

Evolution sur 40 ans du peuplement en Ephémères d'une petite rivière des Prépyrénées, le Volp : résultats préliminaires [Ephemeroptera]

par

Damien LABAT¹, Olivier DELZONS¹,
Alain THOMAS², Sébastien BROSE & Virginie MARIE

Laboratoire Dynamique de la Biodiversité, Université Paul Sabatier,
Bâtiment 4R3b2, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 4, France

1 : Travail effectué dans le cadre de deux Diplômes d'Etudes Supérieures

2 : Auteur correspondant : alain3d@cict.fr

Mots clés : inventaires anciens, comparaison temporelle, disparitions, remplacements d'espèces, saprobies.

Le potentiel d'inventaires anciens du laboratoire d'Hydrobiologie de Toulouse autorise une comparaison précise des communautés d'Ephéméroptères du Volp, un petit affluent de la Garonne, en 1959-63 et en 2001-2002. Sur cette rivière de 41 km de longueur, 3 stations ont été prospectées (amont, à 430 m d'altitude ; intermédiaire, à 305 m ; aval, à 240 m) de façon similaire à 40 ans d'intervalle. Les influences humaines directes sont uniquement d'origine agricole et domestique. Des photos aériennes et par satellite montrent entre 1962 et 1998 une évolution de l'occupation des sols à peu près nulle aux deux premières stations, et plus marquée à la station aval (remembrement et changement de cultures).

Le nombre total d'espèces d'Ephéméroptères est de 28 sur toute la durée de l'étude. Trois espèces rhéophiles fragiles ont complètement disparu du Volp : *Epeorus torrentium*, *Ecdyonurus macani* (remplacé par *E. venosus*) et *Alainites muticus*. La population de *Rhithrogena puytoraci* s'est accrue à la station amont et a disparu de la station aval. Deux espèces de courant lent ont aussi complètement disparu : *Ephemera vulgata*, très rare jadis (remplacée maintenant par *E. lineata*) et *Procloeon* gr *pennulatum*. La limite supérieure de plusieurs espèces est remontée de l'aval vers la station amont où ces espèces étaient absentes dans le passé : *Baetis* gr. *lutheri*, *Ephemera lineata* et *Potamanthus luteus*. Deux autres espèces, autrefois absentes du Volp, sont remontées à partir de la Garonne : *Heptagenia sulphurea* et *Ephoron virgo*. La communauté a évolué d'un rhithron/hyporhithron vers un épipotamon. La valeur saprobique moyenne des communautés (calculée selon MOOG et al. 1997) a augmenté faiblement aux trois stations. Le test de Mann-Whitney indique une différence de saprobité significative au seuil de 1 %, entre les espèces disparues et les espèces qui se sont maintenues, à la station aval. La différence est significative au seuil de 5 % seulement à la station intermédiaire, et non significative à la station amont, ce qui confirme une évolution actuellement en cours, à partir de l'aval (rivière Garonne). Une telle évolution ne peut pas être prise en compte par l'actuel système français d'évaluation de la qualité des eaux courantes (IBGN). Une interprétation approfondie des causes possibles de cette évolution sera présentée dans un travail ultérieur, prenant aussi en compte les ordres des Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères (Elmidae).

Changes in the mayfly [Ephemeroptera] communities of a small river in the Prepyrenees, the Volp, over a 40 years period : preliminary results

Key words : earlier records, temporal comparison, disparitions, species replacements, saprobity.

The use of earlier records of the Laboratory of Hydrobiology, University of Toulouse, has allowed a precise comparison of the mayfly communities in the Volp, a small tributary of the Garonne river, between 1959-63 and 2001-2002. Three stations were sampled along this 41 km long river (upstream, intermediate and downstream, at 430, 305 and 240 m a. s. l. respectively), according to a similar procedure during both periods. Direct human influences are only of agricultural and domestic origin. Aerial and satellite photographs taken in 1962, 1987 and 1998 show almost no change in land use at the two upper stations, contrary to the downstream station (due to re-allocation of land and change of crops).

The total number of mayfly species for both periods was 28. Three rheophilic species, *Epeorus torrentium*, *Ecdyonurus macani* (replaced by *E. venosus*) and *Alainites muticus* totally disappeared from the Volp. The population of *Rhithrogena puytoraci* increased at the upstream site, but disappeared from the downstream site. Two species living in slow current have also totally disappeared : *Ephemera vulgata* (very rare in the past, but now replaced by *E. lineata*) and *Procloeon gr penulatum*. The upper limit of three species, *Baetis* gr. *lutheri*, *Ephemera lineata* and *Potamanthus luteus*, has moved from downstream to the upstream station where they were absent in the past. Two other species, *Heptagenia sulphurea* and *Ephoron virgo*, absent from the Volp in the past, have moved upstream from the Garonne River. The community evolved from a rhithron/hyporhithron into an epipotamon. The mean saprobic value of communities calculated according to MOOG et al. (1997) slightly increased at the three stations. A Mann-Whitney test indicated a difference in saprobity, significant at the 1 % level, between disappeared species and remaining species at the downstream site. The difference was significant at the 5 % level at the intermediate station, but was not significant at the upstream site. This confirms a change presently in progress from downstream (the Garonne River). The present French system of evaluation of water quality (IBGN) cannot take into account such an evolution. A thorough interpretation of the potential causes of these changes will be considered in a further paper, also taking into account Plecoptera, Trichoptera and Coleoptera (Elmidae).

1. Introduction

1.1. Potentiel des données EPT anciennes du laboratoire d'Hydrobiologie de Toulouse

La diversité de certaines catégories d'insectes -et en particulier des grands ordres à larves en majorité lotiques Ephémères, Plécoptères et Trichoptères (EPT)- est utilisée préférentiellement, ou même exclusivement, depuis au moins une dizaine d'années pour l'évaluation de la qualité de l'eau (voir par exemple : LENAT 1993, LENAT & PENROSE 1996, BUFFAGNI 1997, MOOG et al 1997, DIA et al. 2002, CEREGHINO et al. 2003, etc).

Cette biodiversité a présenté un recul très sensible dans au moins deux petits affluents de la Garonne entre 1975 et 1990 : ainsi, 50 % des espèces de Plécoptères ont-elles disparu pendant cette période de la rivière Arize (THOMAS et coll., à paraître). En outre, des familles de Plécoptères prédateurs, très représentées pendant les années 60, ont cédé la place -au moins partiellement- à des Diptères plus robustes, dès le début des années 80 dans la rivière Volp (THOMAS 1985). Au cours de la dernière décennie, quelques relevés ponctuels ont paru confirmer que cette situation est en aggravation.

Or une comparaison temporelle très précise des communautés d'EPT peut être effectuée sur 40 ans pour les rivières Arize et Volp, affluents de rive droite de la Garonne entre ses confluences

avec le Salat et avec l'Ariège, en raison de nombreux relevés faunistiques antérieurs, d'ailleurs pas toujours pleinement exploités à l'époque. Ces inventaires ont été établis entre 1955 et 1962, sur tous les mois de l'année, par C. BERTHÉLEMY et ses élèves et constituent une base sans doute à peu près unique en France (travaux de BERTHELEMY 1966, puis de DECAMPS 1967, de THOMAS 1968a et b, 1970 non publié et de THOMAS & SOWA 1970).

