

Akuatik, Sandra Knispel  
Route d'Essertines 3 - 1416 Pailly  
+41 21 558 83 44  
sandra.knispel@akuatik.ch  
www.akuatik.ch

1 novembre 2010

## **RAPPORT**

### **Etude des espèces de la faune benthique EPT - Arve et Rhône Selon OFFRE 100211-01**

#### **1. Problématique du suivi des grands cours d'eau du canton de Genève**

Le suivi de la qualité biologique de l'Arve et du Rhône genevois est effectué depuis les années 1980 à l'aide de substrats artificiels. Ce suivi est ancré depuis 1995 dans le cadre du programme général de surveillance des eaux superficielles du canton de Genève. Dans chaque station étudiée, deux substrats artificiels remplis de galets sont immergés pendant 8 à 10 semaines, à 4 périodes de l'année. L'analyse faunistique aboutit au calcul d'un indice biotique afin de répondre aux questions concernant l'évolution de la qualité biologique (synthèse dans Perfetta, 2006).

Les indices biotiques donnent une image insatisfaisante de la biodiversité de ces deux grands cours d'eau genevois. Cette qualité est globalement moyenne dans le Rhône et satisfaisante bien que fortement variable dans l'Arve (SECOE, 2008). La qualité biologique s'est de plus dégradée dans les deux cours d'eau depuis la précédente campagne de surveillance du SECOE en 2000. Ces résultats sont en contradiction avec les constats concernant la qualité chimique des eaux (SECOE, 2008):

- la qualité des eaux du Rhône est bonne, tant du point de vue des éléments majeurs, que des métaux traces et des pesticides; la qualité est stable, voire s'améliore
- la qualité des eaux de l'Arve est bonne pour les pesticides, satisfaisante pour les métaux traces et les éléments majeurs mis à part les nitrites et l'ammonium, situation liée aux STEP amont et sur territoire genevois; la qualité est stable, voire s'améliore légèrement.

Le matériel des groupes sensibles EPT (Ephémères, Plécoptères et Trichoptères) récolté est, depuis plusieurs années, identifié jusqu'à l'espèce lorsque le stade de développement des larves le permet. Les données à l'espèce datant d'avant 1995 sont plus ponctuelles. La connaissance des espèces présentes peut permettre une analyse plus fine des biocénoses de ces cours d'eau.

Le présent mandat a pour buts :

- d'examiner les données faunistiques EPT actuellement disponibles
- d'évaluer le potentiel d'espèces EPT complémentaires sur la base de leurs préférences écologiques; validation auprès de spécialistes des 3 groupes
- d'évaluer l'existence de sites favorables sur le terrain pour un échantillonnage complémentaire
- de proposer une stratégie d'échantillonnage des espèces EPT.

## 2. Données faunistiques actuellement disponibles

### 2.1. Consolidation des données faunistiques

Les données ont été fournies par le CSCF (Neuchâtel)<sup>1</sup> et par le SECOE dont la base de données recense quelques données complémentaires à celles du CSCF. Les espèces EPT de l'Arve et du Rhône genevois ont été identifiées relativement ponctuellement jusqu'en 1995. Il s'agissait alors de données provenant de différentes méthodes de prélèvements (substrat artificiels, récolte qualitative, chasse d'adultes). A partir de 1995, le SECOE a systématiquement déterminé ou fait déterminer le matériel EPT récolté exclusivement à l'aide de substrats artificiels. L'ensemble des données a été consolidé afin d'obtenir une liste des espèces trouvées anciennement et récemment dans le Rhône et dans l'Arve sur le canton de Genève (Annexe 1). Actuellement 81 espèces des 3 groupes EPT constituent la liste faunistique de l'Arve et du Rhône à Genève, dont 20 espèces d'Ephéméroptères, 26 de Plécoptères et 35 de Trichoptères (tab. 1).

Tableau 1 : Nombre d'espèces sur la liste faunistique dans l'Arve et le Rhône genevois

|            | ARVE | RHÔNE | N tot. |
|------------|------|-------|--------|
| E          | 14   | 11    | 20     |
| P          | 25   | 4     | 26     |
| T          | 15   | 31    | 35     |
| Σ EPT      | 54   | 46    |        |
| N tot. EPT | 81   |       |        |

### 2.2. Evolution des données faunistiques des 3 groupes EPT

Une attention réduite a été portée à la faune des **Ephéméroptères** de l'Arve et du Rhône jusqu'en 2000. Les données antérieures sont très ponctuelles. Le matériel larvaire récolté en routine par le SECOE depuis 2000 a été identifié et la liste faunistique s'est ainsi étoffée de 9 espèces, portant à 20 le nombre d'espèces recensées. Ce groupe faunistique présente l'avantage d'avoir des larves déterminables même à un stade immature.

Les données historiques sur la faune des **Plécoptères** de l'Arve sont nombreuses, avec des données de A. E. Pictet (fin 19ème-début du 20ème siècle) puis J. Aubert qui a collecté et identifié de nombreuses espèces durant les années 1940. La faune des Plécoptères y a passablement régressé depuis le milieu du siècle passé. Dix espèces trouvées autrefois dans l'Arve n'y ont plus été retrouvées depuis plus de 50 ans: *Perla abdominalis*, *Perla grandis*, *Isogenus nubecula*, *Isoperla obscura*, *Brachyptera trifasciata*, *Rhabdiopteryx neglecta*, *Taeniopteryx kuetzei*, *Chloroperla tripunctata*, *Xanthoperla apicalis*, *Dinocras megacephala*. *Perla grandis* était également signalée du Rhône. Sur les 26 espèces de la liste faunistique, seules 8 ont été trouvées depuis 1995.

Des **Trichoptères** adultes ont été ponctuellement capturés au bord de l'Arve et du Rhône entre le début du 20ème siècle et 1984, recensant 8 espèces. Le matériel larvaire récolté en routine par le

---

<sup>1</sup> Liste des légataires : Aubert Jacques, de Beaumont Jacques, Dethier Michel, Knispel Sandra, Pictet Arnold Emile, Sartori Michel, Siegenthaler Claudine ©CSCF, Neuchâtel

SECOE depuis 2000 a été identifié. La liste faunistique s'est beaucoup enrichie et comprend aujourd'hui 35 espèces.

### 2.3. Préférences écologiques des espèces

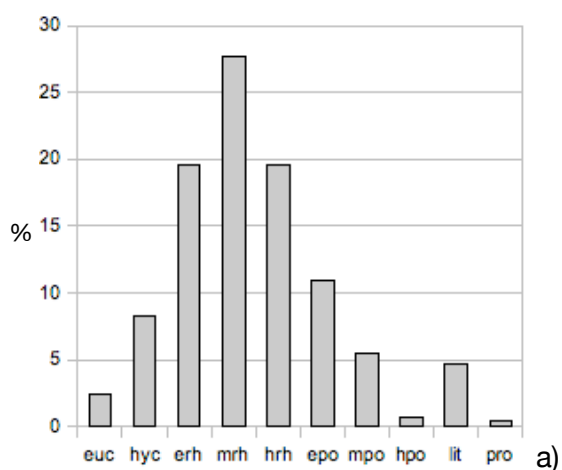
La liste complète des espèces EPT recensées dans l'Arve et le Rhône depuis le début du siècle passé a été analysée sur la base des préférences écologiques des espèces. Chaque espèce a été classée selon le système de Moog (1995, 2002), complété et mis à jour pour chaque groupe (Ephemeroptera: Buffagni et al. (2007, 2009); Plecoptera: Graf et al. (2007, 2009) ; Trichoptera: Graf et al. (2006, 2008), Graf & Schmidt-Kloiber (2008)).

Cette méthode attribue des points selon l'affinité de chaque espèce par exemple pour les types de substrat (sable, graviers, blocs, bois mort...). Pour l'ensemble de la liste des espèces trouvées, les points par type de substrat sont cumulés et exprimés en %. Les paramètres écologiques retenus ici sont les préférences pour (a) la zonation longitudinale, (b) le substrat et (c) le type de courant.

