

# CETE-IF

Direction Régionale  
de l'Équipement  
d'Île-de-France

CETE  
d'Île-de-France

Site de Trappes

## MESURE DES IMPACTS DE REJETS PERMANENTS OU TEMPORAIRES DANS LES COURS D'EAU A PARTIR DE L'ANALYSE DE LA COLONISATION DE SUPPORTS ARTIFICIELS STANDARDISES PAR LES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES.



Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,  
du Développement durable et de la Mer

en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

Version	Auteur	Commentaires
1	Rollin	

## Affaire suivie par

Claude ROLLIN
Tél. 01 34 82 12 29 / fax 01 30 50 83 69
Mél. <a href="mailto:clau.rolin@developpement-durable.gouv.fr">clau.rolin@developpement-durable.gouv.fr</a>

## Référence Intranet

[http://intra.dreif.i2/rubrique.php3?id\\_rubrique=287](http://intra.dreif.i2/rubrique.php3?id_rubrique=287)

## Résumé

L'évaluation des impacts d'une surverse de réseau unitaire par temps de pluie (SRUTP) dans un petit ruisseau a été testée pendant deux années consécutives, à partir de la colonisation de substrats artificiels par la macro-faune benthique. Les résultats obtenus étant plutôt satisfaisants, le présent rapport décrit :

- l'ensemble des opérations de terrain pour la réalisation et l'implantation des supports de colonisation ainsi que la récolte et la conservation des échantillons.
- L'ensemble des opérations de laboratoire pour le tri et la détermination des individus ainsi qu'une méthode pour le dénombrement des populations.
- L'interprétation des résultats obtenus, à partir des analyses comparative des inventaires réalisés en amont et en aval du rejet, selon les principes généraux de l'IBGN et du BMWP Score.

# Sommaire

---

<b>1.</b>	<b>AVANT PROPOS .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>TERMES ET DEFINITIONS.....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>DOMAINE D'APPLICATION .....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>TRAVAIL DE TERRAIN .....</b>	<b>6</b>
4.1.	<i>Les supports de colonisation .....</i>	<i>7</i>
4.2.	<i>Principes de bases pour la réalisation et l'implantation des supports de colonisation 7</i>	
4.3.	<i>Récolte des échantillons.....</i>	<i>8</i>
4.4.	<i>Conservation des échantillons.....</i>	<i>8</i>
<b>5.</b>	<b>TRAVAIL AU LABORATOIRE .....</b>	<b>9</b>
5.1.	<i>Conservation des échantillons .....</i>	<i>9</i>
5.2.	<i>Lavage des échantillons prélevés.....</i>	<i>9</i>
5.3.	<i>Tri et détermination des individus .....</i>	<i>9</i>
5.4.	<i>Dénombrement des individus .....</i>	<i>10</i>
<b>6.</b>	<b>INTERPRETATION DES RESULTATS.....</b>	<b>11</b>
6.1.	<i>Analyse de la variété taxonomique .....</i>	<i>11</i>
6.2.	<i>Analyse type IBGN.....</i>	<i>11</i>
6.3.	<i>Analyse type BMWP Score.....</i>	<i>11</i>
6.4.	<i>Analyse des populations .....</i>	<i>11</i>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>12</b>
	<b><u>EXEMPLE D'APPLICATION : IMPACT D'UNE SRUTP</u>.....</b>	<b>15</b>
<b>8.</b>	<b>CARACTERISATION DU SITE RETENU .....</b>	<b>15</b>
8.1.	<i>Le réseau d'assainissement .....</i>	<i>15</i>
8.2.	<i>Le milieu récepteur .....</i>	<i>16</i>
8.3.	<i>Les points de mesures.....</i>	<i>17</i>
<b>9.</b>	<b>EXPRESSION DES RESULTATS.....</b>	<b>18</b>
9.1.	<i>Analyses avec la variété taxonomique.....</i>	<i>18</i>

9.2.	<i>Analyse avec la méthode « type IBGN »</i> .....	19
9.3.	<i>Analyse avec la méthode « type BMWP Score »</i> .....	20
9.4.	<i>Analyse globale de tous les points pour l'ensemble de la période</i> .....	21
9.5.	<i>Analyses du comptage des effectifs</i> .....	22

## 1. AVANT PROPOS

Tout apport hydraulique, permanent ou non, modifie nécessairement les caractéristiques du cours d'eau récepteur. La macro-faune benthique du cours d'eau, étant directement exposée à toutes ces modifications, peut être considérée comme un bon élément intégrateur à la fois de la diversité des paramètres susceptibles d'être modifiés et de la variabilité des modifications apportées.

On considérera qu'un apport a un impact sur le milieu récepteur lorsqu'on observe des différences notables au niveau de la diversité et/ou de la densité des populations des différents taxons colonisant le même type d'habitat placés de part et d'autre du rejet.

La méthode étant avant tout comparative :

- la comparaison amont /aval doit être strictement limitée à un même type habitat car la macro-faune est très inféodée à son habitat (couple support /vitesse du courant).
- l'analyse de la variété taxonomique n'impose pas de fixer des limites précises à la détermination mais il faut simplement que les limites soient les mêmes pour tous les points.
- le dénombrement des individus nécessite d'être très rigoureux vis à vis de la surface prospectée et des techniques de sous échantillonnages pour le comptage des individus de petites tailles.

## 2. TERMES ET DEFINITIONS

**BMWP Score (originale) :** méthode anglaise pour apprécier la qualité d'un cours d'eau. Un indice , de 1 à 10, est attribué à 80 taxons considérés comme indicateurs. Le Score représente la somme des indices de tous les taxons « indicateurs » présents dans la liste faunistique.

**Elutriation :** Séparation de la fraction organique de la fraction minérale du prélèvement en utilisant leur différence de densité.

**Habitat :** couple associant un substrat avec la vitesse du courant auquel il est soumis.

**Périphyton :** ensemble du biofilm qui recouvre tout support immergé. Ce biofilm peut être composés d'algues, de bactéries et/ou de champignons.

**Intégration dans le milieu .** période englobant toutes les phases de colonisation du support par le péri-phyton jusqu'au renouvellement naturel des populations.

**I.B.G.N. :** norme française (NF T 90-350) pour apprécier la qualité globale d'un cours d'eau. Cet un indice (de 1 à 20 ) qui combine la variété taxonomique avec le taxon, significativement présent, qui est considéré comme le plus polluosensible.

**Macro-invertébrés benthiques :** ensemble des animaux sans squelette interne, et d'une taille supérieure à 0,5 mm, dont au moins une partie du cycle de vie est aquatique. Cet ensemble est principalement composé par les insectes ( larves, nymphes ou adultes), les crustacés, les mollusques et les vers.

**S.R.U.T.P.** : surverse de réseau unitaire par temps de pluie

**Substrat** : élément ou association d'éléments minéraux et/ou organiques, présentant des caractères physiques homogènes sur une certaine surface.

**Support de colonisation artificiels**: ensemble comprenant le substrat ou l'association de plusieurs substrats ainsi que le contenant qui permet de délimiter la surface et le volume. Le qualificatif « artificiel » signifie que l'opérateur est intervenu sur le support pour en favoriser la colonisation.

**Surber** : appareil à prélèvement équipé d'un filet (vide de maille 0,5 mm) permettant de récolter l'ensemble des macro-invertébrés qui ont colonisé le support de colonisation.

**Taxon** : unité générale qui fait référence à la systématique.

**Tri** : phase de travail au laboratoire consistant à :

- différencier les macro-invertébrés des autres éléments minéraux ou organiques présents dans l'échantillon prélevé.
- Différencier et/ou extraire des individus de chaque taxon pour les identifier au niveau de détermination souhaité.
- Dénombrer et/ou estimer les effectifs de chaque taxon.

### 3. DOMAINE D'APPLICATION

Cette méthode s'applique pour tous types de rejets permanents ou temporaires dans des cours d'eau permanents et permet de s'affranchir de l'hétérogénéité des habitats.

Les principes généraux sont ceux définis dans les méthodes indicielles (IBGN, IBGA, BMWP Score). L'établissement et l'interprétation des listes faunistiques diffèrent radicalement en ce qui concerne les prélèvements de la macro-faune puisque la prospection ne porte que sur un seul habitat et que celui-ci est composé par un support de colonisation artificiel.