Le thème de la présente publication, axée sur le Volp, était a priori très favorable :

- en raison de la facilité relative de cerner les influences anthropiques, peu diversifiées sur cette petite rivière (pas d'aménagements hydrauliques ni d'industries riveraines notables; les agglomérations traversées sont tout au plus de petits villages, d'ailleurs confrontés à l'exode rural) : l'impact humain est donc ici à peu près exclusivement agricole (épandages et rejets);

- pour progresser sur la connaissance de la polluosensibilité à long terme de nombreuses espèces majeures d'EPT du Sud-Ouest de la France, en particulier celles ne figurant pas sur les listes de SLADECEK (1973) ni de MOOG et al. (1997) en raison de leur répartition géographique.

Remarque : cette première phase de l'étude, préliminaire, ne prend en compte que les Ephéméroptères. L'évolution des communautés de Plécoptères, de Trichoptères et de Coléoptères (essentiellement les Elmidae) sera présentée ultérieurement, avec une interprétation approfondie des variations à long terme des principaux paramètres abiotiques (débit, oxygène dissous, $\text{NH}_4^+/\text{NO}_2^-$, phytosanitaires).

1.2. Un cours d'eau privilégié pour un suivi à long terme : le Volp

Le Volp a une longueur de 41 km. Il se jette dans la Garonne à Cazères (Carte 1). Trois sites, désignés respectivement de l'amont vers l'aval par les abréviations IPV, PSC et PL, y ont été prospectés dès 1955. Ils ont été choisis les plus éloignés possible des rejets purement domestiques : le premier au pont le plus en amont (D 627) sur la rivière ; le second en amont du village de Sainte-Croix ; le troisième au pont du Luquet (D 40), en amont de la confluence avec la Garonne.

2. Matériel et méthodes

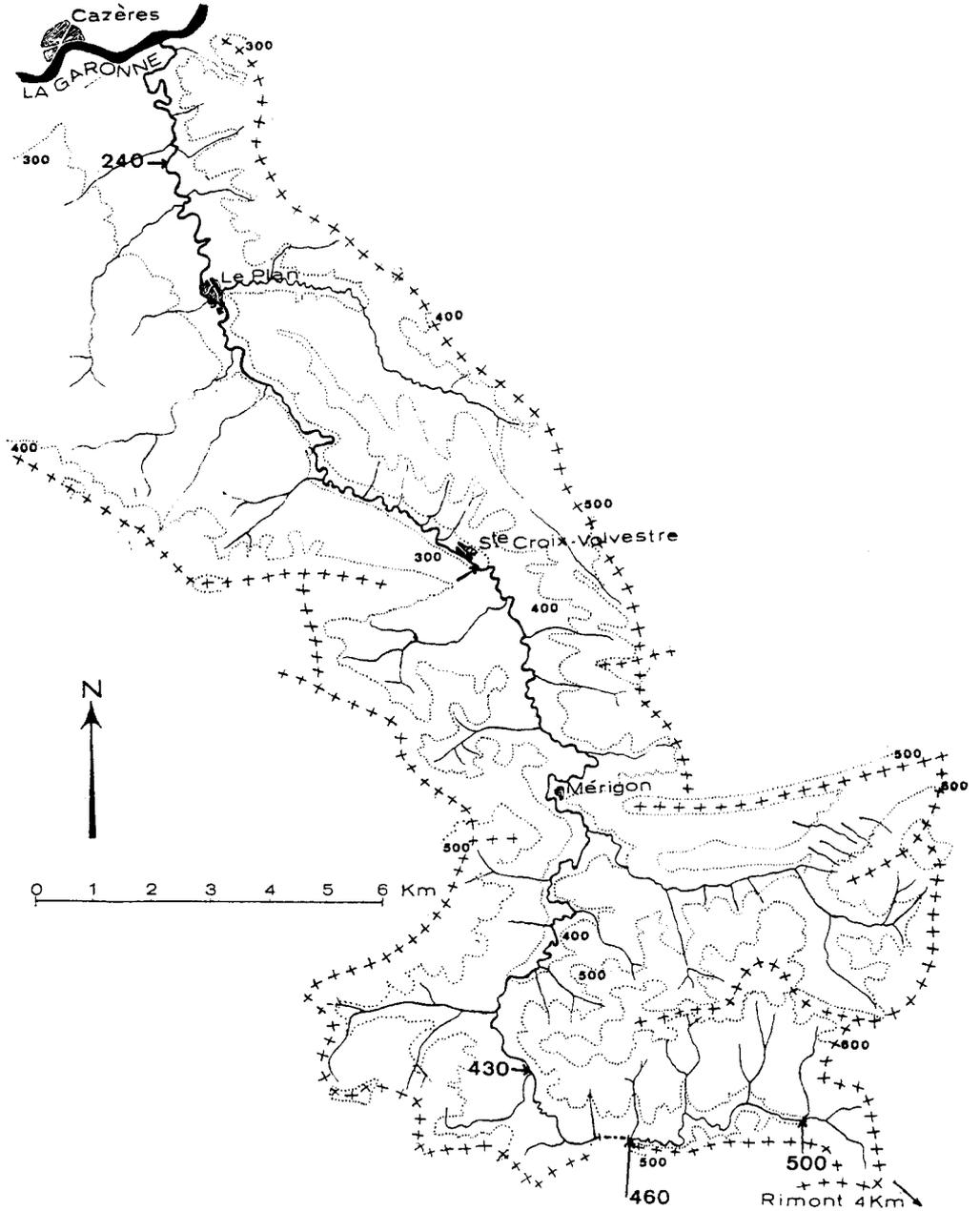
2.1. Prélèvements des stades aquatiques

L'échantillonnage récent a été effectué au filet Surber (surface du cadre : 0,2 m² ; vide de maille : 300 µm² en 13 séries de prélèvements échelonnées sur 14 mois, aux dates suivantes : 22/05/2001, 14/06/01, 04/07/01, 25/07/01, 21/08/01, 12/09/01, 13-14/12/01, 10/01/02, 25/02/02, 25-26/03/02, 16-17/04/02, 22/05/02, 24/07/02. Nous avons volontairement exercé une pression de récolte plus élevée en fin de printemps et en début d'été (sur deux années), en rapport avec la fin du cycle de développement de la majorité des espèces impliquées.

A chacune des 3 stations, 3 prélèvements au Surber ont été effectués dans les milieux les plus représentatifs, selon la vitesse du courant, la nature du substrat et la végétation aquatique.

Le nombre total de prélèvements a donc été de 39 à chacune des trois stations, à comparer aux nombres de prélèvements exploités par C. BERTHÉLEMY et coll. dans le passé : 32 à IPV, 31 à PSC et 27 à PL. A l'époque toutefois, les filets n'étaient pas dotés de mailles calibrées avec précision et la surface prospectée n'était pas délimitée par un cadre de Surber.

Que ce soit par C. BERTHÉLEMY et coll. ou par nous-mêmes récemment, une prospection supplémentaire à vue a aussi été effectuée à chaque fois (par exemple à la pince sous les pierres) afin de collecter le maximum de larves d'espèces inféodées à un microhabitat particulier et qui auraient pu ipso facto avoir échappé à la récolte par le filet.



Carte 1. Bassin-versant du Volp et emplacement des trois stations de prélèvements à 430, 305 et 240 m d'altitude (d'après BERTHÉLEMY 1966).

Map 1. The Volp catchment and the three sampling stations at 430, 305 and 240 m a.s.l. (after BERTHELEMY 1966).