La faune EPT du cours genevois de l'**Arve** peut être caractérisée comme ayant un préférendum longitudinal qui s'étend de l'épi- à l'hyporhithral, avec une majorité d'espèces ayant une préférence marquée pour le métarhithral (Fig. 1 a). Elle abrite ainsi un mélange d'espèces typiques de l'épi- et du métarhithron (ex. *Ecdyonurus helveticus*, *Rhithrogena allobrogica*, *Perlodes microcephalus*) et d'espèces typiques de l'hyporhithral (ex. *Rhithrogena gratianopolitana*, *Baetis vardarensis*). Parmi ces espèces de l'hyporhithron, plusieurs espèces n'ont plus été retrouvées dans l'Arve depuis les captures anciennes (ex. *Isoperla obscura*, *Xanthoperla apicalis*, *Brachyptera trifasciata*, *Glossossoma boltoni*). Ces 3 espèces de Plécoptères figurent aujourd'hui sur la liste rouge (Lubini & Knispel, soumis).

Les espèces recensées s'avèrent être:

- liées à des substrats grossiers de type graviers, galets et blocs (mil, mal) (Fig. 1 b), avec également quelques espèces affectionnant la végétation aquatique (mph) et les amas de matière organique fine ou grossière (pom). Cet aspect est développé au point 2.4 sur l'influence des substrats artificiels.
- principalement rhéophiles (rhp), préférant les zones de courant modéré à fort (Fig. 1 c).



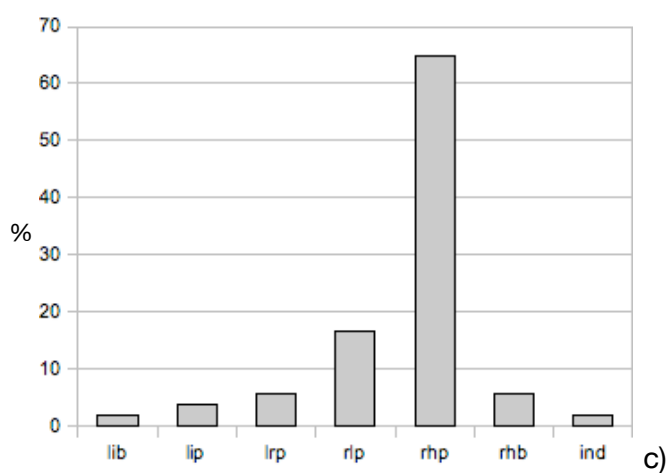
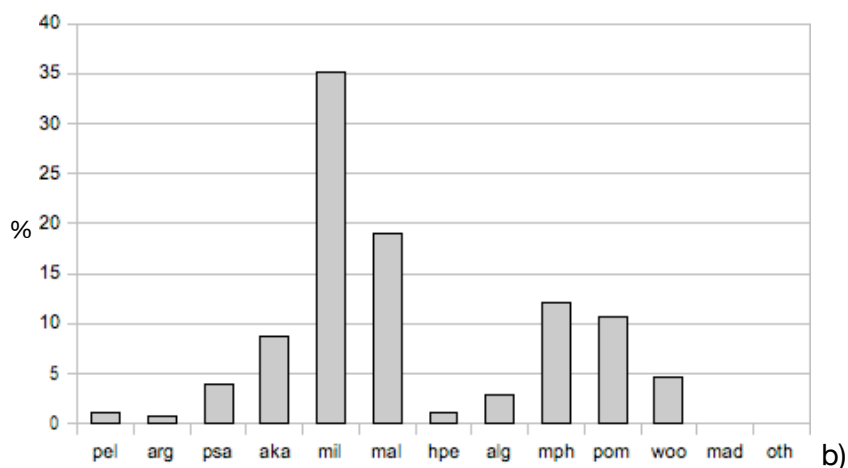


Fig. 1 : Préférences des espèces récoltées dans l'Arve entre 1900 et 2008 pour (a) la zonation longitudinale, (b) le substrat et (c) le type de courant.

Légende des figures 1, 2 et 3 pour les catégories de:

- zonation longitudinale: euc eucrenal, hyc hypocrenal, erh epirhithral, mrh metarhithral, hrh hyporhithral, epo epipotamal, mpo metapotamal, hpo hypopotamal, lit littoral, pro profunda

- substrats: pel vase ( $\varnothing < 0.063$  mm), arg limons ( $\varnothing < 0.063$  mm), psa sable ( $\varnothing 0.063-2$  mm), aka graviers fins ( $\varnothing 0.2-2$  cm), mil graviers à pierres ( $\varnothing 2-20$  cm), mal blocs et roches ( $\varnothing > 20$  cm), hpe habitats hygropétriques, alg algues, mph macrophytes, bryophytes, pom matière organique particulaire (fine et grossière), woo débris ligneux ( $\varnothing > 10$  cm), mad substrats humides, oth autres

- type de courant: lib limnobionte, lip limnophile, lrp limno à rhéophile, rlp rhéo à limnophile, rhp rhéophile, rhb rhéobionte, ind indifférent. La préférence pour des vitesses de courant élevées augmente de limnobionte à rhéobionte.

Le préférendum longitudinal des espèces EPT du **Rhône** s'étend du métarhithral à l'épipotamal (Fig. 2 a). Cette transition est caractérisée d'une part par une forte proportion d'espèces typiques de l'épipotamon vivant uniquement dans le Rhône (ex. *Heptagenia sulphurea*, *Potamanthus luteus*, *Ceraclea* sp.) et d'autre part par certaines espèces typiques du métarhithron, également recensées dans l'Arve (ex. *Ecdyonurus venosus*, *Epeorus assimilis*, *Allogamus auricollis*, *Potamophylax cingulatus*).

Les espèces recensées s'avèrent:

- liées à des substrats grossiers (mil, mal), mais également dans une moindre mesure à la végétation aquatique (mph), aux amas de matière organique (pom) et au bois mort (woo) (Fig. 2 b).
- tant rhéophiles que limnophiles, indiquant une préférence pour une large gamme de vitesses de courant, allant des zones de courant lent, voire stagnant, à fort (Fig. 2 c).