La méthode décrit les préconisations concernant :

- La confection, l'implantation et la récolte des supports de colonisation.
- Le conditionnement, le tri et la détermination des différents taxons
- Le comptage et les techniques d'estimation des populations des différents taxons
- La mise en forme et l'interprétation des résultats

### 4. TRAVAIL DE TERRAIN

La caractérisation de l'impact d'un rejet nécessite obligatoirement une visite préliminaire de terrain pour juger de l'opportunité et/ou de la faisabilité de la mise en œuvre de la méthode.

Cette reconnaissance de terrain doit permettre de repérer dans la zone d'écoulement préférentiel du cours d'eau, un secteur amont qui sera considéré comme référence et au moins un secteur aval qui bénéficie des mêmes conditions d'écoulement (vitesse et profondeur), sachant que la colonisation ne portera que sur un seul habitat dont la surface est de l'ordre de 0,05 m<sup>2</sup>. La zone où l'impact est le plus perceptible étant toujours très difficile à apprécier, on

aura tout intérêt à rechercher des points supplémentaires à l'aval pour mieux apprécier la dynamique de l'impact.

#### 4.1. LES SUPPORTS DE COLONISATION

Les supports de colonisation doivent présenter les mêmes caractéristiques en termes d'habitabilité c'est à dire qu'ils doivent être composés des mêmes matériaux, qu'ils doivent avoir la même surface, la même épaisseur et les conditions d'immersion et de vitesse du courant doivent être très semblables.

L'habitabilité d'un substrat ne se limitant pas qu'au gîte, il faut également qu'il apporte le couvert ; le substrat doit également offrir un bon support de colonisation pour le périphyton. Cette nécessité de travailler avec des supports de colonisation quasi identiques fait qu'il est souvent plus facile de créer des supports de colonisation « artificiels » et de les implanter au bon endroit plutôt que de s'évertuer à les rechercher.

#### 4.2. PRINCIPES DE BASES POUR LA REALISATION ET L'IMPLANTATION DES SUPPORTS DE COLONISATION

Les supports de colonisation doivent être à la fois neutres (chimiquement) et attractifs en terme d'habitabilité pour attirer le plus grand nombre de taxons dont les plus pollu-sensibles. Ils doivent être suffisamment stables pour ne pas être entraînés par le courant et ils doivent être toujours immergés.

Un substrat minéral dur type « pierre –galet » (granulométrie comprise entre 250 et 25 mm) convient tout à fait pour l'habitabilité, la stabilité et la dimension du support. Si ce type de substrat est présent naturellement dans le cours d'eau à étudier, il est possible de le « standardiser » en le plaçant dans des paniers ajourés (Cf. figure 1). Cette méthode présente l'avantage d'utiliser un substrat déjà colonisé naturellement par le périphyton du cours d'eau. La colonisation par les macro-invertébrés peut ainsi être immédiate et on peut considérer qu'elle est optimale au bout d'un mois.

Si on ne peut pas trouver dans le cours d'eau le type de substrat que l'on veut utiliser, on sera obligé de l'importer et il faudra ménager une durée « d'intégration dans le milieu » d'au moins 2 mois pour que le périphyton s'y installe durablement.

Si on envisage de réaliser des substrats « standardisés » avec un liant type béton il faudra prévoir, en plus du temps de séchage du béton, une durée d'intégration deux fois plus longue pour prendre en compte la désactivation du béton.



Figure 1 : Photos de supports artificiels et schéma de ceux utilisés pour l'étude

Un support bien intégré doit être difficile à repérer visuellement il est donc nécessaire de localiser précisément son emplacement. Attention, il est aussi important que les supports de colonisation et les éventuels repères de localisation n'agressent pas le regard des « amoureux inconditionnels de la nature » car ils risqueraient d'être enlevés...

Un substrat neutre et souple type «écheveau de ficelle synthétique » peut compléter l'habitabilité du support et également faciliter sa manutention.

Il est également recommandé d'effectuer quelques visites de contrôle afin de vérifier que les conditions d'implantation des supports de colonisation ne se sont pas trop modifiées au fil du temps.

### 4.3. RECOLTE DES ÉCHANTILLONS.

La réalisation des prélèvements est soumise aux mêmes règles que celles préconisées pour les IBGN, à savoir que les prélèvements ne doivent pas être effectués en période de hautes eaux.

La récolte des échantillons peut être réalisée après un mois de colonisation.

Il est recommandé d'utiliser un filet de type surber pour effectuer les prélèvements. Afin de limiter les pertes, il est souhaitable que l'ouverture du filet permette d'insérer la totalité du support de colonisation à l'intérieur du filet, il est également recommandé de brosser légèrement toute la surface du lit du cours d'eau sur lequel repose le support de colonisation pour récupérer les organismes qui y ont trouvé refuge.



Figure 2: Récupération, brossage et conditionnement d'une colonisation.

Les supports de colonisation seront brossés et rincés soigneusement avant d'être retirés du surber. Il n'est pas conseillé d'essayer d'éliminer le maximum de particules fines contenues dans le filet par des rinçages abondants car vous risquez d'éliminer également un nombre important d'oligochètes.

La récolte doit être placée assez rapidement dans un récipient à large ouverture (sac plastique résistant ou bocal à conserve par exemple) et correctement identifiée.

### 4.4. CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS.

Si les récoltes ne peuvent pas être analysées immédiatement, elles doivent impérativement être stabilisées dans les heures qui suivent le prélèvement soit avec un conservateur (alcool ou formol) soit par congélation.

Ces deux techniques présentent des avantages mais aussi des inconvénients que l'opérateur ne doit pas ignorer.

L'alcool est un produit fortement inflammable et très volatile. Le transport et la manipulation de quantités non négligeables de ce produit dans une voiture en période estivale ne sont pas recommandés sachant qu'au final les récoltes doivent baigner dans une solution alcoolique à environ 70°.

Le formol quant à lui est un produit très dangereux qui ne doit être manipulé qu'avec des gants et sous hotte. **Son utilisation sur le terrain est donc à exclure.** Le formol est commercialisé généralement à 30 % ; une dilution au dixième suffit largement pour assurer la conservation des échantillons prélevés.

La congélation sur le terrain est également difficilement envisageable.

Quelle que soit la technique retenue, la stabilisation des échantillons est une opération qu'il vaut mieux réaliser en laboratoire. Un échantillon maintenu au froid dans une glacière peut être stabilisé le lendemain.

## 5. TRAVAIL AU LABORATOIRE

### 5.1. CONSERVATION DES ECHANTILLONS

Comme indiqué au paragraphe précédent il est vivement recommandé d'effectuer ce travail au laboratoire et sous hotte aspirante si on utilise un conservateur chimique.

Si on utilise la congélation il est recommandé de réduire les volumes à congeler et/ou de les répartir dans plusieurs contenants de façon à avoir des temps de décongélation plus courts. Il faut savoir que la congélation détruit les oligochètes et d'une façon générale fragilise les tissus : un échantillon décongelé doit donc être traité rapidement car la congélation n'aseptise pas les échantillons.

### 5.2. LAVAGE DES ECHANTILLONS PRELEVES

Le lavage des échantillons stabilisés doit être effectué sur une colonne de tamis et impérativement sous hotte aspirante. Il doit être réalisé à grande eau à l'aide d'une douchette et autant que nécessaire pour éliminer la totalité des conservateurs.

Pour faciliter les opérations de tri on peut également avoir recours à l'élutriation des échantillons tamisés.

L'élutriation permet de séparer les éléments solides en fonction de leur densité. On peut ainsi séparer facilement les fractions minérales et organiques mais également certains taxons comme les mollusques.

Le tamisage avec une colonne de 3 tamis facilitera les opérations de tri. Un vide de maille de 5 mm permet de retenir tous les éléments grossiers et les individus de grande taille. Un vide de maille de 2 mm permet d'avoir un échantillon homogène que l'on peut aisément trier à la loupe éclairante à faible grossissement. Le refus du dernier tamis (vide de maille de 0,5 mm) est trié à la loupe binoculaire. Les refus des deux derniers tamis peuvent être quartés pour dénombrer les populations les plus abondantes.

### 5.3. TRI ET DETERMINATION DES INDIVIDUS

Les opérations de tri et de détermination sont intimement liées et il est impératif que le tri soit effectué sur la totalité du prélèvement et que les limites de détermination soient parfaitement définies avant de commencer les opérations de tri.