2.2. Captures d'imagos

Des chasses d'imagos ont été effectuées à vue à l'aide d'un filet entomologique, à chaque campagne d'échantillonnage et à chaque station. Trois chasses de nuit ont en outre été effectuées sur un drap éclairé par une lampe alimentée par un groupe électrogène, les 26/03/2002 (PSC), 17/04/02 (1PV), 11/06/02 (1PV).

2.3. Détermination

La détermination du matériel récolté a toujours été effectuée à l'espèce. Seuls les stades larvaires jeunes de *Caenis luctuosa* et *C. macrura* d'une part, d'*Ecdyonurus dispar* et *E. venosus* d'autre part n'ont été déterminés qu'au niveau générique.

3. La rivière Volp

Le Volp est situé dans la partie ariégeoise des Prépyrénées, contreforts de la chaîne pyrénéenne (Carte 1). Sa vallée est séparée des Pyrénées proprement dites par celles du Salat et du Baup.

3.1. Climat

Le bassin-versant du Volp est soumis à un climat à dominante océanique : il est exposé essentiellement à des vents d'Ouest humides, avec une relative sécheresse estivale (de juillet à septembre). La température moyenne annuelle de l'air est de 11,7°C (mesurée au poste météorologique de Saint-Girons) avec un maximum de 19°C en juillet.

3.2. Géologie

Le Volp prend sa source à 530 m d'altitude. Il coule, dans sa partie haute, sur un flysch Cénomaniens constitué de marnes schisteuses avec quelques bancs de grès fin et de calcaire en plaquettes. A 460 m, il pénètre sous terre (Perte du Volp) dans un tuc de calcaire compact Aptien (Crétacé Supérieur). En aval de sa résurgence, il repasse dans le flysch Cénomaniens avec, à 430 m (station 1PV) des assises marnogréseuses et des brèches chaotiques (blocs rocheux de nature variée : calcaires, marnes, dolomies noires...). Le Volp recoupe ensuite, en une vallée encaissée, une gouttière synclinale d'assises Paléocènes calcaires (Thanétien), marneuses et gréseuses, vestiges d'un flysch. Cette vallée étroite se poursuit vers la station PSC dans un anticlinal surtout formé de calcaires lithographiques et de marnes, étagés du Crétacé au Paléocène. Ensuite, la rivière s'écoule dans une vallée large et ouverte de molasses du Miocène, où se situe la station PL. Avant sa confluence avec la Garonne, le Volp rencontre quelques terrains plus récents, Oligocènes et Holocènes.

3.3. Végétation

Les stations prospectées sont situées dans l'étage collinéen à chênaie atlantique avec dominance des chênes sessile et pédonculé et présence du hêtre et du chêne pubescent. Galerie de la série de l'aune près du cours d'eau.

3.4. Occupation humaine

a/ Population

Le bassin-versant du Volp est faiblement peuplé. Aucun village n'est présent en amont de 1PV, seulement un petit hameau de quelques maisons. Cinq hameaux sont situés en amont de PSC, totalisant 548 habitants. L'ensemble du bassin-versant de PL totalise 1910 habitants répartis en 10 agglomérations, mais seuls les villages de Sainte-Croix-Volvestre (611 habitants) et du Plan (315

habitants) (source : INSEE, recensement de 1999), situés respectivement à 11 et à 4 km en amont de PL, peuvent occasionner des rejets domestiques notables.

Les taux de variation annuels des populations de ces différentes agglomérations sont très faibles (compris entre - 2 % et + 2 %) depuis 20 ans. En outre, en cette période de déprise rurale, les aménagements ont été très limités durant les dernières années.

Finalement, on peut dire que le contexte démographique du bassin-versant du Volp est assez similaire à ce qu'il était lors des travaux de Berthélemy et de Décamps, il y a 40 ans.

b/ Agriculture

Le bassin-versant du Volp peut être scindé en 2 zones distinctes par les pratiques agricoles (Tableau 1) :

- en aval du village du Plan, une agriculture assez intensive avec des cultures, sur de grandes surfaces, de maïs, soja, sorgho, tabac et blé. La station PL est située dans cette zone ; elle est donc a priori exposée aux produits phytosanitaires et aux engrais utilisés sur ces cultures ;

- en amont, en raison du relief escarpé, la superficie cultivée est destinée à l'ensilage, et aux cultures vivrières (légumes et vergers). Cette seconde zone est surtout vouée à l'élevage (bovins et chevaux de Mérens). De nombreuses prairies bordent le cours d'eau, les hauteurs étant laissées à la forêt.

Cependant, dans sa partie la plus méridionale, en tête de réseau, le bassin-versant s'élargit nettement pour former une cuvette, avec des cultures d'assez grande surface (Carte 1). Aussi peut-on penser que la station 1PV, où le débit est encore très faible, est peut-être paradoxalement plus touchée *proportionnellement au débit* par les pratiques agricoles que la station PSC, certes plus en aval, mais qui reçoit de petits affluents (toutefois à sec ou pratiquement à sec l'été) provenant de vallons forestiers non impactés par l'agriculture.

D'autre part, l'étude comparative de photographies aériennes prises en 1962, ainsi que de photos prises par satellite en 1987 et en 1998, permettent de constater que l'occupation des sols a été très peu modifiée sur les 3/4 supérieurs du bassin-versant (en amont de Sainte-Croix-Volvestre, incluant donc les stations 1PV et PSC), mis à part l'abandon de quelques parcelles cultivées à la friche. L'occupation du sol sur cette partie du bassin-versant est donc très similaire à ce qu'elle était lors des études réalisées il y a 40 ans.

Au contraire, la zone située dans la plaine (station PL) a subi une mutation de son mode d'exploitation agricole. On note un remembrement des parcelles, et un changement de la nature même des cultures : le blé a été remplacé par le maïs, le soja, le tournesol, le sorgho et le colza.

STATIONS	1PV		PSC		PL	
	km2	%	km2	%	km2	%
Superficie						
cultures	0,85	4,96	5,88	8,36	11,73	9,36
prairies	7,28	42,23	22,24	31,6	38,5	30,73
forêts	9,1	52,81	42,27	60,05	75,06	59,91
Total	17,24	100	70,4	100	125,28	100

Tableau 1. Proportions des différents types d'occupation du sol en amont des stations de prélèvement (2002).

Table 1. Percentages of the different kinds of land use upstream the sampling stations (2002).

c/ autres influences anthropiques

Elles concernent essentiellement :

- des tronçonnages et retraits de troncs d'arbres tombés en travers du cours, effectués en particulier en 2001 (conséquence, entre autres, de la tempête de 1999) ; ces interventions, localisées, ont été effectués avec soin et de façon écologique (sans utilisation de véhicules à moteur dans le lit de la rivière) ;

- des enrochements ponctuels des berges par les riverains, pour éviter l'effondrement de ces dernières près de certaines habitations, donc plus particulièrement sur le cours moyen et aval ;

- quelques interventions, non récentes et très localisées, sur le lit du cours d'eau pour supprimer les rétrécissements, cause de ralentissement du flot en cas de crue et pour réduire les flots médians qui dévient ce dernier et accroissent l'érosion des berges.

4. Description des stations**4.1. Station amont : le premier pont sur le Volp (1PV)***a) Caractéristiques abiotiques*

Altitude : 430 m ; distance à la source : 9 km ; distance à l'embouchure dans la Garonne : 32 km ; surface du bassin-versant : 17 km² ; pente moyenne : 1,45 % ; largeur : 2 à 4 m ; profondeur : 20 à 40 cm .