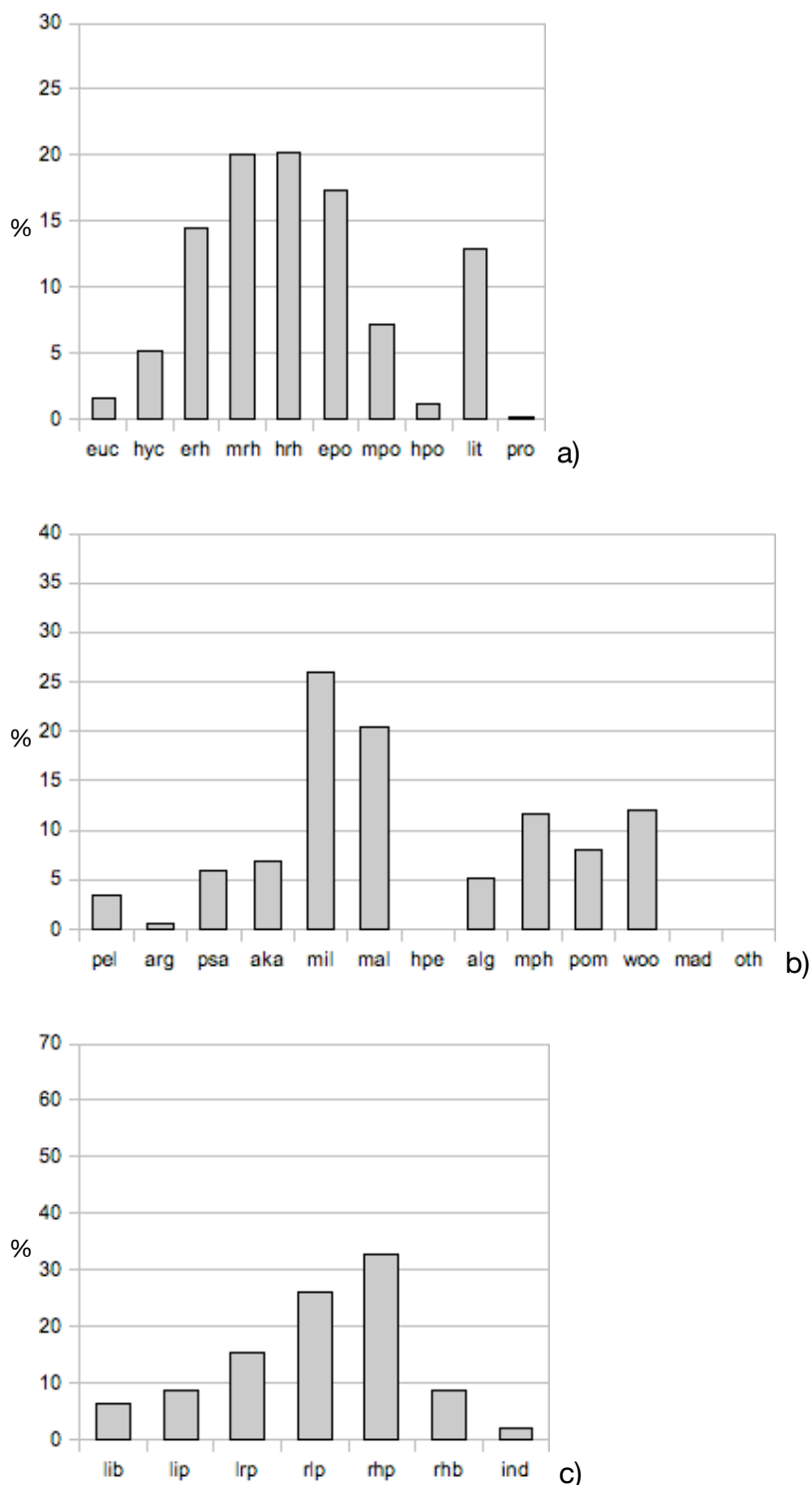


Fig. 2 : Préférences des espèces récoltées dans le Rhône entre 1900 et 2008 pour (a) la zonation longitudinale, (b) le substrat et (c) le type de courant. Légende voir fig. 1.

## 2.4. Influence des substrats artificiels

Afin de mettre en évidence un effet éventuel de la méthode de prélèvement, le même type d'analyse est effectuée à partir de la liste des 56 espèces EPT de l'Arve et du Rhône collectées entre 1995 et 2008. Cette sélection de données permet de disposer uniquement de la faune récoltée à l'aide des substrats artificiels, et ainsi écarter celle récoltée par d'autres méthodes. Les paramètres écologiques utilisés pour analyser la faune sont les préférences pour (a) le substrat et (b) le type de courant.

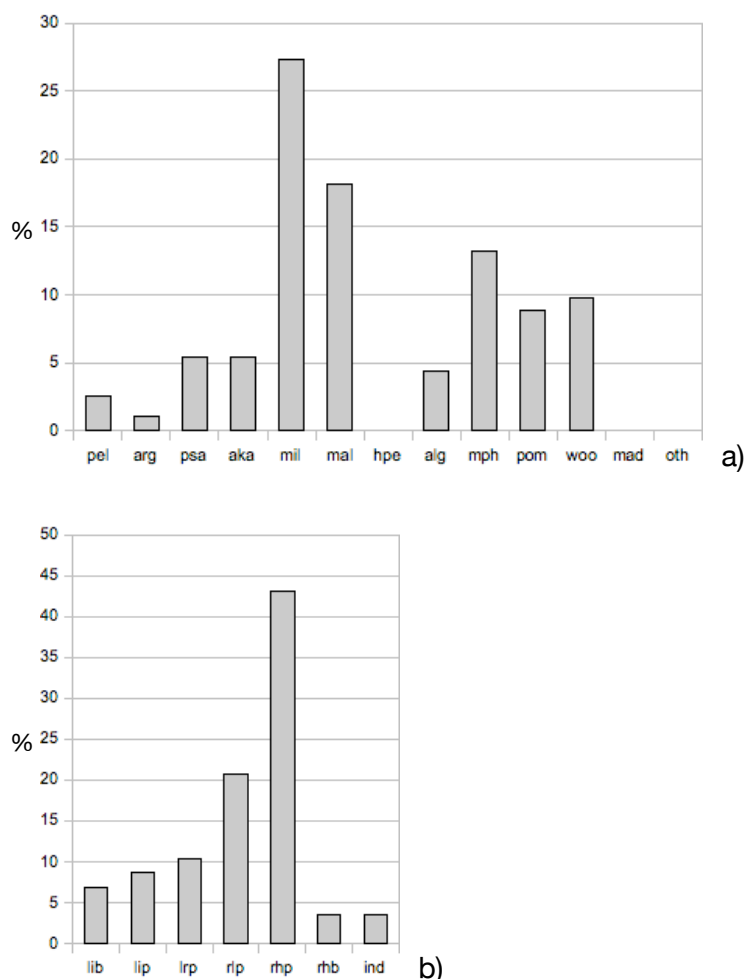


Fig. 3: Préférences des espèces récoltées entre 1998 et 2008 dans le Rhône et l'Arve pour les types de substrats (a) et les types de courant (b). Légende voir fig. 1.

Les résultats sont semblables à ceux obtenus précédemment. Les espèces récoltées ont une préférence plus marquée pour les substrats grossiers de type graviers, galets et blocs (mil, mal). Graviers et galets constituent le substrat placé dans les substrats artificiels. Les espèces récoltées ont donc logiquement une forte affinité avec le substrat mis à leur disposition avec cette méthode d'échantillonnage. Elles sont principalement rhéophiles (rhp), préférant les zones de courant modéré à fort. Cette tendance pourrait être liée au positionnement des substrats artificiels dans le lit des cours d'eau étudiés.

La méthode de prélèvement à l'aide de substrat artificiel sélectionne donc les espèces récoltées en fonction de la granulométrie mise à disposition et le type de courant où les substrats sont immergés. Cela n'exclut pas la présence d'espèces ayant un plus large spectre de préférences

pour les substrats et plus ponctuellement la capture d'espèces n'affectionnant pas les substrats mis à disposition. Il est possible que les substrats artificiels puissent être "colonisés" par des algues ou de la matière organique.

### 3. Espèces potentielles

Les analyses des préférences écologiques des espèces confrontées aux connaissances des biocénoses mettent clairement en évidence à l'heure actuelle une sous représentation d'espèces liées aux substrats à granulométrie fine, localisés notamment près des berges dans des zones calmes, à l'aval de gros blocs ou d'amas de bois mort. Ces habitats sont soumis à des courants lents, également sous représentés actuellement. D'autres habitats/substrats, qui n'ont vraisemblablement pas été échantillonnés ces dernières décennies voire depuis plus longtemps, abritent potentiellement d'autres espèces, notamment les éléments organiques grossiers (bois mort, racines, amas de feuilles), les roches et les blocs mobiles, la végétation aquatique (macrophytes, mousses).

#### 3.1. Ephéméroptères

Selon l'avis d'expert du Dr. Michel Sartori, l'Arve abrite vraisemblablement d'autres espèces d'Ephéméroptères liées à l'hyporhithron. La découverte en 2008 d'espèces comme *R. gratianopolitana* et *R. allobroica* confirment notamment la forte potentialité de ce cours d'eau. La présence d'autres espèces telles par ex. *Ecdyonurus insignis* ou *Acentrella sinaica* serait plausible au vu des habitats disponibles.