La variété étant un des paramètres clés de la méthode, il est important d'aller le plus loin possible dans la différenciation des taxons (Tachet 2002). Si on est certain qu'une famille comme Limnephilidae est manifestement représentée par plusieurs genres mais qu'on arrive pas à les identifier il vaut mieux les différencier en a, b, c ... plutôt que rester à une seule famille. On doit donc considérer que le tri est plus important que la détermination.

#### 5.4. DENOMBREMENT DES INDIVIDUS

Le dénombrement des individus est une opération complémentaire dont le but est principalement d'apprécier l'importance relative de chacun des taxons inventoriés par rapport à l'effectif global de la colonisation du support.

- Le dénombrement des individus identifiables à l'œil nu est le plus souvent exhaustif.
- D'une façon générale, on peut se fixer comme règle que l'on va dénombrer de manière exhaustive toutes les populations tant que le nombre d'individus d'un même taxon présents dans la cuvette de tri sera inférieur à un nombre à définir (20 étant une limite tout à fait acceptable).
- Lorsque les populations sont plus abondantes, on peut réaliser un sous échantillonnage au niveau de la cuvette en ne dénombrant la vingtaine d'individus par rapport à une surface de 1/2, 1/4, ou 1/8 de la cuvette.
- Le dénombrement des individus non identifiables à l'œil nu peut être réalisé par quartage successif de façon à obtenir une fraction suffisante pour pouvoir effectuer le dénombrement à la loupe binoculaire dans une boîte de Pétri de 10 cm.

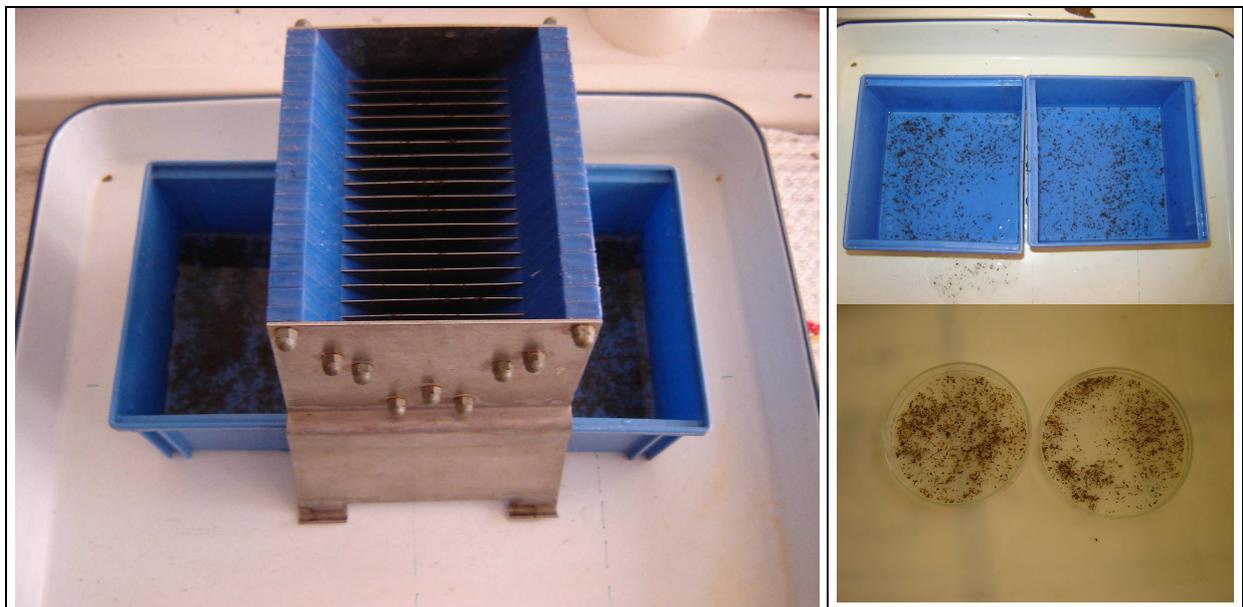


Figure 3 : Quartier d'échantillon et fraction nécessaire pour dénombrer des individus de petites tailles

## 6. INTERPRETATION DES RESULTATS

### 6.1. ANALYSE DE LA VARIETE TAXONOMIQUE

La comparaison du nombre de taxons qui ont colonisé les différents supports est l'analyse la plus simple que l'on puisse effectuer.

La sensibilité de cette analyse est ainsi directement liée au niveau de détermination qui aura été retenu : on aura donc tout intérêt à aller aussi loin que possible au niveau de la détermination.

L'inconvénient de cette méthode est que tous les taxons présentent la même valeur en terme de polluo-sensibilité.

### 6.2. ANALYSE TYPE IBGN

Cette analyse combine la variété taxonomique et le Groupe Indicateur qui est déterminé par le plus polluo-sensible des taxons recensés. La valeur de l'indice est donnée par un tableau (Cf. Annexe 1) ou par la formule suivante :  $IBGN = GI + (\text{classe de variété} - 1)$ , avec  $IBGN \leq 20$

Pour cette analyse et compte tenu du fait que l'inventaire ne porte que sur un seul habitat, au lieu de huit pour l'IBGN, on peut accepter que les classes de variété soient établies avec un niveau de détermination plus poussé que celui de l'IBGN et que le groupe indicateur ne soit pas tributaire du nombre d'individus.

Cet indice qui ne peut en aucun cas être assimilé à un IBGN présente tout même beaucoup de similitudes avec cette méthode normée :

- La valeur de l'indice est un nombre entier compris entre 1 et 20. La variation d'un point d'indice peut ainsi dépendre d'un seul individu du groupe indicateur. Cet effet de seuil peut également être porté à deux points d'indice pour certains taxons, comme Hydroptilidae, dont la polluo-sensibilité est pour le moins discutable.
- La valeur de l'indice trouvé est assez voisine de celle de l'IBGN elle permet donc d'apprécier tout de même grossièrement la qualité globale du cours d'eau.

### 6.3. ANALYSE TYPE BMWP SCORE

Le BMWP Score (original) repose sur la polluo-sensibilité d'une sélection de 80 taxons. Chacun de ces taxons est crédité d'un indice de 1 à 10, pour aller du plus résistant au plus sensible. Le Score correspond à la somme de tous les indices des taxons recensés.

Pour cette étude nous avons complété la liste des 80 taxons à celle de l'IBGN (Cf. annexe n°2) et lorsque le niveau de détermination est plus poussé, l'indice de polluo-sensibilité reste le même que celui du niveau supérieur. Cette démarche n'est qu'une première approche et ne repose que sur notre expérience personnelle. Elle est très certainement perfectible notamment avec la version révisée du BMWP Score et du Système Expert.

Cette analyse qui ne peut en aucun cas être assimilée au Score anglais, quant au résultat obtenu, permet de mieux quantifier les différences des inventaires et d'être moins sensible à l'effet de seuil.

### 6.4. ANALYSE DES POPULATIONS

Malgré l'utilisation de supports de colonisation identiques et le soin apporté pour le dénombrement des individus, l'incertitude concernant les effectifs des différents taxons reste

importante (vraisemblablement de l'ordre de 30% pour les taxons significativement présents). Il paraît donc judicieux de considérer que la notion d'impact ne peut être mise en évidence que par des variations significativement supérieures à ce seuil de précision.

En revanche la distribution des différents taxons, exprimée en pourcentage de l'effectif global, est beaucoup plus fiable et permet d'effectuer des comparaisons beaucoup plus pertinentes. Les comparaisons peuvent porter sur chacun des taxons présents ou sur des groupes de taxons qui présentent des traits biologiques communs.

L'analyse des populations doit être considérée comme une analyse complémentaire pour l'aide à **l'interprétation des résultats d'une seule campagne**. On ne doit, en aucun cas comparer les populations de campagnes différentes car les variations des populations dépendent aussi de la durée de la colonisation et également de la saison.

## 7. CONCLUSION

Compte tenu de la grande variabilité des rejets par temps de pluie, la mesure de ce type d'impact doit être préférentiellement réalisée en période d'étiage et nécessite d'effectuer au moins trois ou quatre campagnes de prélèvements.

La période de colonisation doit être au moins d'un mois et elle doit être complétée par les données météorologiques du bassin versant concerné.

Le niveau de détermination peut être adapté au niveau de compétence de l'opérateur puisque l'objectif premier est de mettre en évidence des différences de colonisation et non pas d'effectuer un inventaire exhaustif de la macrofaune du secteur.