Sur les 50 m environ constituant la station, les 2/3 amont sont localisés en forêt, le 1/3 aval en prairie, avec fond pierreux prédominant partout. Quelques rochers in situ et de nombreuses grosses pierres stables, supports de Bryophytes. La station comporte plusieurs petits biefs et présente donc une large gamme de vitesses de courant, de presque nul jusqu'à 80 cm/s, favorisant la diversité des microhabitats. Occupation superficielle approximative du fond : blocs > 20 cm : 50 % ; pierres < 20 cm : 40 % ; graviers et sable bordants : 10 %.

Berges en talus raides d'environ 1 m de hauteur.

b) Végétation

- du lit : 40 % des radiers recouverts de Bryophytes ;

- des berges : ripisylve moyennement dense de frêne et d'aulne, avec aussi noisetier, érable champêtre et ronces ;

- des alentours : prairies et forêts (chênaie avec quelques pins sylvestres et sapins).

4.2. Station intermédiaire : le pont de Sainte-Croix (PSC)*a) Caractéristiques abiotiques*

Altitude : 305 m ; distance à la source : 23 km ; distance à l'embouchure dans la Garonne : 18 km ; surface du bassin versant : 70 km² ; pente moyenne : 0,76 % ; débit moyen pour l'année 2001 : 917 L/sec ; largeur : 5 à 6 m ; profondeur moyenne : 10 à 20 cm en radier, 50 à 70 cm dans les mouilles.

Sur 50 m environ, la station est constituée de deux zones successives : les 30 m amont en courant moyen (50-60 cm/s), les 20 m aval en courant lent avec dépôts latéraux de sable. Par rapport à 1PV, le substrat est plus homogène : il n'y a pas de blocs volumineux in situ en courant et, en conséquence, les Bryophytes sont beaucoup moins abondants. Occupation superficielle approximative du fond (en radier) : blocs > 20 cm : 20 % ; galets < 20 cm : 70 % ; autres (graviers, sable, vase) : 10 %.

Berges en talus de 1 à 2 m.

b) Végétation

- du lit : quelques algues et Bryophytes ;
- des berges : galerie dense en rive gauche, clairsemée en rive droite, constituée de frêne, noyer, noisetier, érable champêtre, saule, robinier, aulne ;
- des alentours : forêt en rive gauche (essentiellement robinier, châtaignier, chênes), prairie en rive droite.

4.3. Station aval : le pont du Luquet (PL)

a) Caractéristiques abiotiques

Altitude : 240 m ; distance à la source : 36 km ; distance à l'embouchure dans la Garonne : 5 km ; surface du bassin-versant : 125 km² ; pente moyenne : 0,22 % ; largeur : 7 à 8 m.

Radier sur une dizaine de mètres à courant moyen, profondeur 10 à 20 cm ; mouilles sur environ 40 m, à courant lent, profondeur de 40 cm à plus d'un m. Occupation superficielle approximative du fond (en radier) : gros galets (> 10 cm) : 30 % ; petites pierres : 40 % ; sable : 30 % ; ailleurs, le substrat marneux affleurant est prédominant.

Berges assez encaissées, le plus souvent en talus abrupt de 2 à 3,5 m de haut.

b) Végétation

- du lit : peu de macrophytes aquatiques, quelques Bryophytes ;
- des berges : ripisylve composée de frêne, peuplier, tilleul et charme avec présence de noyer, chêne, sureau, noisetier, prunellier, aulne et bambous ;
- des alentours : bois et prairies en rive gauche ; prairies bocagées et polyculture en rive droite (maïs, blé, tournesol, orge, tabac et sorgho).

5. Principaux paramètres physico-chimiques de l'eau

5.1. Analyses anciennes (tableau 2).

5.2. Analyses récentes (tableau 3).

6. Communautés d'Ephéméroptères actuelles

Le nombre total d'espèces d'Ephéméroptères impliquées est de 28. La richesse spécifique actuelle est assez constante sur tout le cours du Volp (19 à 1PV, 20 à PSC et 21 à PL). Cependant, les inventaires ne sont pas les mêmes aux trois stations, le nombre total d'espèces étant actuellement de 23. Pour la période récente (2001-2002), le matériel total déterminé est de 7820 larves âgées ou «half-grown» - à l'exclusion des larvules - prélevées sur 23,4 m² de substrat.

Quantitativement, les différentes familles contribuent à ce total pour :

Baetidae = 46,5 % ; Ephemerellidae = 21,1 % ; Heptageniidae = 13,0 % ; Caenidae = 11,3 % ; Leptophlebiidae = 4,9 % ; Ephemeridae = 2,6 % ; autres (Oligoneuriidae, Polymitarciidae et Potamanthidae) = 0,6 %.

7. Evolution des communautés d'Ephéméroptères dans le temps

Les nombres d'espèces d'Ephémères présentes à chaque station sont similaires en 1963 et en 2002 (Fig. 1). La richesse spécifique brute a donc peu varié en quatre décennies. Ceci ne traduit pourtant pas une réelle stabilité du peuplement. Au contraire (Tableaux 4a, 4b et 4c), certaines

STATIONS	1PV	PSC	PL
Nombres de mesures	12	10	10
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			
en crue	280	255	240
niveau moyen	450	420	440
à l'étiage	510	460	455
pH	8 à 8,2	7,9 à 8,3	7,9 à 8,3
Saturation O ₂ (%)	100	non mesurée	80 à 100
Temp. eau maxi (°C)	22	22,5	23

in Berthélemy (1966)

STATIONS	PSC	Le Plan	PL
05/07/76			
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	410	436	-
NO ₂ - ($\mu\text{g}/\text{L}$)	5,7	7,4	-
NO ₃ - ($\mu\text{g}/\text{L}$)	440	536	-
26/07/76			
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	430	453	-
NO ₂ - ($\mu\text{g}/\text{L}$)	1,6	3,3	-
NO ₃ - ($\mu\text{g}/\text{L}$)	940	1028	-
26/09/77			
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	445	448	455
NO ₂ - ($\mu\text{g}/\text{L}$)	2,1	2	2
NO ₃ - ($\mu\text{g}/\text{L}$)	746	956	900

in Thomas (1985)

Tableau 2. Analyses physico-chimiques effectuées entre 1959 et 1963 (in BERTHELEMY 1966) et en 1976-77 (in THOMAS 1985). Le Plan se trouve à 2,5 km en amont de PL, avec une occupation des sols comparable.

Table 2. Physico-chemical analyses between 1959 and 1963 (in BERTHÉLEMY 1966) and in 1976-77 (in THOMAS 1985). Le Plan is 2,5 km upstream of PL, with similar agricultural land use.

espèces ont colonisé des stations où elles étaient jadis absentes (A), alors qu'à l'inverse d'autres ont disparu (D). Toutefois, il faut souligner que les espèces présentes autrefois en grand nombre à toutes les stations le sont toujours ; il s'agit de formes euryèces, aux tolérances écologiques larges, et par conséquent peu fragiles.