La présence de *Potamanthus luteus* dans le Rhône (1 seule donnée) est également prometteuse. Cette espèce typiquement potamale est relativement exigeante au niveau du substrat; la larve est fousseuse dans des substrats meubles et sablonneux à graveleux en courant lent (comm. pers. M. Sartori). Sa capture en 1995 dans un substrat artificiel est donc inattendue.

Potentiellement, d'autres grandes espèces des grands cours d'eau pourraient être trouvées, tel *Ephemera lineata*, espèce potamale, fousseuse, liée aux substrats sablonneux ou éventuellement *Heptagenia coerulans*.

Les potentialités du Rhône et de l'Arve sont élevées, du fait de l'amélioration de la qualité des eaux et de leur situation à la limite entre hyporhithral et épiptamal. Ces 2 grands cours d'eau ont vu leur morphologie ou leur régime hydrologique artificialisé, mais elles gardent toutes 2 des potentialités inexplorées à ce jour.

Une évaluation réaliste de la faune aquatique de ces milieux d'exception passe par un inventaire faunistique détaillé afin de dresser un bilan de leur biodiversité spécifique actuelle.

#### 3.2. Plécoptères

Selon l'avis d'experte de la sous-signée, la faune des Plécoptères est actuellement sous-estimée dans l'Arve et le Rhône. La méthode de prélèvement utilisée actuellement limite les récoltes des Plécoptères aux larves, souvent à un stade de développement ne permettant pas une identification à l'espèce. Un inventaire faunistique solide, reflétant la diversité des espèces présentes et l'état écologique réel des 2 cours d'eau, nécessite une récolte ciblée sur la diversité des habitats et combinant différentes méthodes. Les Leuctridae et Nemouridae promettent notamment une diversité intéressante, jamais évaluée dans ces milieux. Certaines des espèces présentes par le passé dans l'Arve pourraient tout à fait être retrouvées, comme *Chloroperla tripunctata*, *Dinocras cephalotes*, *Perla grandis*. D'autres se sont raréfiées en Suisse, mais

pourraient potentiellement être retrouvées : *Brachyptera trifasciata*, *Isoperla obscura*, *Dinocras megacephala*. La présence d'*Isogenus nubecula*, éteinte en Suisse, semble inespérée mais pas impossible.

### 3.3. Trichoptères

Selon l'avis d'experte du Dr. Verena Lubini, la diversité des espèces est vraisemblablement sous-estimée dans les tronçons genevois du Rhône et de l'Arve, notamment en raison de la méthode de prélèvement utilisée. Le Rhône pourrait notamment abriter des espèces liées aux substrats à granulométrie fine, aujourd'hui sous-représentées dans la liste des espèces. Les espèces de Trichoptères présentes dans le Rhône en France à environ 70 km en aval de Genève (Paillex et al. 2007; Castella, comm. pers.) ainsi que les connaissances faunistiques régionales permettent d'établir une liste faunistique potentielle pour le Rhône genevois (en gras les espèces potentielles présentes dans le Haut-Rhône français): ***Agapetus ochripes***, ***Goera pilosa***, *Silo pallipes*, ***Hydropsyche exocellata***, *Hydroptila angulata*, *H. forcipata*, *H. sparsa*, ***Athripsodes albifrons***, ***Cyrnus trimaculatus***, *Setodes punctatus*, *Lepidostoma hirtum*, *Ceraclea albimacula*, ***Leptocerus tiniformis***, ***Oecetis lacustris***, ***Oecetis ochracea***, ***Glossosoma boltoni***.

Dans l'Arve les espèces potentielles comprennent notamment les espèces des habitats à courant lent et à granulométrie fine à proximité des berges dans les zones calmes, derrière les gros blocs et le bois mort. La liste des espèces potentielles pour l'Arve est la suivante (en gras les espèces potentielles pour l'Arve présentes dans le Rhône genevois): *Glossosoma boltoni*, ***Hydropsyche contubernalis***, ***Polycentropus flavomaculatus***, *Athripsodes albifrons*, ***Setodes argentipunctellus***, *Hydroptila forcipata*, *H. sparsa*, *Ceraclea dissimilis*, *Lepidostoma hirtum*, ***Mystacides azurea***, *Silo piceus*, *Limnephilus lunatus*, *Agapetus ochripes*, *Oecetis notata*.

## 4. Repérage des sites potentiels

L'examen des cartes topographiques au 1/25000, des photos aériennes de 1996, 2001, 2005 et 2009 et des informations complémentaires (réserves naturelles, zones renaturées, ouvrages hydroélectriques) fournies par le système d'information du territoire genevois SITG et le SECOE ont permis de définir plusieurs zones intéressantes. Une repérage a été effectué sur le terrain les 14, 25 et 26 juillet 2010 et a permis une première évaluation des habitats à disposition (substrats, morphologie du lit et des berges, courant) afin de dresser une première liste des sites qui pourraient faire l'objet d'une étude. L'ensemble des 17 tronçons évalués sont brièvement décrits dans le tableau 2.

Le régime de l'**Arve** étant pluvio-nival, le repérage a eu lieu en période de hautes eaux; il n'est pas possible de connaître précisément les habitats potentiels avant l'étiage automnal. Au vu de certaines images aériennes (notamment celles de 2005 où le niveau est plus bas que les autres années) les niveaux d'eau attendus à l'étiage permettront vraisemblablement d'accéder aux habitats depuis les berges. Les trois tronçons visités sur l'Arve semblent appropriés pour des relevés d'espèces EPT. Le substrat y est varié, la morphologie du lit permet une certaine variabilité des profondeurs et des vitesses de courant, favorisant ainsi la diversité des habitats.

Tableau 2 : Sites évalués sur l'Arve et le Rhône



| Cours d'eau | Tronçon / lieu-dit               | date de repérage | longueur du tronçon évalué | habitats repérés visuellement (recouvrement décroissant)                                            | évaluation favorable |
|-------------|----------------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Arve        | Station de pompage de Vessy      | 26.07.2010       | 300 m                      | pierres et galets, sables et limons<br>blocs mobiles, graviers, roches<br>bryophytes, bois mort     | +                    |
| Arve        | Aval du pont du Val d'Arve       | 26.07.2010       | 100 m                      | blocs mobiles<br>bois mort, racines, graviers, bryophytes,<br>pierres et galets                     | +                    |
| Arve        | Quai Charles Page, aval du seuil | 14.07.2010       | 300 m                      | graviers, sables et limons<br>pierres et galets, roches, bryophytes<br>blocs mobiles                | +                    |
| Rhône       | Sous Cayla                       | 26.07.2010       | 200 m                      | graviers<br>plantes immergées<br>bois mort, roches, sables et limons<br>plantes émergentes, racines | +                    |
| Rhône       | Embouchure du Nant des Grebattes | 26.07.2010       | 200 m                      | Blocs mobiles, graviers<br>bois mort, plantes émergentes, sables et<br>limons, vase                 |                      |
| Rhône       | Bois-des-Fonds                   | 26.07.2010       | 200 m                      | plantes émergentes, vase, litière                                                                   |                      |
| Rhône       | Firmenich                        | 26.07.2010       | 100 m                      | Blocs, galets, graviers<br>bois mort                                                                |                      |
| Rhône       | Chèvres                          | 26.07.2010       | 400 m                      | Plantes émergentes (roselière)<br>bois mort, galets, graviers                                       | +                    |
| Rhône       | Aval Bois de Planfonds           | 26.07.2010       | 200 m                      | vase<br>graviers, galets (aval bras mort)                                                           | +                    |
| Rhône       | Amont Peney                      | 26.07.2010       | 200 m                      | vase, plantes émergentes<br>bois mort, galets, plantes immergées                                    |                      |
| Rhône       | Amont Verbois                    | 26.07.2010       | 100 m                      | plantes émergentes, bois mort, pierres<br>et galets, sables et limons                               | +                    |
| Rhône       | Embouchure Allondon              | 25.07.2010       | 100 m                      | pierres et galets<br>graviers, limons<br>bois mort, racines                                         | +                    |
| Rhône       | Touvière                         | 25.07.2010       | 500 m                      | plantes émergentes<br>bois mort, racines, limons                                                    | +                    |
| Rhône       | Embouchure Laire, Chancy         | 25.07.2010       | 20 m                       | graviers, pierres et galets, limons                                                                 |                      |
| Rhône       | aval Chancy                      | 25.07.2010       | 400 m                      | pierres et galets, bois mort                                                                        | +                    |
| Rhône       | Embouchure Longet                | 25.07.2010       | 20 m                       | aucun habitat accessible                                                                            |                      |
| Rhône       | Vers Vaux                        | 25.07.2010       | 400 m                      | pierres et galets, plantes émergentes<br>blocs mobiles, limons<br>bois mort, racines, graviers      | +                    |