On retiendra que :

- Un impact peut être considéré comme important s'il est bien mis en évidence avec la variété taxonomique et l'analyse type IBGN.
- Un impact plus faible sera perceptible avec l'analyse type Score.
- L'analyse des populations est une information complémentaire qui permet de valider les analyses précédentes. Pour les utilisateurs expérimentés, l'analyse de la dynamique des populations permet d'apprécier des impacts encore plus faibles et de mieux comprendre l'organisation fonctionnelle et structurale des biocénoses soumises à un impact.
- La comparaison des effectifs ne peut s'effectuer que campagne par campagne car les populations évoluent naturellement au fil des saisons et donc aussi d'une campagne à l'autre.

### Références bibliographiques

- AFNOR, 1992 Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN), Norme française NF T 90-350.
- Agence de l'Eau Rhône Méditerranée-Corse/Cabinet Gay Environnement 1997. Indice Biologique Global Adapté I.B.G.A. aux grands cours d'eau et aux rivières profondes. Protocole expérimental. 44 p + annexes .
- BMWP Score Original (1978) and revised Walley W.J. and Hawkes H.A. (1996) (1997)
- Tachet H, Bournaud M, Richoux P (2002) Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. Association française de limnologie.
- Usseglio-Polatera P., Beisel J. N. (2002) Système expert d'analyse et d'aide à l'interprétation de données recueillies avec le protocole IBGN. Etude Inter-Bassins

Annexe n° 1 Tableau permettant d'obtenir la valeur de l'IBGN (version 1992)

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	$\Sigma t$	>	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
Indicateurs	GI	50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
<i>Chloroperlidae</i> <i>Perlidae</i> <i>Perlodidae</i> <i>Taeniopterygidae</i>	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
<i>Capniidae</i> <i>Brachycentridae</i> <i>Odontoceridae</i> <i>Philopotamidae</i>	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
<i>Leuctridae</i> <i>Glossosomatidae</i> <i>Beraeidae</i> <i>Goeridae</i> <i>Leptophlebiidae</i>	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
<i>Nemouridae</i> <i>Lepidostomatidae</i> <i>Sericostomatidae</i> <i>Ephemeridae</i>	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
<i>Hydroptilidae</i> <i>Heptageniidae</i> <i>Polymitarcidae</i> <i>Potamanthidae</i>	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
<i>Leptoceridae</i> <i>Polycentropodidae</i> <i>Psychomyiidae</i> <i>Rhyacophilidae</i>	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
<i>Limnephilidae</i> 1) <i>Hydropsychidae</i> <i>Ephemerellidae</i> 1) <i>Aphelocheiridae</i>	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
<i>Baetidae</i> 1) <i>Caenidae</i> 1) <i>Elmidae</i> 1) <i>Gammaridae</i> 1) <i>Mollusques</i>	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
<i>Chironomidae</i> 1) <i>Asellidae</i> 1) <i>Achètes</i> <i>Oligochètes</i> 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°2 : Tableau regroupant l'ensemble des taxons de l'IBGN ( version 1992) avec les indices de polluo-sensibilité qui leur ont été attribués pour l'étude de la Drouette.

<i>Chloroperlidae</i>	10	Gerridae	5	<i>Unionidae</i>	6	Chaoboridae	2
<i>Perlidae</i>	10	Hebridae	5	<i>Ancylidae</i>	6	Culicidae	2
<i>Periodidae</i>	10	Hydrometridae	5	<i>Bithynidae</i>	6	Dixicidae	2
<i>Taeniopterygidae</i>	10	Naucoridae	5	<i>Bythinellidae</i>	6	Dolichopodidae	2
<i>Capniidae</i>	10	Nepidae	5	<i>Hydrobiidae</i>	3	Empididae	2
<i>Brachycentridae</i>	10	Notonectidae	5	<i>Limnaeidae</i>	3	Ephyridae	2
<i>Odontoceridae</i>	10	Mesoveliidae	5	<i>Neritidae</i>	6	Limoniidae	2
<i>Philopotamidae</i>	8	Pleidae	5	<i>Physidae</i>	3	Psychodidae	2
<i>Leuctridae</i>	10	Veliidae	5	<i>Planorbidae</i>	3	Ptychopteridae	2
<i>Glossosomatidae</i>	10	<i>Baetidae</i>	4	<i>Valvatidae</i>	3	Rhagionidae	2
<i>Beraeidae</i>	10	<i>Caenidae</i>	7	<i>Viviparidae</i>	6	Scatophagidae	2
<i>Goeridae</i>	10	Oligoneuriidae	10	Aeschnidae	8	Sciomyzidae	2
<i>Leptophlebiidae</i>	10	Prosopistomatidae	10	Calopterygidae	8	Simuliidae	5
<i>Nemouridae</i>	7	Siphonuridae	10	Coenagrionidae	6	Stratiomyidae	2
<i>Lepidostomatidae</i>	10	<i>Elmidae</i>	5	Cordulegasteridae	8	Syrphidae	2
<i>Sericostomatidae</i>	10	Curculionidae	5	Corduliidae	8	Tabanidae	2
<i>Ephemeridae</i>	10	Donaciidae	5	Gomphidae	8	Thaumaleidae	2
<i>Hydroptilidae</i>	6	Dryopidae	5	Lestidae	8	Tipulidae	5
<i>Heptageniidae</i>	10	Dytiscidae	5	Libellulidae	8	<i>Asellidae</i>	3
<i>Polymitarcidae</i>	10	Eubriidae	5	Platycnemididae	6	<i>Erpobdellidae</i>	3
<i>Potamanthidae</i>	10	Gyrinidae	5	Sialidae	4	<i>Glossiphoniidae</i>	3
<i>Leptoceridae</i>	10	Haliplidae	5	Osmylidae	6	<i>Hirudidae</i>	3
<i>Polycentropodidae</i>	7	Helodidae	5	Sysyridae	6	<i>Piscicolidae</i>	4
<i>Psycomyidae</i>	8	Helophoridae	5	HYMENOPTERES	10	Dendrocoelidae	5
<i>Rhyacophilidae</i>	7	Hydraenidae	5	Pyralidae	3	Dugesidae	5
<i>Limnephilidae</i>	7	Hydrochidae	5	BRANCHIOPODES	3	Planariidae	5
<i>Hydropsychidae</i>	5	Hydrophilidae	5	Astacidae	8	<i>OLIGOCHETES</i>	1
Ecnomidae	10	Hydroscaphidae	5	Atyidae	8	NEMATHELMINTHES	1
Helicopsychidae	10	Hygrobiiidae	5	Grapsidae	6	HYDRACARIENS	1
Molannidae	10	Limnobiidae	5	Cambaridae	6	HYDROZOAIRES	1
Phryganeidae	10	Spercheidae	5	<i>Chironomidae</i>	2	SPONGIAIRES	1
Thremmatidae	10	<i>Gammaridae</i>	6	Anthomyidae	2	BRYOZOAIRES	1
<i>Ephemerellidae</i>	10	<i>Corbiculidae</i>	3	Athericidae	2	NEMERTIENS	1
<i>Aphelocheiridae</i>	10	<i>Dreissenidae</i>	5	Blephariceridae	2		
Corixidae	5	<i>Sphaeriidae</i>	3	Ceratopogonidae	2		
En noir liste des taxons pris en compte pour le calcul du BMWP Score (original)							
En rouge complément de la liste pour tous les taxons IBGN							

## EXEMPLE D'APPLICATION : IMPACT D'UNE SRUTP

### 8. CARACTERISATION DU SITE RETENU

#### 8.1. LE RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Le réseau d'assainissement de la commune d'Orcemont (petit village résidentiel de 800 habitants proche de Rambouillet -78) est entièrement unitaire et ne possède qu'un seul exutoire. Par temps sec tous les effluents sont traités par la station d'épuration et par temps de pluie les excédents (SRUTP) sont by-passés directement dans la canalisation de rejet des eaux épurées vers le milieu récepteur. La configuration hydraulique du by-pass du réseau ne permet pas d'évacuer des débits supérieurs à 70 l/s. L'incidence de ces débits en terme de désordres hydrauliques sur le ruisseau récepteur peut donc être considérée comme marginale.

En période d'épisodes pluvieux de longue durée les eaux de drainage et de ruissellement agricole peuvent également être collectées (environ 1,2 ha de surface active). Aucune industrie n'étant implantée sur cette commune, les eaux usées sont donc exclusivement de type domestique.