7.1. Disparitions et remplacements d'espèces

Les disparitions concernent d'abord deux Heptageniidae respectivement très rhéophile et rhéophile, et caractéristiques du rhithron, dont les dernières récoltes remontent à 1973 :

- *Epeorus torrentium*, cantonné en amont (station 1PV) où il était peu abondant ;

STATIONS	1 PV	PL	
Dates	30/05/02	30/05/02	
Température eau (°C)	16	17	
Oxygène dissous (mg/L)	14	11,1	
Oxygène (% saturation)	140	114	
	29/08/02	29/08/02	
Température eau (°C)	16	18,5	
Oxygène dissous (mg/L)	8,4	4,7	
Oxygène (% saturation)	84	50	
	19/07/03 19h30	19/07/03 17h	20/07/03 7h30
Température eau (°C)	22	26	22,5
Oxygène dissous (mg/L)	7,6	9,1	5,3
Oxygène (% saturation)	86	111	61
	26/07/03 7h	26/07/03 9h30	
Température eau (°C)	19	22,5	
Oxygène dissous (mg/L)	7,5	6,2	
Oxygène (% saturation)	80	71	
	01/08/03 7h		
Température eau (°C)	16,5		
Oxygène dissous (mg/L)	8,2		
Oxygène (% saturation)	83		
	10/08/03 8h	09/08/03 7h	
Température eau (°C)	19	23	
Oxygène dissous (mg/L)	6,2	5,2	
Oxygène (% saturation)	66	60	
	28/08/03 7h30	28/08/03 7h	
Température eau (°C)	19,5	23	
Oxygène dissous (mg/L)	5,9	6,2	
Oxygène (% saturation)	63	71	

Tableau 3. Analyses récentes : concentrations en oxygène dissous l'été, à la station amont (1PV) et à la station aval (PL).

Tableau 3. Recent analyses : dissolved oxygen concentrations in Summer, at the upstream site (1PV) and at the downstream site (PL).

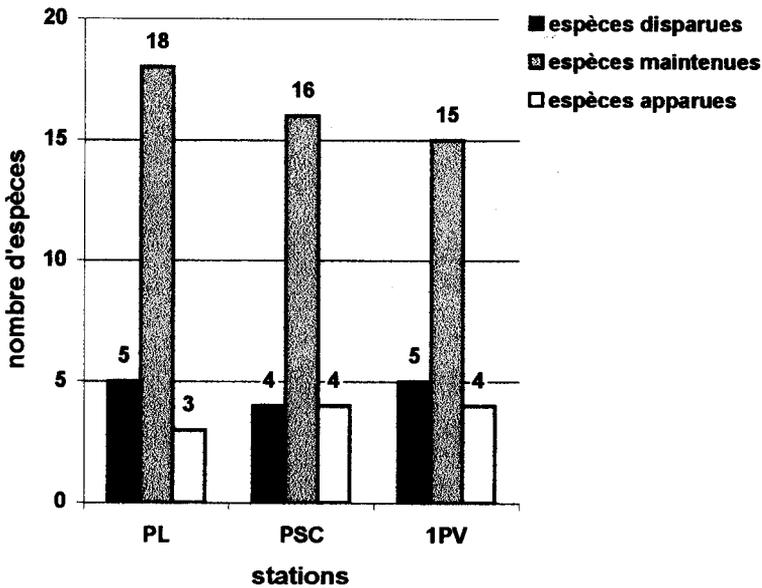


Fig. 1. Evolution temporelle de la richesse spécifique en Epheméroptères du Volp entre 1963 et 2002 : espèces disparues, maintenues et apparues aux trois stations.

Fig. 1. Temporal evolution of the mayfly species richness in the Volp between 1963 and 2002 : disappeared species, remaining species and appeared species at the three stations.

- *Ecdyonurus macani* Thomas & Sowa, 1970 - dont le Volp est malheureusement la Terra typica - présentait une abondance décroissante de l'amont vers l'aval.

E. macani a été remplacé aux trois stations par *E. venosus*, dont la fréquence d'occurrence dans le Sud-Ouest de la France est beaucoup plus élevée. *E. macani* paraît aussi avoir disparu de la Garonne.

Présent il y a 40 ans à toutes les stations, *Alainites muticus* (rhithron-potamon selon PUTHZ 1978 ; crénon-rhithron, selon STUDEMANN et al. 1992) a aussi disparu du Volp, de même que *Procloeon* sp. (gr. *pennulatum*) (caractéristique du rhithron et de l'épipotamon, dans les zones à courant lent, sableuses et dans les macrophytes : KIMMINS 1972, PUTHZ 1978, MACAN 1979, ELLIOTT & HUMPESCH 1983, STUDEMANN et al. 1992).

A la fin des années 50, *Ephemera vulgata* ne se trouvait qu'à la seule station 1PV, et en effectifs déjà très faibles. Aucune capture de larve ou d'adulte de cette espèce n'a été effectuée depuis 1959. *E. vulgata* est maintenant remplacée par *E. lineata*, qui était d'ailleurs absente de la station 1PV à l'époque. Les larves d'*E. vulgata* vivent dans les rivières à fond boueux (MACAN 1979, ELLIOTT & HUMPESCH 1983) mais aussi dans des ruisseaux de plaine (DEGRANGE 1955) ; STUDEMANN et al. (1992) signalent cette espèce dans l'épipotamon et dans les lacs.

7.2. Remontée d'espèces de l'aval vers l'amont du Volp

E. lineata, qui a colonisé la station amont (1PV) pendant la durée de cette étude, est caractéristique du potamon (voir MACAN 1958 et 1979, KIMMINS 1972, ELLIOTT & HUMPESCH 1983). D'autre part, les populations d'*E. danica* se sont considérablement accrues à 1PV et à PL.

Station amont : 1PV		Espèces	Devenir	1959-63	2001-02	Ecologie	Indice saprobique
BAETIDAE		<i>Alainites muticus</i>	D	+	0	3, 4	1,4
		<i>Baetis fuscatus</i>	M	++	+++	3, 4	2,2
		<i>Baetis cf lutheri</i>	A	0	+++	3	1,6
		<i>Baetis rhodani</i>	M	+++	+++	3, 4	2,1
		<i>Centroptilum luteolum</i>	M	++	+++	3, 4, 5	2,1
		<i>Procloeon bifidum</i>	M	+	+	3, 4	2,2
		<i>Procloeon sp. (gr. pennulatum)</i>	D	r	0	3	
CAENIDAE		<i>Caenis luctuosa</i>	M	+	+++	4	2,3
		<i>Caenis macrura</i>	M	+++	++	3, 4, 5	1,9
EPHEMERELLIDAE		<i>Serratella ignita</i>	M	++	+++	3, 4	2,1
		<i>Torleya major</i>	M	++	+++	3, 4	1,8
EPHEMERIDAE		<i>Ephemera danica</i>	M	+	+++	3, 4	1,8
		<i>Ephemera lineata</i>	A	0	r	4	
		<i>Ephemera vulgata</i>	D	r	0	4, 5	2,2
HEPTAGENIIDAE		<i>Ecdyonurus dispar</i>	M	++	+++	3, 4	2,1
		<i>Ecdyonurus insignis</i>	M	++	r	3, 4	2,2
		<i>Ecdyonurus macani</i>	D	++	0	3, 4	1,4
		<i>Ecdyonurus venosus</i>	A	0	++	3, 4	1,2
		<i>Epeorus torrentium</i>	D	+	0	3	
		<i>Rhithrogena puytoraci</i>	M	+	++		1,2
LEPTOPHLEBIIDAE		<i>Habroleptoides confusa</i>	M	++	++	3, 4	1,6
		<i>Habrophlebia lauta</i>	M	++	+++	3	2,0
		<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	M	+	+++	3, 4	1,6
POTAMANTHIDAE		<i>Potamanthus luteus</i>	A	0	r	3, 4	2,2

M : espèce maintenue

D : espèce disparue

A : espèce apparue

0 : espèce absente

r : espèce rare (0 ou 1 individu par prélèvement)

+

++ : espèce peu abondante (2-5 individus par prélèvement)

+++ : espèce abondante (6-20 individus par prélèvement)

+++ : espèce très abondante (> 20 individus par prélèvement)

Ecologie (selon Puthz in Limnofauna Europaea, 1978) : 3, rhithron; 4, potamon; 5, lacs.