Un total de quatorze tronçons ont été vu le long du **Rhône**, certains depuis la berge à pied et d'autres depuis le Rhône en bateau. Le repérage a eu lieu en semaine durant la journée et les eaux étaient relativement hautes. La trace du marnage était cependant visible dans certains tronçons sur la ligne de rive et l'eau était turbide, rendant l'observation des habitats difficile. Nous avons retenu 7 tronçons qui ont semblé plus favorables lors du premier repérage. Ils présentent des substrats aquatiques plus diversifiés que d'autres tronçons et une certaine hétérogénéité des habitats. Les habitats potentiels devraient cependant être examinés en période de basses eaux afin de déterminer si les habitats sont accessibles pour l'échantillonnage des larves. Les sites sont répartis entre l'aval de la Jonction et la frontière française. Plusieurs de ces sites ont été concernés par des mesures de renaturation ou sont situées dans des zones protégées (réserves naturelles ou zones alluviales d'importance nationale).

## 5. Proposition d'une stratégie d'échantillonnage

Nous détaillons tout d'abord les méthodes d'échantillonnage et abordons le choix des dates de prospection (calendrier), des tronçons d'études et de l'opérateur. Nous proposons ensuite deux variantes par rapport à la situation actuelle afin d'étayer le choix final.

### 5.1. Méthodes d'échantillonnage

Nous proposons la combinaison de trois principales méthodes d'échantillonnage afin de recenser les espèces EPT de l'Arve et du Rhône, de connaître l'état écologique de ces milieux et de mettre en place un suivi axé sur les EPT: a) récolte qualitative de larves dans leurs habitats, b) récolte d'adultes dans le milieu riverain, c) récolte d'adultes au piège lumineux. Ce type de combinaison de méthodes a notamment été éprouvé dans des projets nationaux récents (ex. projet MEPT, OFEV, Suisse; programme d'inventaire des Ephémères de France, OPIE-benthos, France).

#### **a) Récolte des larves dans tous les habitats disponibles et accessibles, recherche des stades larvaires bien développés**

Le choix des habitats prospectés au sein d'une station est très importante pour décrire correctement l'état d'un tronçon de cours d'eau (Bauernfeind & Moog, 2000). Les différentes espèces présentes occupent en effet des habitats différents dans le cours d'eau, et cette préférence peut changer durant le cycle de vie des espèces. Un échantillonnage complet dans les habitats accessibles permettra le relevé le plus exhaustif possible des espèces. La recherche des stades larvaires bien développés permet de disposer de matériel plus facilement déterminable, les jeunes stades étant plus délicats, voire impossibles à déterminer. Cette technique pourra être standardisée dans l'objectif d'un suivi à long terme, sans viser à quantifier les espèces. Le nombre de sous-échantillons prélevés sera alors fixé (par ex. à 10) et les habitats retenus seront protocolés.

*Outils: filet surber ou kick-net, bac et tamis; le substrat est remué ou gratté à la main ou au pied selon la profondeur de l'eau. Le contenu du filet est transféré dans un bac, éventuellement tamisé et les organismes rapidement triés vivants sur le terrain et fixés à l'alcool 80%. Une liste des groupes observés (genres ou familles d'EPT) peut alors être dressée rapidement. Une partie du matériel "en vrac" peut être fixée pour un tri ultérieur au laboratoire.*

#### **b) Récolte d'adultes et d'exuvies sur les berges**

Après l'émergence, durant les jours ou semaines suivantes, les adultes se tiennent à proximité du cours d'eau, notamment dans la végétation riveraine et également sur les pierres émergentes, les troncs, les piles de ponts. Une rapide recherche par chasse à vue, battage et au filet fauchoir s'avère efficace. Cette méthode est très importante pour compléter les données concernant les Plécoptères, certains genres n'étant pas ou peu déterminables à l'espèce, notamment *Leuctra* et *Nemoura*. Les exuvies des grandes espèces de Plécoptères (Perlidae, Perlodidae) sont faciles à repérer à quelques cm à m au-dessus du niveau de l'eau sur des supports appropriés où les larves ont grimpé avant de muer.

*Outils: "parapluie japonais", filet fauchoir*

### c) Récolte d'adultes au piège lumineux

Dans l'Arve et le Rhône, comme dans les grands cours d'eau en général, l'accessibilité des habitats peut s'avérer problématique en raison de la profondeur et des débits importants. Le piégeage lumineux s'avère alors être une méthode éprouvée et recommandée pour le suivi biologique des EPT (Reusch, 1995; Usseglio-Polatera, 1997). Cette méthode est particulièrement efficace pour les Trichoptères (Bournaud et al., 1983) et les Ephéméroptères ayant une activité nocturne. Quelques Plécoptères sont attirés par le piège lumineux, dont *Isoperla obscura*, qui était présente dans l'Arve au début du siècle passé.

*Outils: Les pièges sont constitués d'une lampe fluorescente riche en UV, d'un bac rempli d'eau avec une goutte de tensio-actif permettant de recueillir les insectes, d'une batterie alimentant la lampe et d'un interrupteur crépusculaire automatique. Ils sont posés en fin de journée et récupérés le lendemain matin.*

### d) Méthodes complémentaires

Une méthode complémentaire originale pourrait être mise en oeuvre et consisterait en une récolte d'adultes à des endroits soumis à un éclairage public important. Ces sources lumineuses attirent une grande quantité d'insectes actifs de nuit et notamment certains insectes aquatiques ayant une activité nocturne, durant leur période d'émergence. Cette méthode viserait principalement la récolte d'Ephéméroptères et de Trichoptères. Un parcours urbain choisi parcouru à des périodes clés permettrait un recensement certes partiel mais rapide de certaines espèces.

## 5.2. Calendrier de prospection

Le choix du nombre de périodes d'échantillonnage est également lié à l'effort qui sera consenti. Un idéal ambitieux avec une étude précise de la structure de la faune impliquerait des prélèvements mensuels durant au moins une année. Un échantillonnage avec un effort de terrain plus raisonnable retiendrait 4 périodes de prélèvement optimales afin d'obtenir une vision aussi complète que possible de la diversité des espèces EPT (ex. dans la fig. 4 : mars, mai, juillet, octobre).

Il est de plus important d'optimiser le choix des méthodes en fonction des périodes de prélèvement retenues. La figure 4 présente l'ensemble de ces différents aspects et illustre l'exemple de 4 périodes de prélèvement par an. L'utilisation adéquate de ces trois méthodes au cours de l'année est fortement liée:

- aux régimes hydrologiques des cours d'eau et
- à la phénologie des espèces EPT au cours de l'année (Listes rouges des EPT menacés de Suisse, soumis; Bauernfeind & Moog, 2000).