Pour les besoins de l'étude nous avons mis en place un dispositif qui permet de détourner les effluents épurés de temps sec (Q moyen environ 0,7 l/s ou 70 m<sup>3</sup>/j) d'une quinzaine de mètres à l'aval de façon à disposer d'une zone exclusivement soumise à l'impact des surverses de temps de pluie. Les eaux pluviales proviennent la plupart du temps des toitures et des chaussées (environ 3 ha de surface active).

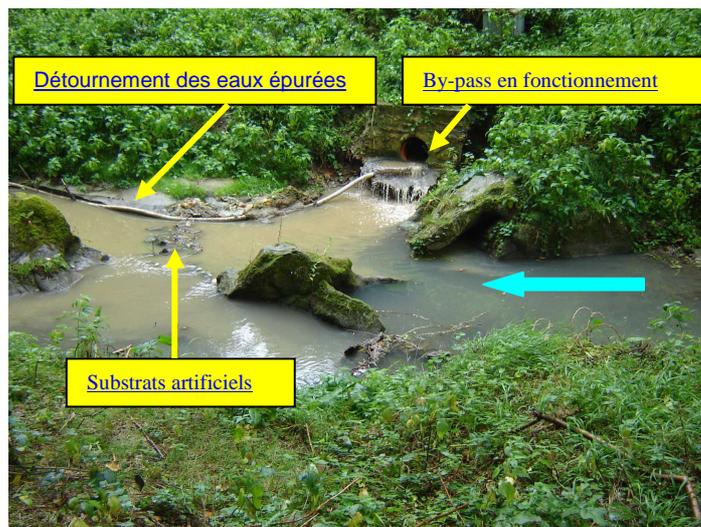


Figure 4 : Photo du point de rejet des effluents épurés et by-passés.

Le fonctionnement de la station d'épuration est tout à fait satisfaisant en ce qui concerne l'élimination de la pollution carbonée et azotée.

	DBO5	DCO	MES	NK
SRUTP Concentration moyenne / max (mg/l)	96 / 259	314 / 649	253 / 632	21,6 / 87
SRUTP Flux moyen / max (kg)	45 / 305	146 / 1341	109 / 1252	10 / 73
Eaux usées de temps sec entrée STEP Flux moyen / max (kg/j)	28 / 40	70 / 100	32 / 45	8,5 / 12
Eaux épurées de temps sec sortie STEP Flux moyen (kg/j)	0,5	2	0,7	0,7

Tableau 1 : Caractérisation des flux surversés et des flux traités par la STEP

La caractérisation des SRUTP a été établie entre mai 2008 et juin 2009 à partir de l'analyse de 45 déversements (Cf. tableau 1).

Pendant cette période (Cf. Figure 5):

- La durée des déversements représente presque 13% de l'ensemble de la période.
- le cumul des volumes déversés (20900 m<sup>3</sup>) est sensiblement équivalent à celui des effluents traités par la station
- le volume moyen par déversement (464 m<sup>3</sup>) représente environ 7 fois le débit journalier moyen de la STEP
- les flux moyens de DBO<sub>5</sub>, de DCO et de NK des SRUTP sont sensiblement du même ordre de grandeur que les flux maximaux admissibles sur la STEP, par contre les flux des MES sont pratiquement deux fois supérieurs.
- la pollution spécifiquement liée aux eaux de ruissellement peut aussi présenter quelquefois un caractère toxique lié aux traitements phytosanitaires (agriculture, entretien de la voirie, traitement des toitures ...). Faute d'analyses spécifiques en nombre suffisant, l'importance de ces apports n'a cependant pas pu être quantifiée avec précision.

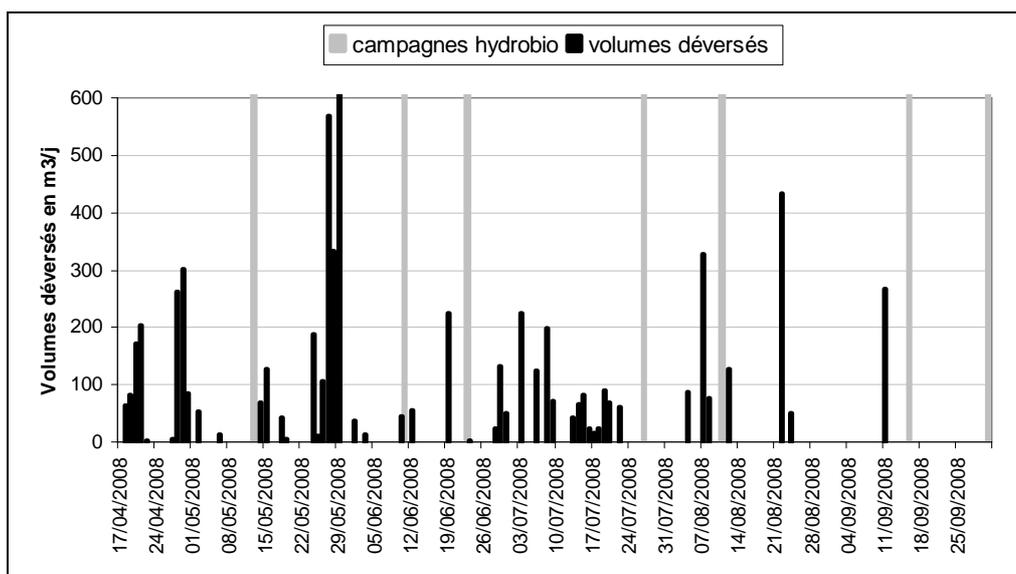


Figure 5: Visualisation des volumes déversés avant chaque campagne 2008

## 8.2. LE MILIEU RECEPTEUR

Le milieu récepteur est un petit ruisseau (la Drouette) dont le débit de temps sec à l'amont du point de déversement du by-pass n'excède pas 10 l/s. La qualité de ce ruisseau est notablement dégradée dans sa partie amont par les pratiques agricoles (drainage et culture intensives) et également à quelques km en amont par des rejets d'eau usées domestiques en provenance de petits lotissements.

A ce niveau, la qualité physico-chimique de l'eau par temps sec est la suivante : DBO<sub>5</sub> ≈ 3 mg/l, NO<sub>3</sub> de 10 à 15 mg/l, NH<sub>4</sub> de 0,5 à 1 mg/l, PO<sub>4</sub> ≈ 0,5 mg/l.

L'analyse des sédiments ne montre pas la présence de contamination métallique significative.

Au début de l'expérimentation et à l'amont immédiat du point de rejet, la qualité hydrobiologique de la Drouette présente un IBGN de 11 (obtenu avec 21 taxons et le groupe indicateur 5). A la fin de l'étude on note une amélioration sensible de la qualité qui se traduit par un IBGN de 13 (obtenu avec 29 taxons et le groupe indicateur 5).