Indice saprobique selon Moog & al. (1997)

Tableau 4a. Détail des communautés d'Ephémères du Volp, passée et actuelle, à la station amont (1PV), avec les valeurs saprobiques spécifiques correspondantes.

Table 4a. Past and present mayflies communities of the Volp river at the upstream site (1PV), and corresponding specific saprobic indices.

Station intermédiaire : PSC		Devenir	1959-63	2001-02	Ecologie	Indice saprobique
BAETIDAE	<i>Alaimites muticus</i>	D	++	0	3, 4	1,4
	<i>Baetis fuscatus</i>	M	+++	+++	3, 4	2,2
	<i>Baetis cf. lutheri</i>	A	0	+++	3	1,6
	<i>Baetis rhodani</i>	M	+++	+++	3, 4	2,1
	<i>Centroptilum luteolum</i>	M	+	+++	3, 4, 5	2,1
	<i>Procloeon bifidum</i>	M	++	++	3, 4	2,2
	<i>Procloeon sp. (gr. pennulatum)</i>	D	+	0	3	
CAENIDAE	<i>Caenis luctuosa</i>	M	+++	++	4	2,3
	<i>Caenis macrura</i>	M	+++	+	3, 4, 5	1,9
EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella ignita</i>	M	+++	+	3, 4	2,1
	<i>Torleya major</i>	M	++	+	3, 4	1,8
EPHEMERIDAE	<i>Ephemera danica</i>	M	+	+	3, 4	1,8
	<i>Ephemera lineata</i>	M	++	+	4	
HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus dispar</i>	M	++	+++	3, 4	2,1
	<i>Ecdyonurus insignis</i>	M	++	r	3, 4	2,2
	<i>Ecdyonurus macani</i>	D	+	0	3, 4	1,4
	<i>Ecdyonurus venosus</i>	A	0	+	3, 4	1,2
	<i>Heptagenia sulphurea</i>	A	0	r	4	2,0
	<i>Rhithrogena puytoraci</i>	M	+	+		1,2
LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Choroterpes picteti</i>	M	+	++	4	
	<i>Habroleptoides confusa</i>	M	+	++	3, 4	1,6
	<i>Habrophlebia lauta</i>	M	+	+	3	2,0
	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	D	+	0	3, 4	1,6
POTAMANTHIDAE	<i>Potamanthus luteus</i>	A	0	+	3, 4	2,2

M : espèce maintenue

D : espèce disparue

A : espèce apparue

0 : espèce absente

r : espèce rare (0 ou 1 individu par prélèvement)

+: espèce peu abondante (2-5 individus par prélèvement)

++ : espèce abondante (6-20 individus par prélèvement)

+++ : espèce très abondante (> 20 individus par prélèvement)

Ecologie (selon Puthz in Limmofauna Europaea, 1978) : 3, rhithron; 4, potamon; 5, lacs.

Indice saprobique selon Moog & al. (1997)

Tableau 4b. Détail des communautés d'Ephémères du Volp, passée et actuelle, à la station intermédiaire (PSC), avec les valeurs saprobiques spécifiques correspondantes.

Table 4b. Past and present mayflies communities of the Volp river at the intermediate site (PSC), and corresponding specific saprobic indices.

Station aval : PL	Espèces	Devenir	1959-63	2001-02	Ecologie	Indice saprobique
BAETIDAE	<i>Alainites muticus</i>	D	r	0	3, 4	1,4
	<i>Baetis fuscatus</i>	M	+++	+++	3, 4	2,2
	<i>Baetis cf lutheri</i>	M	+	+++	3	1,6
	<i>Baetis rhodani</i>	M	+++	+++	3, 4	2,1
	<i>Centroptilum luteolum</i>	M	++	+++	3, 4, 5	2,1
	<i>Procloeon bifidum</i>	M	+	++	3, 4	2,2
	<i>Procloeon sp. (gr. pennulatum)</i>	D	++	0	3	
CAENIDAE	<i>Caenis luctuosa</i>	M	+++	+++	4	2,3
	<i>Caenis macrura</i>	M	+++	+	3, 4, 5	1,9
EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella ignita</i>	M	+++	+++	3, 4	2,1
	<i>Torleya major</i>	D	+	0	3, 4	1,8
EPHEMERIDAE	<i>Ephemera danica</i>	M	r	+++	3, 4	1,8
	<i>Ephemera lineata</i>	M	+	+++	4	
HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus dispar</i>	M	++	+++	3, 4	2,1
	<i>Ecdyonurus insignis</i>	M	++	r	3, 4	2,2
	<i>Ecdyonurus macani</i>	D	r	0	3, 4	1,4
	<i>Ecdyonurus venosus</i>	A	0	+	3, 4	1,2
	<i>Heptagenia sulphurea</i>	A	0	r	4	2,0
	<i>Rhithrogena puytoraci</i>	D	+	0		1,2
LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Choroterpes picteti</i>	M	++	++	4	
	<i>Habroleptoides confusa</i>	M	+	++	3, 4	1,6
	<i>Habrophlebia lauta</i>	M	+	+	3	2,0
	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	M	r	+	3, 4	1,6
OLIGONEURIIDAE	<i>Oligoneuriella rhenana</i>	M	+	r	3, 4	1,9
POLYMITARCYIDAE	<i>Ephoron virgo</i>	A	0	+	3, 4	2,3
POTAMANTHIDAE	<i>Potamanthus luteus</i>	M	r	+	3, 4	2,2

M : espèce maintenue

D : espèce disparue

A : espèce apparue

0 : espèce absente

r : espèce rare (0 ou 1 individu par prélèvement)

+: espèce peu abondante (2-5 individus par prélèvement)

++ : espèce abondante (6-20 individus par prélèvement)

+++ : espèce très abondante (> 20 individus par prélèvement)

Ecologie (selon Puthz in Limnofauna Europaea, 1978) : 3, rhithron; 4, potamon; 5, lacs.

Indice saprobique selon Moog & al. (1997)

Tableau 4c. Détail des communautés d'Ephémères du Volp, passée et actuelle, à la station aval (PL), avec les valeurs saprobiques spécifiques correspondantes.

Table 4c. Past and present mayflies communities of the Volp river at the downstream site (PL), and corresponding specific saprobic indices.

La population de *Baetis cf lutheri*, jadis peu abondante à PL, a subi un fort accroissement et a d'autre part colonisé, vers l'amont, les stations PSC et 1PV. Cette espèce est très abondante dans la Garonne, près de l'embouchure du Volp.

De même, *Potamanthus luteus* est apparu à PSC et à 1PV. Il était certes présent dans le Volp au début des années 60, mais à la seule station aval (PL) où il était d'ailleurs rare. *P. luteus* est abondant dans la Garonne, près de l'embouchure du Volp. Cette espèce est caractéristique des rivières modérément rapides (KIMMINS 1972, MACAN 1979, ELLIOTT & HUMPECH 1983).

