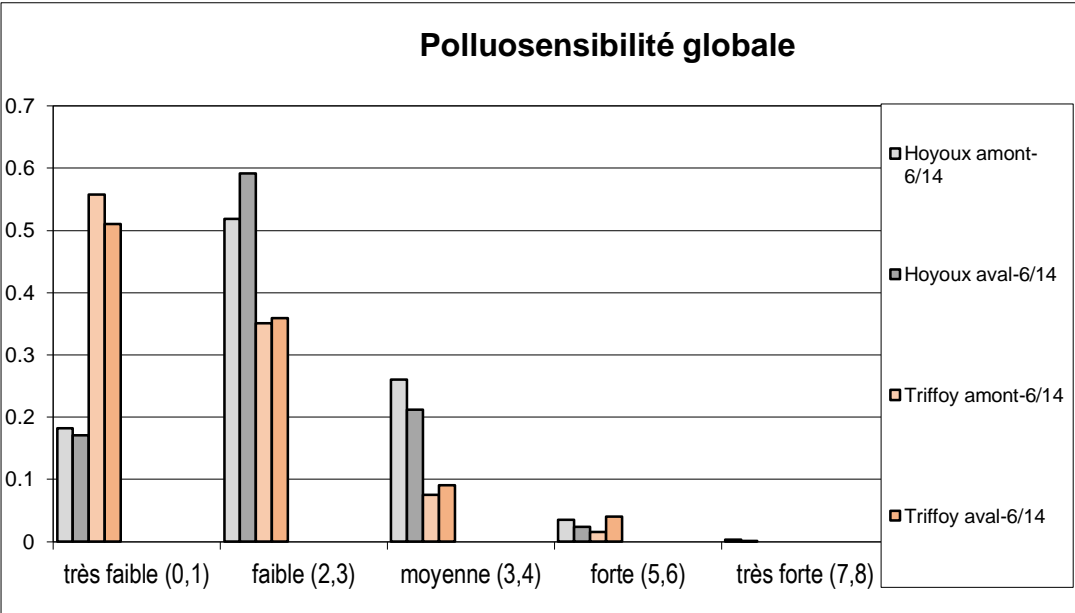
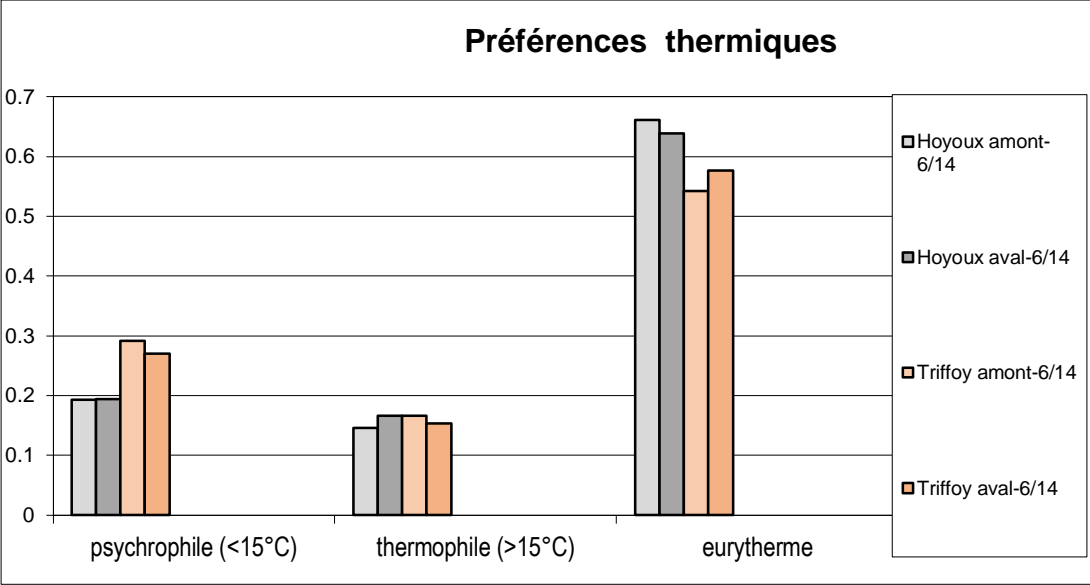
- M1: oligotrophe
- M2: mésotrophe
- M3: eutrophe

- taxons
- DDT
- ▲ Triffoy aval -7/13



Annexe 3 : Analyse des traits biologiques du Hoyoux et du Triffroy (campagne d'avril 2014) : Principaux traits différenciant les deux cours d'eau.