### 8.3. LES POINTS DE MESURES

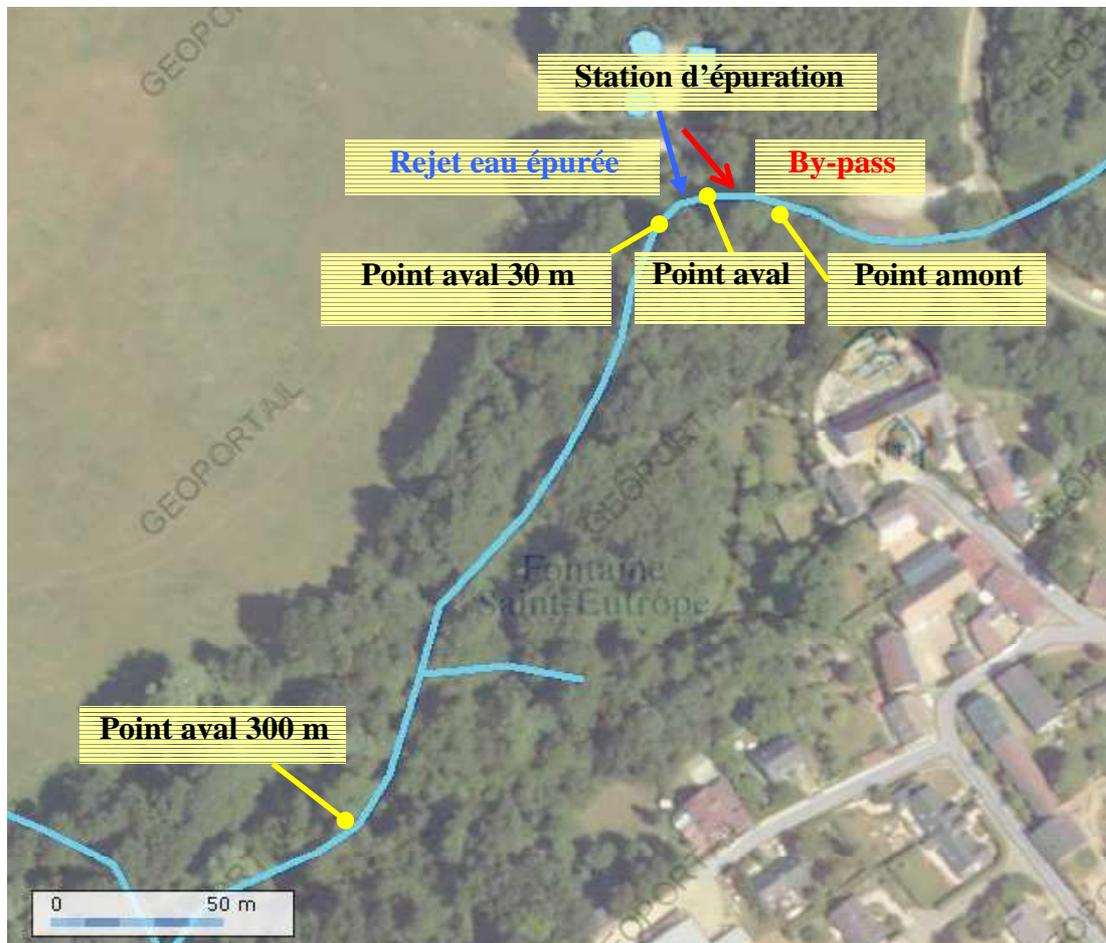


Figure 6 : Localisation des points de mesures

- Le point amont fait figure de point de référence
- Le point aval est situé à l'aval immédiat du point de rejet des effluents by-passés.
- Le point aval 30 m est situé à l'aval du point de rejet des eaux épurées, il est donc soumis aux impacts conjugués des eaux épurées et des eaux by-passées.
- Le point aval 300 m bénéficie de quelques apports diffus d'eau de sources. Le débit de temps sec à ce niveau est globalement 1,5 fois celui du point amont.

Tous les points de la Drouette ont été choisis de façon à présenter également des conditions de vitesse de courant, de profondeur et d'ensoleillement comparables.

Treize campagnes ont été effectuées entre avril 2007 et mars 2009 en période de basses eaux et principalement ciblées sur les périodes estivales.

- Le point de mesure du by-pass est situé dans l'enceinte de la STEP, (déversoir de type rectangulaire sans contraction latérale, équipé d'un capteur piézométrique de façon à

mesurer en continu les débits déversés pendant toute la durée de l'expérimentation. Une cinquantaine d'évènements ont été analysés pour en caractériser au mieux l'amplitude des variations de qualité).

## 9. EXPRESSION DES RESULTATS

Les analyses comparatives suivantes ont été établies avec un niveau de détermination plus poussé que celui demandé pour la réalisation des IBGN (version 2004). Les données de bases sont rigoureusement les mêmes, il n'y a donc que le mode d'interprétation des listes faunistiques qui change.

Chacune de ces trois analyses présentant des échelles de variation différentes, il nous est apparu judicieux d'adopter un mode de calcul qui permette de quantifier de la même façon toutes les différences constatées. Ainsi les résultats obtenus ont été exprimés en pourcentage par rapport au meilleur de chaque méthode soit par campagne, soit pour l'ensemble des campagnes soit également pour les valeurs moyennes établies à chacun des points pour l'ensemble des campagnes réalisées (Cf . exemple d'application ci-dessous).

- *pour la 1<sup>ère</sup> campagne (24/4/07) la variété la plus forte est au point aval 300 m avec 19 taxons, ce point est donc le 100 % pour l'analyse comparative de cette campagne*
- *pour l'ensemble des 13 campagnes la variété la plus forte a été obtenue au point amont rejet le 16/09/08 avec 27 taxons ce point est donc le 100 % pour l'analyse comparative globale de l'ensemble des 13 campagnes.*
- *Pour la moyenne, la valeur pour chacun des points est dans un premier temps la moyenne calculée et dans un deuxième temps exprimée en pourcentage selon le même principe de précédemment, la variété moyenne la plus forte est obtenue au point amont avec 22 taxons ce point est donc le 100 % pour l'analyse comparative des variété moyenne obtenues à chacun des points pour l'ensemble de la période de mesure.*

### 9.1. ANALYSES AVEC LA VARIETE TAXONOMIQUE

L'analyse des résultats obtenus avec la variété taxonomique montre assez nettement l'impact des SRUTP. On remarquera que la variété taxonomique est significativement plus faible pour les premières campagnes et que l'impact apparaît nettement plus prononcé pour les campagnes réalisées en 2007.

L'amplitude moyenne de l'impact des SRUTP représente 20 % de la qualité moyenne du point amont pour l'ensemble de la période.

On observe également, pour 9 des 13 campagnes, une restauration progressive de la qualité de la Drouette du point de rejet au point aval 300 m.

Au point aval 300 m le niveau de qualité redevient proche de la qualité du point amont.

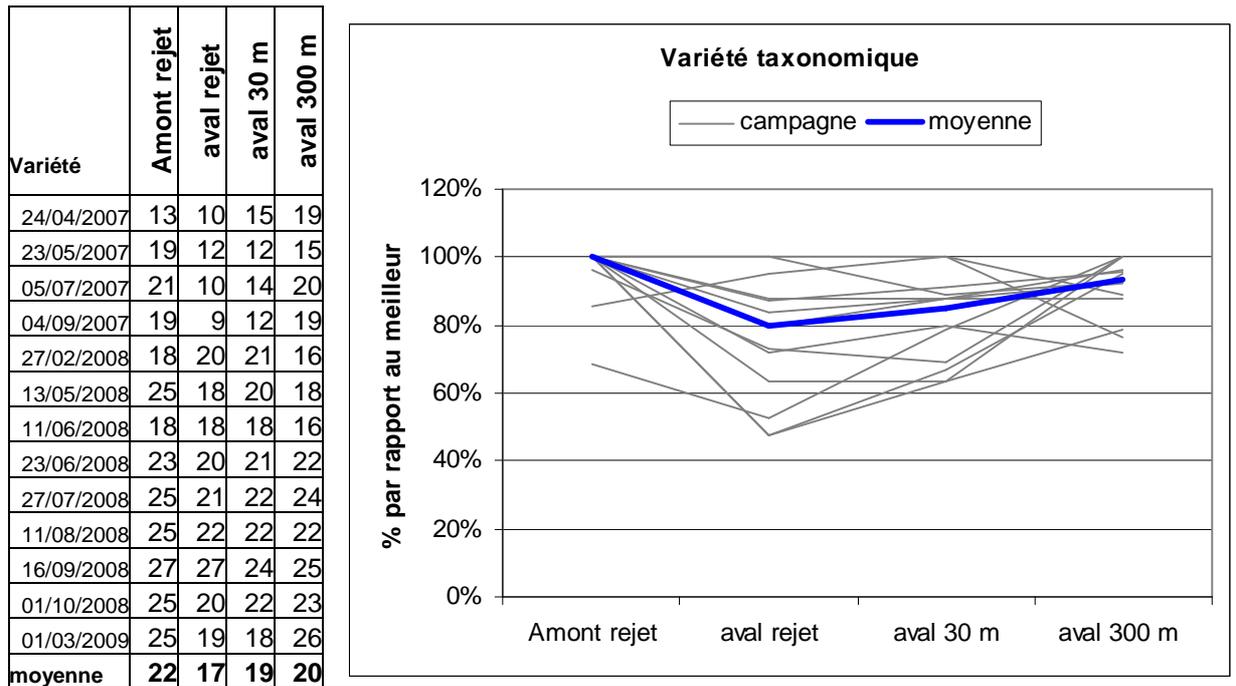


Figure 7 : Variété taxonomique en nombre de taxons recensés et en % par rapport au meilleur résultat pour chaque campagne ou à la meilleure valeur moyenne pour toute la période

### 9.2. ANALYSE AVEC LA METHODE « TYPE IBGN »

L'analyse des résultats obtenus avec la méthode type IBGN montre des variations assez semblable à celles obtenues avec la variété taxonomique. On remarquera qu'avec cette analyse que le point amont apparaît plus nettement comme point de référence.