7.3. Remontée dans le Volp d'espèces de la Garonne

Heptagenia sulphurea, jadis totalement absente du Volp, a colonisé les stations PL et PSC à partir de la Garonne où elle est l'un des Heptageniidae les plus abondants. Selon ELLIOTT & HUMPECH (1983), cette espèce est essentiellement cantonnée aux rivières.

Il en va de même d'*Ephoron virgo*, jamais signalée du Volp dans le passé, et récemment apparue à PL. Cette espèce est abondante dans la Garonne. Selon PUTHZ (1978) et STUDEMANN et al. (1992), elle fait partie du rhithron et du potamon.

La remontée d'espèces potamophiles (épipotamon), plus tolérantes vis à vis de l'eutrophisation, est probablement facilitée par le départ d'espèces rhéophiles strictes, ayant entraîné une diminution de la concurrence.

8. Ephéméroptères du Volp et système des saprobies

Le tableau 5 montre l'évolution du peuplement en Ephéméroptères du Volp, du point de vue des saprobies. Il indique, pour les trois stations, les valeurs saprobiques moyennes des trois ensembles : espèces disparues, maintenues et apparues. Les valeurs saprobiques individuelles retenues pour calculer les moyennes sont celles proposées par MOOG et al. (1997) (en voir le détail dans les tableaux 4a, b et c), ce qui appelle deux remarques.

STATIONS	Valeur moyenne de saprobité		
	espèces disparues	espèces maintenues	espèces apparues
1 PV	1,67	1,95	1,67 (1,83)*
PSC	1,47	1,97	1,75 (1,88)*
PL	1,45	1,99	1,83 (2)*

Tableau 5. Valeurs saprobiques moyennes des espèces disparues, maintenues et apparues aux trois stations d'étude de la rivière Volp entre 1959-63 et 2001-02.

Les valeurs individuelles, spécifiques, sont celles proposées par MOOG et al. (1997). * : résultat obtenu en adoptant pour *E. venosus* la valeur de 1,7 (selon FRIEDRICH 1990).

Table 5. Mean saprobic indices of disappeared species, remaining species, and appeared species at the three study stations of the Volp river between 1959-63 and 2001-02.

Specific values are those proposed by MOOG et al. (1997). * : result achieved with 1,7 for *E. venosus* (after FRIEDRICH 1990).

Tout d'abord, la valeur indiciaire saprobique reste à établir pour quelques espèces du Sud-Ouest de la France, ne figurant pas dans le travail de ces auteurs en raison de leur répartition géographique. Provisoirement, il n'a donc pu être tenu compte ici de ces espèces (*Proclonus* sp. (gr *penulatum*), *Ephemera lineata*, *Epeorus torrentium* et *Choroterpes picteti*).

D'autre part, la valeur de 1,2 correspondant à *E. venosus* nous paraît nettement sous-estimée. Il est possible, voire probable, qu'il ne s'agisse pas de la même espèce que celle considérée par MOOG et al. La systématique du groupe *venosus* sensu stricto est particulièrement difficile et pas encore parfaitement résolue, avec probablement des espèces jumelles en Europe. Notre matériel a été déterminé (voir THOMAS 1968a) comme *venosus* sur la base d'une comparaison avec des larves et des adultes provenant de Grande-Bretagne (T.T. Macan leg.). Cette espèce, très répandue dans le piémont des Pyrénées, n'est pas franchement orophile : elle est remplacée en altitude par *E. forcipula* sensu Thomas (1968a). Nous préférons de beaucoup affecter à *E. venosus* le coefficient de 1,7 proposé par FRIEDRICH (1990), en soulignant que, dans le Volp, cette espèce remplace maintenant *E. macani* (à coefficient de 1,4).

Les différences observées sur le Tableau 5 sont de plus en plus marquées vers l'aval. Le test de Mann-Whitney indique une différence significative au seuil de 1 %, entre les espèces disparues et les espèces qui se sont maintenues, à la station aval PL ($Z = -2,721$; $p < 0,01$). La différence n'est significative qu'au seuil de 5 % à la station intermédiaire PSC ($Z = -2,228$; $p < 0,05$) ; elle n'est pas significative à la station amont 1PV ($Z = -0,959$). Ceci confirme un remplacement d'espèces :

- actuellement en cours ;
- qui progresse de l'aval vers l'amont ;
- qui paraît lié à la sensibilité des espèces au déficit en oxygène dissous : à chacune des stations, l'actuelle communauté est moins sensible à ce déficit que l'ancienne.

9. Discussion

Les communautés d'Ephémères du Volp subissent indubitablement une lente évolution d'un rithron/hyporhithron en un épipotamon. On peut dire que l'augmentation des valeurs saprobiques moyennes entre 1963 et 2002 à toutes les stations traduit la disparition des espèces les plus fragiles, en particulier les rhéophiles. Quels sont les paramètres abiotiques impliqués dans cette évolution ?

9.1. Le débit

Depuis le 30 janvier 1968, sont disponibles des mesures quotidiennes du débit par limnigraphe à la station PSC. Une première étude non approfondie de l'évolution de ce paramètre au cours du temps ne montre pas de bouleversements importants des moyennes annuelles en 40 ans. Cela est confirmé par l'étude des précipitations (sur la simple base des valeurs annuelles) mesurées au poste météo le plus proche (Saint-Girons : soit à 5 km du Volp à vol d'oiseau).

Par contre, il apparaît immédiatement en première analyse que l'automne 1973 a été particulièrement sec (67 jours au dessous du seuil très bas de 100 L/s à PSC entre la mi-août et la fin octobre 1973, contre un total de 101 jours seulement cumulés sur tout le reste de la période 1968-1988). Il est fort possible que ce très faible débit, sans interruption pendant plus de deux mois, ait transformé un déversement polluant organique (engrais, nettoyage d'étable etc.) ou toxique (phytosanitaire), insidieux ou accidentel, en événement catastrophe.

Remarque : ce test a été effectué en retenant pour *E. venosus*, la valeur la plus défavorable (1,2).

Rappelons en effet que les disparitions d'espèces les plus spectaculaires sont celles des deux Heptageniidae très rhéophiles *Epeorus torrentium* et *Ecdyonurus macani*. Or ces dernières ont été récoltées (non rares) pour la dernière fois en mai 1973.

Autrefois abondant aux trois stations, *Ecdyonurus insignis*, devenu rare partout, pourrait disparaître du Volp prochainement. A l'inverse, moins rhéophile et moins spécialisé (T.T. Macan l'a même signalé sur les berges rocailleuses de lacs), *Ecdyonurus dispar* présente avec le temps un accroissement de densité de population aux trois stations.

L'influence du recalibrage du lit, effectué par endroits, sur les communautés benthiques devra aussi être envisagée en tenant compte des connaissances récemment acquises dans ce domaine sur d'autres cours d'eau.

9.2. L'oxygène dissous

Aucune sous-saturation en oxygène n'avait été relevée à la station amont (1PV) par BERTHELEMY (1966) sur 12 mesures (Tableau 2). Cet auteur avait noté que la station aval (PL) était la plus exposée au déficit en oxygène, mais il n'avait pas mis en évidence de sous-saturation inférieure à 80 % (sur 10 mesures effectuées de jour), ce qui a été confirmé par THOMAS (1985) : «Du mois de septembre au mois de juin inclus, les eaux du Volp paraissent toujours saturées en oxygène, même par étiage intense et la nuit. Les valeurs extrêmes relevées (il s'agit des étés 1976 et 1977) sont voisines de 80-85 % de la saturation à une température de 19-20°C et les variations entre les différentes stations restent faibles, inférieures à 1 mg/L.».