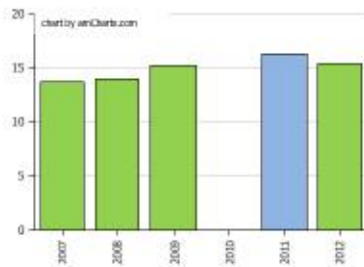
Annexe 4. Fiches de la qualité biologique du Hoyoux et du Triffroy, extraites de la base de données Aquabio du SPW.

Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement  
 Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole  
**QUALITE BIOLOGIQUE DES COURS D'EAU**

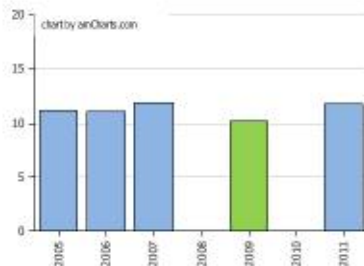
Site Wise	: BERW_15024
Cours d'eau	: Hoyoux
Commune	: Modave
Sous-bassin	: MEUSE AVAL
Masse d'eau surveillée	: MV07R - Hoyoux I
Typologie de la masse d'eau	: Ruisseaux condrusiens à pente moyenne
Numéro de typologie	: RIV_13
Caractère de la masse d'eau	: Naturelle
Coordonnées	: X : 214430 Y : 128450 (Lambert 1972)



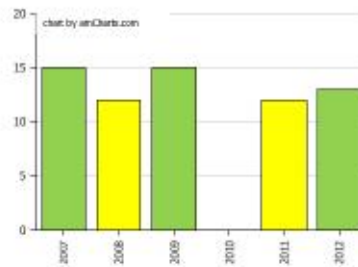
IPS moyen (Diatomées)



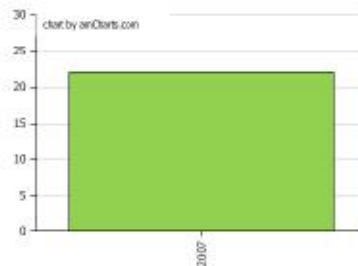
IBMR (Macrophytes)



IBGN/IBGA (Macroinvertébrés)



IBIP (Poissons)



**QUALITE BIOLOGIQUE DES COURS D'EAU**

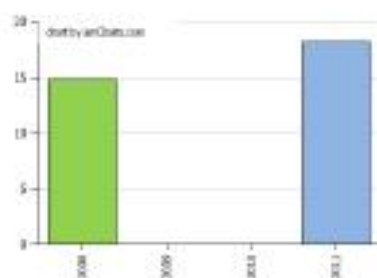
Site Wise	:	BERW_15022
Cours d'eau	:	Ruisseau du Trifoy
Commune	:	Modave
Sous-bassin	:	MEUSE AVAL
Masse d'eau surveillée	:	MV08R - Ruisseau du Trifoy
Typologie de la masse d'eau	:	Ruisseaux conrusiens à pente moyenne
Numéro de typologie	:	RIV_13
Caractère de la masse d'eau	:	Naturelle
Coordonnées	:	X : 213491 Y : 129052 (Lambert 1972)



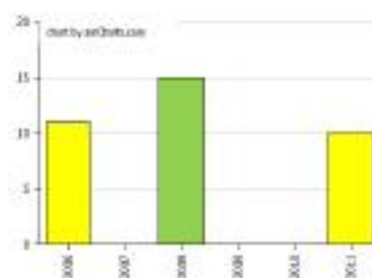
IPS moyen (Diatomées)



IBN/IBGA (Macroinvertébrés)



IBMR (Macrophytes)



IBP (Poissons)

Pas de données disponibles