Les particularités hydrologiques de l'Arve et du Rhône impliquent une planification minutieuse des échantillonnages. En raison du régime pluvio-nival de l'**Arve**, des prélèvements durant l'automne ou l'hiver pourront se dérouler durant l'étiage et permettront l'accès dans des habitats inaccessibles en hautes eaux. Il est important d'éviter les éventuelles périodes de crues liées à la pluviométrie. L'examen préalable de l'hydrogramme de l'Arve permettra également de prélever dans des habitats qui étaient en eau les jours et semaines précédentes. Au printemps et en été, certains habitats ne seront plus accessibles à pied mais la récolte dans les habitats proches des berges et dans la végétation riveraine combinée avec un piégeage lumineux permettra un bon échantillonnage (fig. 4). Le débit du **Rhône** sur le territoire genevois est modulé à sa sortie du

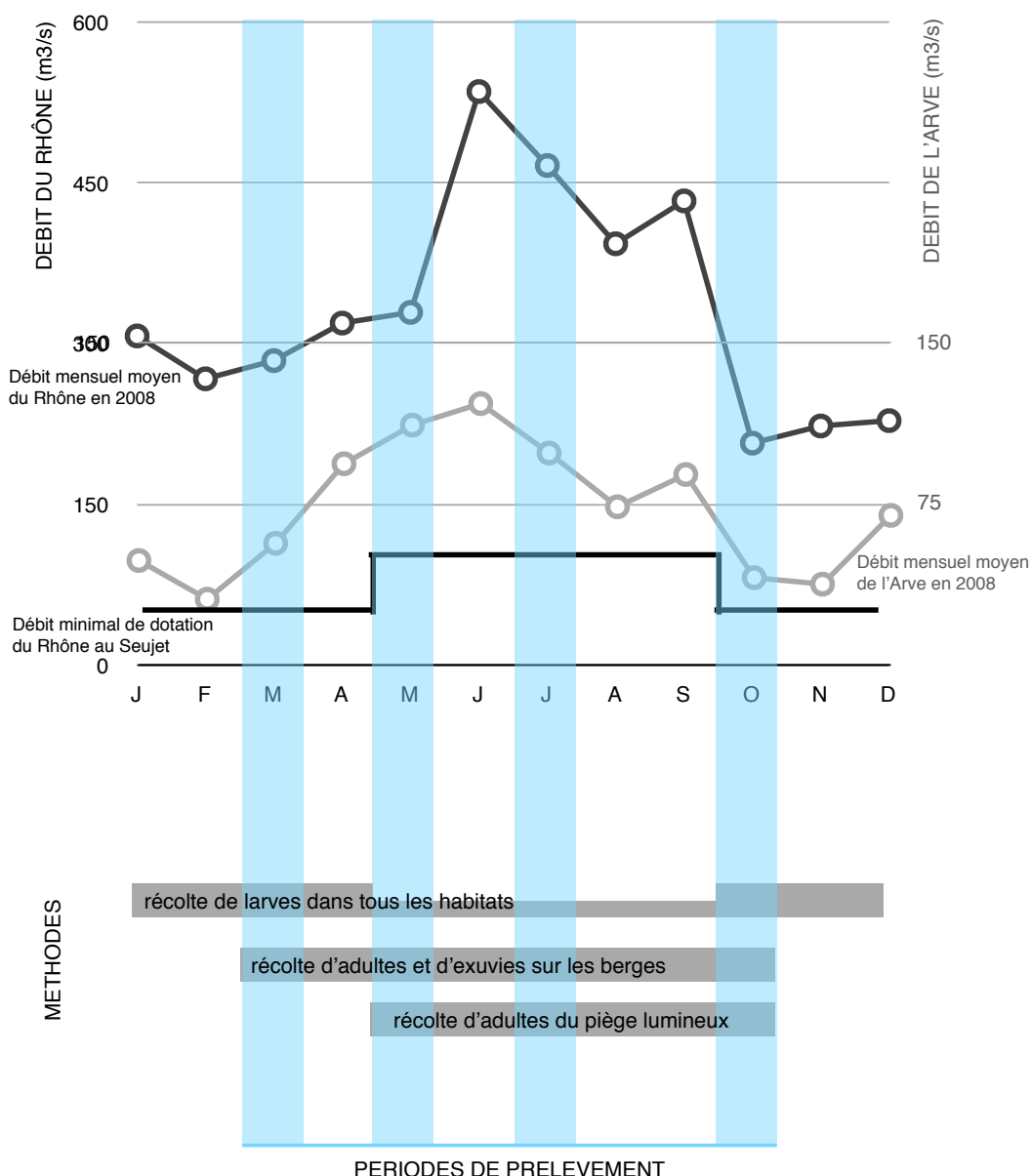


Fig. 4 : Choix des méthodes en fonction des périodes de prélèvement retenues

Léman au barrage du Seujet. Le débit minimal de dotation à l'aval de l'ouvrage a été fixé à 50 m³/s du 1 octobre au 30 avril et à 100m³/s du 1 mai au 30 septembre. Les barrages de Verbois et de Chancy-Pougny, qui turbinent au fil de l'eau, modifient cependant l'écoulement du Rhône par le maintien de vastes zones lentes dans les retenues. L'exploitation des ouvrages provoque un marnage quotidien essentiellement sur les tronçons du Rhône genevois en dehors des retenues. Ces variations sont parfois atténuées durant le week-end. Un échantillonnage des habitats aquatiques nécessitera donc un planning coordonné avec les exploitants afin de pouvoir prélever sans risque aux heures de basses eaux. Il est en effet important de pouvoir accéder aux habitats qui sont toujours en eau, c'est-à-dire juste en dessus du niveau le plus bas atteint quotidiennement. Pour le Rhône également, certains habitats seront moins accessibles en été qu'en basses eaux où le débit minimal est réduit. Il sera alors nécessaire de combiner la récolte dans les habitats proches des berges et dans la végétation riveraine avec un piégeage lumineux (fig. 4).

### 5.3. Tronçons d'études

Le choix du nombre et de la localisation des tronçons à étudier est lié au poids attribué aux changements longitudinaux des cours d'eau et à l'effort consenti.

L'étude de 3 tronçons sur l'**Arve** genevoise (de la frontière au tronçon urbain) et de 4 tronçons sur le **Rhône** genevois (de l'amont de la Jonction à la frontière) permettrait de d'évaluer de façon réaliste la biodiversité spécifique des EPT.

Trois sites sont proposés pour l'Arve, en raison de la diversité des habitats potentiels et de leur représentativité longitudinale:

- Station de Pompage de Vessy (ou éventuellement plus en amont Arve, frontière)
- Pont du Val d'Arve, principalement en aval du pont
- Quai Charles Page, en aval du seuil (tronçon urbain)

Quatre sites sont proposés pour le Rhône en raison de leur faciès à la fois lentique et lotique, des habitats potentiellement présents et de leur représentativité longitudinale:

- Sous Cayla, en rive droite en aval de la Jonction (zone renaturée)
- Chèvres, en amont et aval de la Passerelle
- La Touvière, dans le tronçon franco-suisse (réserve naturelle)
- Vers Vaux, dans le tronçon franco-suisse (réserve naturelle et zone alluviale d'importance nationale)

### 5.4. Opérateur

Nous attirons l'attention sur les connaissances faunistiques et écologiques nécessaires. La récolte des larves et des adultes doit être effectuée par un/une biologiste ayant une bonne connaissance de l'écologie des espèces EPT et notamment des habitats à prospecter. Les taxons doivent être identifiés sur le terrain afin de guider la récolte pour l'obtention de la diversité maximale. L'utilisation des pièges lumineux nécessite une connaissance de cette technique pour la faune aquatique.

### 5.5. Variantes de la stratégie d'échantillonnage

Les aspects méthodes-calendrier-tronçons sont considérés conjointement afin de proposer deux variantes de la stratégie d'échantillonnage par rapport à la **situation actuelle**.