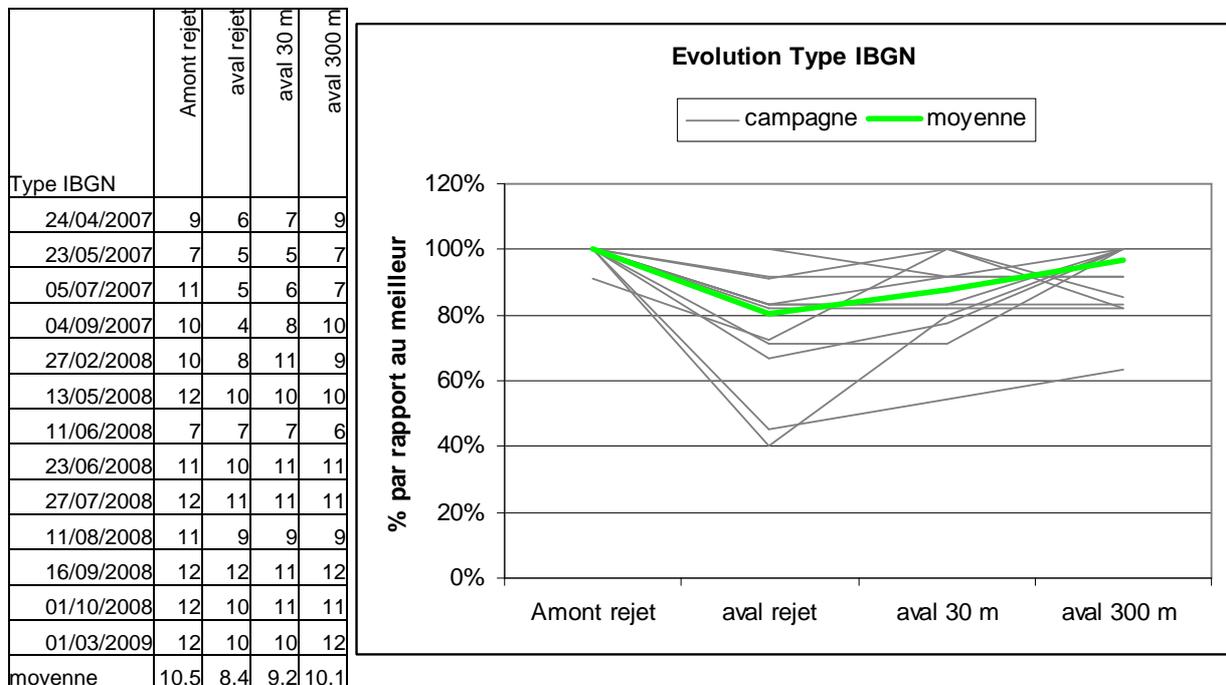


Figure 8 : Evolution des « IBGN » en indice en % par rapport au meilleur résultat pour chaque campagne ou à la meilleure valeur moyenne pour toute la période

L'effet de seuil accentue ou diminue ponctuellement les écarts pour les analyses par campagne, par contre on constate que l'amplitude des variations des valeurs moyennes obtenues pour l'ensemble des campagnes est pratiquement identique à celle obtenue avec l'analyse de la variété taxonomique.

La quantification de l'impact est également de 20% par rapport à la qualité moyenne du point amont et l'impact en 2007 apparaît aussi plus fort.

La restauration progressive de la qualité à partir du point de rejet est également bien mise en évidence puisqu'elle est perceptible pour 11 des 13 campagnes.

### 9.3. ANALYSE AVEC LA METHODE « TYPE BMWP SCORE »

L'analyse des résultats obtenus avec la méthode « type Score » montre des amplitudes de variation beaucoup plus importantes que pour les deux analyses précédentes.

La quantification de l'impact des SRUTP est pratiquement de 40% par rapport à la qualité moyenne du point amont et les impacts apparaissent également beaucoup plus forts pour les campagnes réalisées en 2007

L'analyse des « Scores » montre nettement l'amélioration de la qualité du point amont entre 2007 et 2008. La restauration progressive de la qualité à partir du point de rejet est perceptible pour 10 des 13 campagnes. Par contre le niveau moyen de qualité au point aval 300 m n'a significativement pas retrouvé le niveau de qualité du point amont.

Type Score	Amont rejet	aval rejet	aval 30 m	aval 300 m
24/04/2007	54	27	41	58
23/05/2007	55	30	34	47
05/07/2007	70	27	42	58
04/09/2007	60	20	36	60
27/02/2008	59	27	50	43
13/05/2008	82	31	48	50
11/06/2008	20	48	49	46
23/06/2008	57	47	44	50
27/07/2008	82	45	45	66
11/08/2008	72	42	43	52
16/09/2008	68	62	47	68
01/10/2008	84	55	55	61
02/10/2008	82	51	58	78
<b>moyenne</b>	<b>65</b>	<b>40</b>	<b>46</b>	<b>57</b>

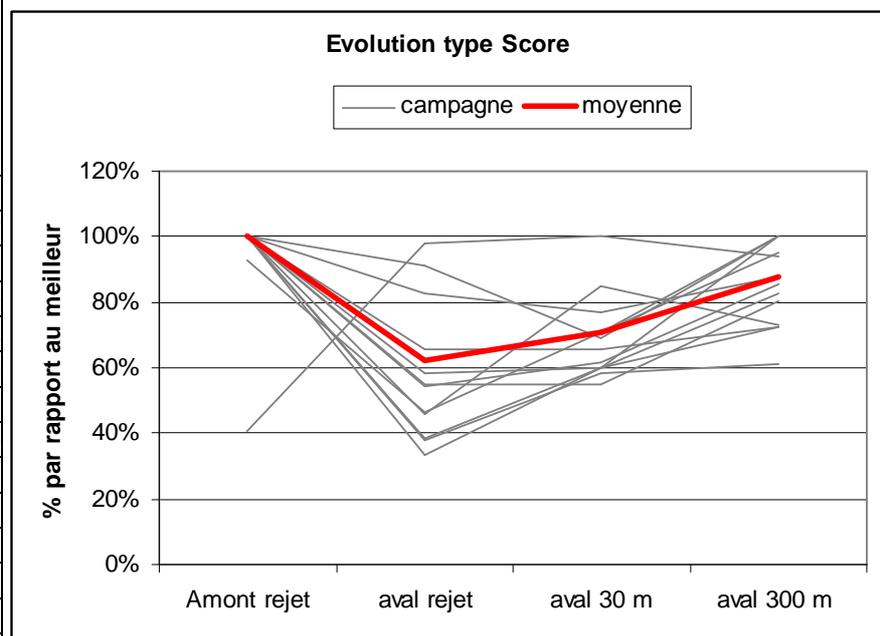


Figure 9 : Evolution des « Score » en valeur en % par rapport au meilleur résultat pour chaque campagne ou à la meilleure valeur moyenne pour toute la période

#### 9.4. ANALYSE GLOBALE DE TOUS LES POINTS POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

Pour cette analyse, les variations ont été exprimées en pourcentages par rapport aux meilleurs résultats obtenus avec chaque méthode pour l'ensemble des campagnes (Cf. figure 9).