L'acquisition de connaissances pertinentes sur les espèces EPT de l'Arve et du Rhône genevois passe impérativement par la **combinaison des trois principales méthodes d'échantillonnage** détaillées en 5.1., qui peut être **optimisée selon la période d'échantillonnage** (5.2 et fig. 4). La mise en place d'un inventaire des EPT implique un certain effort qui permettra d'augmenter sensiblement les connaissances sur les espèces EPT et l'appréciation de l'état écologique de l'Arve et du Rhône genevois (fig. 5).

- La relation entre effort et gain de connaissances n'est cependant pas linéaire car un effort supplémentaire très conséquent peut s'avérer nécessaire pour obtenir quelques données supplémentaires (**variante "ambitieuse"**, fig. 5).

- Nous préconisons une **variante “optimale”** (fig. 5) qui permettra, avec un effort certes conséquent, d’obtenir un gain très net de connaissances par rapport à la situation actuelle, qui comprend :
  - 4 campagnes de prélèvements par an
  - la combinaison des trois principales méthodes d’échantillonnage, optimisées selon les périodes de prélèvements
  - l’étude de 3 tronçons sur l’Arve et 4 sur le Rhône.

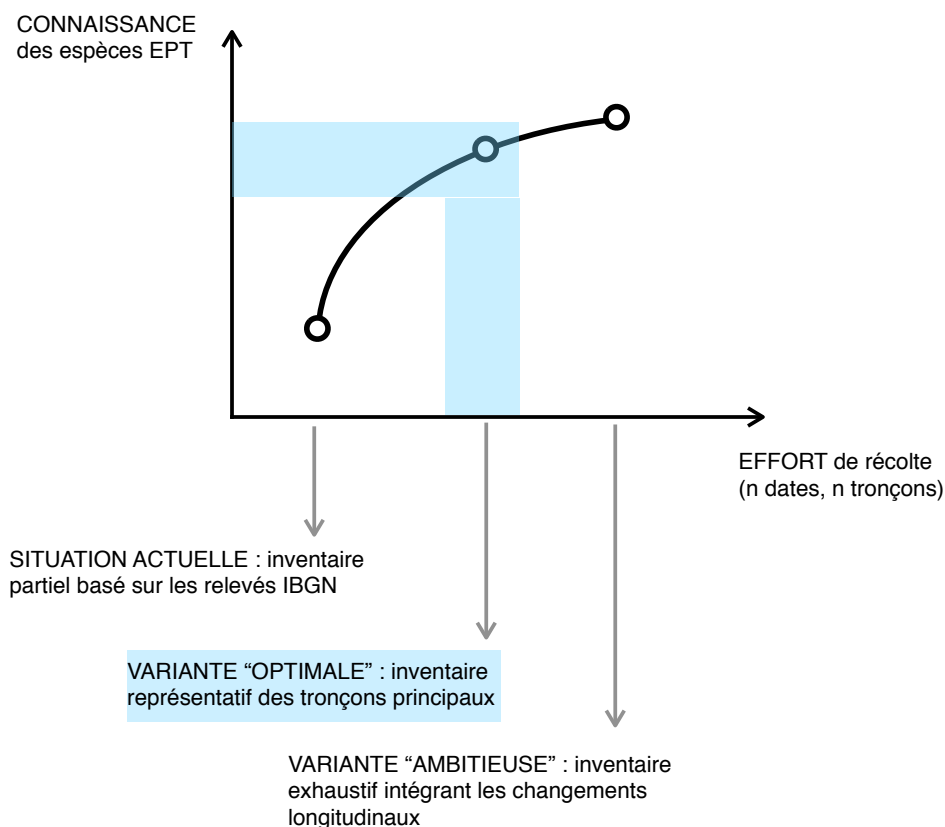


Fig. 5 : Schéma présentant le gain des connaissances des espèces EPT en fonction de l’effort de récolte

## 6. Conclusions

Certaines données récentes sur les espèces EPT de l’Arve et du Rhône genevois, acquises durant le suivi du SECOE, mettent en évidence la bonne potentialité de ces cours d’eau. La technique utilisée sélectionne cependant certains habitats et limite ainsi l’échantillonnage à une partie des espèces potentiellement présentes. Au vu de l’ensemble des habitats existants dans ces cours d’eau et de la situation des tronçons concernés dans le continuum longitudinal, les espèces EPT pourraient être nettement plus diversifiées. La connaissance des espèces de ces groupes les plus sensibles aux paramètres environnementaux est nécessaire à la compréhension de l’état des milieux. Il est dès lors pertinent de mettre en place une évaluation de l’état écologique de l’Arve et du Rhône sur la base d’un inventaire faunistique détaillé des espèces EPT, afin de dresser un bilan de leur biodiversité spécifique actuelle. Une combinaison de 3 méthodes est proposée afin de recenser les espèces à différentes saisons. La stratégie d’échantillonnage est déclinée en variantes afin d’étayer le choix final et une variante “optimale” est préconisée.

Sandra Knispel, Akuatik à Pailly le 1 novembre 2010

## Références

Bauernfeind E. & Moog O. (2000). Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach. *Hydrobiologia* 422/423 : 71-83.

Bournaud M., Arens M.F., Tachet H. & Usseglio-Polatera P. (1983). The problem of sampling Trichoptera in a large river. *Aquatic insects* 5 : 167-172.

Buffagni, A., Cazzola, M., López-Rodríguez, M.J., Alba-Tercedor, J. & Armanini, D.G. (2009): Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 3 - Ephemeroptera. Edited by Schmidt-Kloiber, A. & D. Hering. Pensoft Publishers (Sofia-Moscow). 254pp.

Buffagni, A., Armanini, D.G., Cazzola, M., Alba-Tercedor, J., López-Rodríguez, M.J., Murphy, J., Sandin, L. & Schmidt-Kloiber, A. (2007): Ephemeroptera Indicator Database. Euro-limpacs project (contract no. GOCE-CT-2003-505540), Workpackage 7 - Indicators of ecosystem health, Task 4, [www.freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info) (version 4.0).

Fontaine J. (1982). Le piégeage lumineux, moyen d'approche de la faune entomologique d'un grand fleuve (Ephéméroptères en particulier). *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 51(3) : 81-89.

Graf, W., Murphy, J., Dahl, J., Zamora-Muñoz, C. & López-Rodríguez, M.J. (2008): Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 1 - Trichoptera. Edited by Schmidt-Kloiber, A. & D. Hering. Pensoft Publishers (Sofia-Moscow). 388pp.

Graf, W., Murphy, J., Dahl, J., Zamora-Muñoz, C., López-Rodríguez M.J. & Schmidt-Kloiber, A. (2006): Trichoptera Indicator Database. Euro-limpacs project (contract no. GOCE-CT-2003-505540), Workpackage 7 - Indicators of ecosystem health, Task 4, [www.freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info) (version 4.0).

Graf, W., Lorenz, A.W., Tierno de Figueroa, J.M., Lücke, S., López-Rodríguez, M.J. & Davies, C. (2009): Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 2 - Plecoptera. Edited by Schmidt-Kloiber, A. & D. Hering. Pensoft Publishers (Sofia-Moscow). 262pp.

Graf, W., Lorenz, A.W., Tierno de Figueroa, J.M., Lücke, S., López-Rodríguez, M.J., Murphy, J. & Schmidt-Kloiber, A. (2007): Plecoptera Indicator Database. Euro-limpacs project (contract no. GOCE-CT-2003-505540), Workpackage 7 - Indicators of ecosystem health, Task 4, [www.freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info) (version 4.0).

Graf, W. & Schmidt-Kloiber, A. (2008): Additions to and update of the Trichoptera Indicator Database. [www.freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info) (version 4.0).

Lubini V. & Vicentini H., soumis. Liste rouges des Trichoptères menacés de Suisse. OFEV & CSCF, L'environnement pratique, Berne.

Lubini V. & Knispel S., soumis. Listes rouges des Plécoptères menacés de Suisse. OFEV & CSCF, L'environnement pratique, Berne.