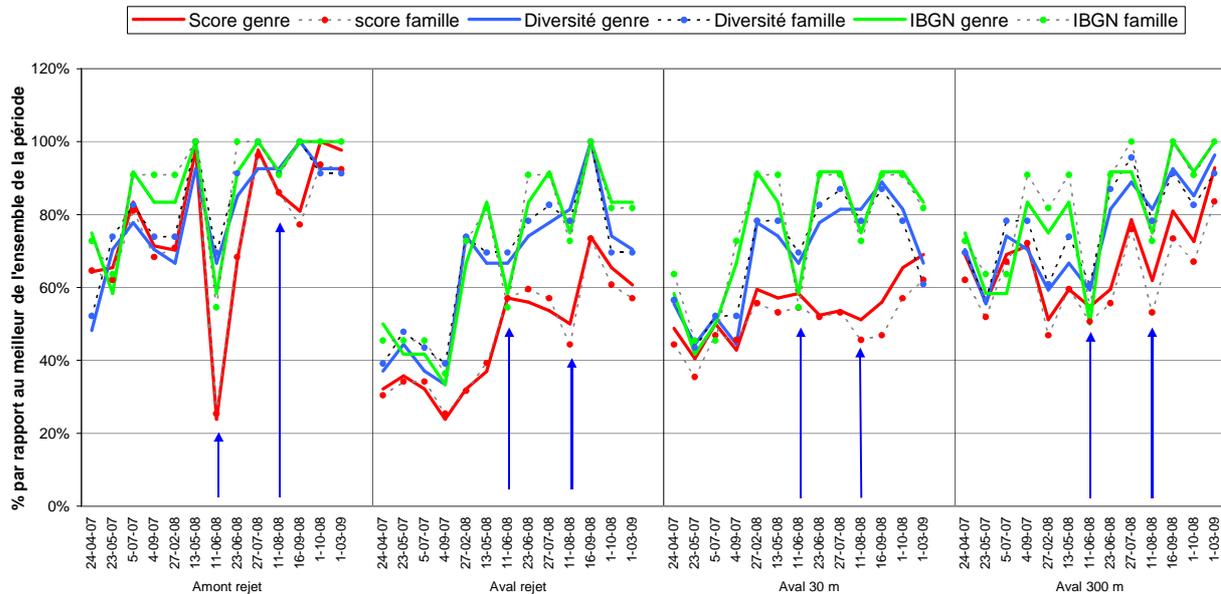


Figure 10 : "Score", "IBG" et diversité en % par rapport au meilleur résultat de toute la période

Les résultats obtenus montrent au point amont des variations de qualité assez sensible d'une campagne à l'autre et on remarquera en particulier que pour la campagne du 11 juin 2008 les trois méthodes mettent en évidence une très nette baisse de la qualité. On remarquera également que cette dégradation affecte les trois autres points situés à l'aval.

Parmi les explications les plus plausibles on retiendra que cette campagne est celle qui a été effectuée après l'événement pluviométrique le plus important de l'ensemble de la période et que cet événement a, en plus d'une SRUTP de 1200 m<sup>3</sup>, occasionné un ruissellement sur les surfaces agricoles amont (Cf. Figure n°5).

Ce point pourrait également être conforté par le fait que la campagne du 11 août 2008 se situe également après un orage qui a affecté la partie amont du bassin versant dans la nuit du 3 au 4 août 2008.

Ces deux campagnes pourraient donc mettre en évidence les effets liés à une perturbation hydraulique. Cependant on peut remarquer que la campagne 1<sup>er</sup> octobre 2008 présente une dégradation de la qualité aux points aval rejet et aval 300 m alors qu'il n'y a pas eu de rejet pendant la période qui précède. Ce constat pourrait traduire la rémanence de l'impact car les SRUTP véhiculent une quantité importante de macrodéchets qui décantent, restent accrochés, se délitent et se dissolvent progressivement, affectant ainsi d'autant plus durablement la qualité du cours d'eau que son débit est faible.

Mais il est également une autre hypothèse commune à ces trois campagnes qui pourrait aussi apporter sa part de vérité, c'est que la durée de la colonisation est très nettement inférieure à 1 mois..

Par ailleurs l'ensemble des mesures confirme bien l'amélioration globale de la qualité qu'on avait mis en évidence avec les IBGN réalisés en 2007 et 2009 au point amont. Parmi les explications possibles qui pourraient expliquer cette amélioration, on peut citer : la mise en place d'une bande enherbée de chaque côté du ruisseau dans les zones cultivées et également, aux dires du garde rivière, par le fait qu'il n'y a pas eu, pendant toute cette période, d'événement pluvieux très important ayant occasionné un véritable régime de crue : ce cours d'eau étant particulièrement sensible aux phénomènes d'érosion.

### 9.5. ANALYSES DU COMPTAGE DES EFFECTIFS

Cette analyse n'a été réalisée que sur la dernière campagne conformément au protocole énoncé ci avant.

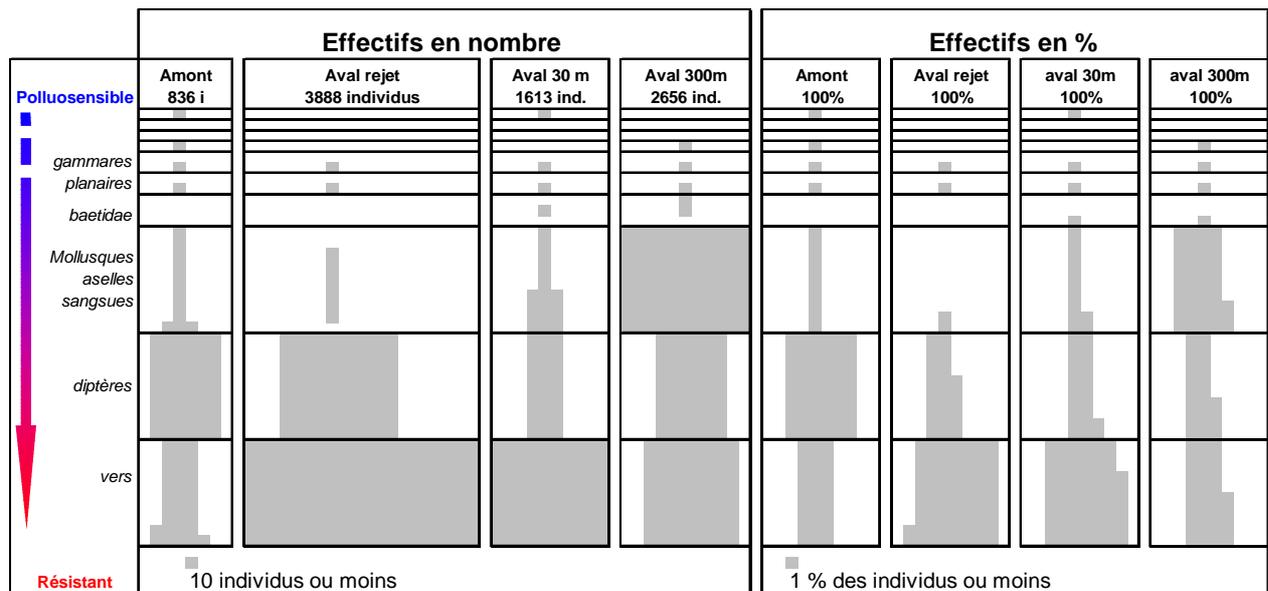


Figure 11 : Visualisation des effectifs en fonction de leur polluo-sensibilité (« Score »)

La quantification des effectifs en nombre montre l'impact très important du rejet puisque tous les points situés à l'aval du rejet présentent des effectifs au moins deux fois supérieurs à ceux du point de référence amont.

La quantification des effectifs en pourcentage permet de faire une analyse comparative fiable des populations aux différents points. Elle pourrait également être interprétée en valeur absolue si on avait un référentiel régional correspondant à la typologie de ce cours d'eau.

L'analyse des résultats obtenus montre que :

- les trois groupes les plus résistants totalisent plus de 99% des effectifs pour chacun des quatre points de mesures, ce qui témoigne du fort niveau d'eutrophisation général de l'ensemble du secteur étudié. A noter qu'au point amont 20% de la diversité est obtenue avec moins de 1% des effectifs.
- L'augmentation des effectifs au point aval rejet est particulièrement significative et elle est exclusivement portée sur les deux niveaux considérés comme les plus polluo-résistants.
- l'augmentation des effectifs est encore significative aux 2 points suivants.
- au point aval 300m les populations du 3<sup>ème</sup> niveau deviennent majoritaires.

La comparaison de cette analyse des effectifs avec les 3 autres méthodologies développées ci-avant, montre leur complémentarité.

<b>Analyse</b>	<b>Amont rejet</b>	<b>Aval rejet</b>	<b>Aval 30 m</b>	<b>Aval 300 m</b>
<b>Variété</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>26</b>
<b>« type IBGN »</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
<b>« type Score »</b>	<b>82</b>	<b>51</b>	<b>58</b>	<b>78</b>

Tableau 2 : Rappel des résultats (Variété taxonomique, « IBGN » et Score) de la campagne du 1 mars 2009,

En effet on peut constater que les résultats obtenus avec les méthodes indicielles ne montrent pratiquement pas de différence entre la qualité du point amont et le point aval 300 m alors que l'analyse des effectifs montre significativement des différences aussi bien au niveau des effectifs globaux que de la distribution des différents taxons.

Ce constat illustre bien les la complémentarité de ces différentes approches méthodologiques.