Moog, O. (Ed.) (1995). Fauna Aquatica Austriaca, Lieferung 1995. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

Moog, O. (Ed.) (2002). Fauna Aquatica Austriaca, Lieferung 2002, Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

Paillex A., Castella E. & Carron G. (2007). Aquatic macroinvertebrate response along a gradient of lateral connectivity in river floodplain channels. *Journal of the North American Benthological Society* 26(4):779–796.

Perfetta J., 2006. Evolution de la macrofaune benthique du Rhône genevois (Genève-Suisse) de 1962 à 2002. *Archives des Sciences* 59 : 209-224.

Sartori M. & Wagner A., soumis. Listes rouges des Ephémères menacés de Suisse. OFEV & CSCF, L'environnement pratique, Berne.

SECOE (2008). Qualité des eaux du Rhône genevois et de ses affluents, bilan 2008. Rapport du Service de l'Ecologie de l'Eau (DIM), Genève, 55 pp.

Usseglio-Polatera P. (1997). Long term changes in Ephemeroptera of the river Rhône at Lyon. *In* Landolt P. & Sartori M. (Eds) Ephemeroptera and Plecoptera. Biology-Ecology-Systematics. MTL, Fribourg, Suisse



Annexe 1 : Liste des espèces EPT recensées dans l'Arve et le Rhône à Genève

| Ordre         | Famille          | Espèce                                   | ARVE   |         |           |  | RHÔNE  |         |           |   |
|---------------|------------------|------------------------------------------|--------|---------|-----------|--|--------|---------|-----------|---|
|               |                  |                                          | < 1950 | 1983-93 | 1995-2008 |  | < 1950 | 1983-93 | 1995-2008 |   |
| EPHEMEROPTERA | BAETIDAE         | <i>Baetis alpinus</i>                    | •      |         | •         |  |        |         |           | • |
|               |                  | <i>Baetis lutheri</i>                    |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Baetis rhodani</i>                    |        | •       | •         |  |        | •       | •         |   |
|               |                  | <i>Baetis vardarensis</i>                |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Baetis vernus</i>                     |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               | CAENIDAE         | <i>Caenis luctuosa</i>                   |        |         |           |  |        | •       | •         |   |
|               |                  | <i>Caenis macrura</i>                    |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Caenis rivulorum</i>                  | •      |         | •         |  |        |         |           |   |
|               | EPHEMERELLIDAE   | <i>Serratella ignita</i>                 |        | •       | •         |  |        | •       | •         |   |
|               | EPHEMERIDAE      | <i>Ephemera danica</i>                   |        | •       |           |  |        |         |           |   |
|               | HEPTAGENIIDAE    | <i>Ecdyonurus helveticus</i>             |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Ecdyonurus venosus</i>                | •      |         | •         |  |        | •       |           |   |
|               |                  | <i>Epeorus assimilis</i>                 |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Electrogena lateralis</i>             |        |         |           |  |        | •       |           |   |
|               |                  | <i>Heptagenia sulphurea</i>              |        |         |           |  |        | •       | •         |   |
|               |                  | <i>Rhithrogena gratianopolitana</i>      |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Rhithrogena allobrogica</i>           |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               | LEPTOPHLEBIIDAE  | <i>Habroleptoides confusa</i>            |        | •       |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Habrophlebia lauta</i>                |        |         |           |  |        | •       |           |   |
|               | POTAMANTHIDAE    | <i>Potamanthus luteus</i>                |        |         |           |  |        |         | •         |   |
| PLECOPTERA    | CAPNIIDAE        | <i>Capnia nigra</i>                      |        | •       |           |  |        |         |           |   |
|               | LEUCTRIDAE       | <i>Leuctra hippopus</i>                  | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Leuctra inermis</i>                   | •      | •       |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Leuctra moselyi</i>                   |        |         |           |  |        | •       |           |   |
|               | NEMOURIDAE       | <i>Amphinemura triangularis</i>          | •      |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Amphinemura sulcicollis</i>           | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Nemoura avicularis</i>                |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Nemoura flexuosa</i>                  | •      |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Nemoura obtusa</i>                    |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Protonemura praecox</i>               |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Protonemura meyeri</i>                | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               | PERLIDAE         | <i>Perla marginata</i>                   | •      |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Perla abdominalis</i>                 | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Perla grandis</i>                     | •      |         |           |  |        | •       |           |   |
|               |                  | <i>Dinocras cephalotes</i>               |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Dinocras megacephala</i>              | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               | PERLODIDAE       | <i>Perlodes microcephalus</i>            |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Isogenus nubecula</i>                 | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Isoperla obscura</i>                  | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Isoperla grammatica</i>               |        | •       |           |  |        |         |           |   |
|               | TAENIOPTERYGIDAE | <i>Brachyptera risi</i>                  | •      |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Brachyptera trifasciata</i>           | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Rhabdiopteryx neglecta</i>            | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Taeniopteryx kuehntreiberi</i>        | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               | CHLOROPERLIDAE   | <i>Chloroperla tripunctata</i>           | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Xanthoperla apicalis</i>              | •      |         |           |  |        |         |           |   |
| TRICHOPTERA   | BRACHYCENTRIDAE  | <i>Brachycentrus maculatus</i>           |        |         |           |  |        | •       |           |   |
|               | GLOSSOSOMATIDAE  | <i>Glossosoma boltoni</i>                | •      |         |           |  |        |         |           |   |
|               | HYDROPSYCHIDAE   | <i>Hydropsyche contubernalis</i>         |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Hydropsyche dinarica</i> <sup>1</sup> |        |         |           |  |        | •       | •         |   |
|               |                  | <i>Hydropsyche incognita</i>             |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Hydropsyche instabilis</i>            |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Hydropsyche modesta</i>               |        |         |           |  |        | •       |           |   |
|               |                  | <i>Hydropsyche siltalai</i>              |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               | HYDROPTILIDAE    | <i>Agraylea multipunctata</i>            |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Hydroptila</i> sp.                    |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Orthotrichia</i> sp. *                |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               | LEPTOCERIDAE     | <i>Athripsodes aterrimus</i>             |        |         |           |  |        | •       | •         |   |
|               |                  | <i>Ceraclea annulicornis</i>             |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Ceraclea dissimilis</i>               |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Mystacides azurea</i>                 |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Oecetis notata</i>                    |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Setodes argentipuctellus</i>          |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Allogamus auricollis</i>              |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               | LIMNEPHILIDAE    | <i>Anabolia nervosa</i>                  |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               |                  | <i>Halesus radiatus</i>                  |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Limnephilus lunatus</i>               |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Limnephilus rhombicus</i>             |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Micropterna</i> cf. <i>lateralis</i>  |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Micropterna testacea</i>              |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Potamophylax cingulatus</i>           |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               | ODONTOCERIDAE    | <i>Odontocerum albicorne</i>             |        |         |           |  |        | •       | •         |   |
|               | PHRYGAENIDAE     | <i>Trichostegia minor</i>                |        |         | •         |  |        |         |           |   |
|               | POLYCENTROPIDAE  | <i>Neureclipsis bimaculata</i>           |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Plectrocnemia conspersa</i>           |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Polycentropus flavomaculatus</i>      |        |         |           |  |        | •       | •         |   |
|               | PSYCHOMIIDAE     | <i>Lype reducta</i>                      |        |         |           |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Psychomyia pusilla</i>                |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               |                  | <i>Tinodes waeneri</i>                   |        |         | •         |  |        |         | •         |   |
|               | RHYACOPHILIDAE   | <i>Rhyacophila dorsalis</i>              | •      |         | •         |  |        | •       | •         |   |
|               | SERICOSTOMATIDAE | <i>Sericostoma personatum/flavicorne</i> |        |         | •         |  |        |         | •         |   |

\* dont *Orthotrichia costalis*