Au contraire, des analyses récentes, effectuées au cours des étés 2002 et 2003 (Tableau 3) dans le but d'évaluer les concentrations minimales atteintes par faible débit et température élevée, montrent qu'au lever du jour des valeurs de l'ordre de 5 mg/L d'oxygène à plus de 20°C sont fréquentes à la station PL où l'agitation de l'eau est plus faible qu'à 1PV. La concentration en oxygène dissous est donc devenue actuellement un facteur limitant important de la répartition des Ephémères dans le Volp.

9.3. Le phosphore et l'azote dissous

Les analyses effectuées récemment (aux dates 2003 du Tableau 3) ont révélé des concentrations :

- en PO_4 comprises entre 0,002 et 0,015 mg/L (de P-PO_4), la station amont présentant toujours -dans la limite de nos relevés- la charge en phosphore la plus élevée ;
- en nitrates de l'ordre de 1 à 1,5 mg/L (de N-NO_3) à toutes les stations ;
- en nitrites pouvant atteindre 0,03 mg/L (de N-NO_2) à 1PV et 0,06 à PL ;
- en ammoniacque jusqu'à 0,10 mg/L (de N-NH_3) à 1PV et 0,33 mg/L à PL.

Ces analyses mettent en évidence un impact agricole initial sur le Volp, causé par un important élevage de bovins, dès le début du cours, avant même sa perte dans le tuc de calcaire (622 bovins recensés en 2000). Après sa résurgence et en amont de 1PV, le Volp est à nouveau soumis à l'impact de l'élevage, mais dans une moindre mesure. Malgré la faiblesse du débit à 1PV, les eaux plus agitées et plus oxygénées qu'à PL renferment sensiblement moins d'ions transitoires toxiques NO_2^- et NH_4^+ que sur le secteur aval, le plus anthropisé.

9.4. Les phytosanitaires

Toutefois, en matière de chimie de l'eau, l'inconnue majeure sur le Volp -comme sur de très nombreux cours d'eau français, malheureusement- demeure la nature et la quantité des produits phytosanitaires entraînés par ruissellement, sur lesquels nous ne disposons d'aucune donnée. En effet, l'évolution des pratiques culturales depuis 40 ans a entraîné une augmentation des quantités d'intrants utilisées, aggravée par l'augmentation de la taille et de la concentration spatiale des par-

celles exploitées, dès les fonds de vallée dans les régions escarpées. Il est cependant possible que l'impact par les phytosanitaires soit en régression sur le Volp, ces dernières années, grâce à la généralisation de l'épandage de substances à la toxicité non rémanente.

En raison du coût très élevé des analyses spécialisées indispensables à la recherche et au dosage des produits phytosanitaires dans l'eau, un soutien financier a été sollicité auprès de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne dans le cadre du GIS Ecobag.

10. Conclusion

S'agit-il d'une évolution globale inexorable ou au contraire d'un changement qui puisse être attribué à une action anthropique en particulier ? C'est la question à laquelle nous nous efforcerons de répondre à l'avenir, en prenant aussi en considération la rivière Arize toute proche du Volp, et les ordres des Plécoptères, des Trichoptères et des Coléoptères (Elmidae).

Mais on peut d'ores et déjà avancer que la présente phase, préliminaire, de notre étude montre clairement :

- l'importance, une fois de plus, des déterminations spécifiques en biomonitoring des macroinvertébrés d'eau courante; les remplacements d'espèces observés ici traduisent en effet une évolution temporelle qui n'apparaîtrait pas à un niveau de détermination moins fin, familial ou même générique par exemple selon la procédure IBGN ;

- l'importance des espèces rares, ou tout au moins très peu abondantes, en biosurveillance. En général plus proches de leurs limites écologiques que les espèces abondantes, elles constituent un bioindicateur bien plus sensible que ces dernières, et ipso facto à ne pas négliger. Le tableau 6 montre que sur 15 citations d'espèces «rares», 12 (soit 80 %) subissent une évolution temporelle de leurs populations d'au moins deux classes d'abondance, sur un site donné ;

- la grande sensibilité et la très probable pertinence analytique du système des saprobies, appliqué à une région aussi méridionale que le Sud-Ouest de la France (et donc éloignée de l'Europe centrale où ce système a été initialement conçu et développé) en matière de suivi d'évolution fine à long terme des communautés de macroinvertébrés en eau courante. On pourra s'étonner que cet outil, d'origine très ancienne (les travaux pionniers de KOLKWITZ et MARSSON datent d'un siècle), n'ait, à notre connaissance, pas été évalué par les gestionnaires français, en ce qui concerne le compartiment macroinvertébrés.

Remerciements

Il nous est particulièrement agréable de remercier Claude Mur, qui a effectué les dosages anciens, John Brittain pour sa correction du résumé anglais, Guillaume Florinda pour sa connaissance générale du Volp et ses avis pertinents, enfin Antoinette Pontière pour son soutien logistique local très apprécié.

Travaux cités

- BERTHELEMY, C. 1966. Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et les Coléoptères d'eau courante (*Hydraena* et *Elminthidae*) des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, **2** (2) : 227-458.
- BUFFAGNI, A. 1997. Mayfly community composition and the biological quality of streams. Pp 235-246, in P. Landolt & M. Sartori (eds) *Ephemeroptera & Plecoptera : biology, ecology, systematics*. MTL, Fribourg.
- CEREGHINO, R., Y.-S. PARK, A. COMPIN & S. LEK. 2003. Predicting the species richness of aquatic insects in streams using a limited number of environmental variables. *Journal of the North American Benthological Society*, **22** (3) : 442-456.
- DECAMPS, H. 1967. Introduction à l'étude écologique des Trichoptères des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, **3** (1) : 101-176.

STATIONS	ESPECES RARES (r)		
	relevés	anciens (1959-63)	récents (2001-2002)
1PV	nombre	2	3
	évolution	2 disparues : <i>Procloeon</i> sp. <i>E. vulgata</i>	2 colonisations récentes : <i>E. lineata</i> <i>P. luteus</i> 1 forte régression : <i>E. insignis</i>
PSC	nombre	0	2
	évolution	-	1 colonisation récente : <i>H. sulphurea</i> 1 forte régression : <i>E. insignis</i>
PL	nombre	5	3
	évolution	2 disparues : <i>A. muticus</i> <i>E. macani</i> 1 fort accroissement : <i>E. danica</i>	1 colonisation récente : <i>H. sulphurea</i> 1 forte régression : <i>E. insignis</i>

Tableau 6. Evolution des populations des espèces rares ou très peu abondantes aux trois stations sur 40 ans.

Table 6. Evolution of populations of the rare species at the three study stations over 40 years.

- DEGRANGE, C. 1955. Etude morphologique de la nymphe et de l'imago d'*Ephemera glaucops* Pictet. *Travaux du Laboratoire d'Hydrobiologie et de Pisciculture de Grenoble*, **42** : 19-33.
- DIA, A., A. THOMAS & V. MARIE. 2002. Assessing water quality in Lebanon : a sensitive biotic index based on the specific communities of Ephemeroptera and Plecoptera (SEPL). 50e meeting annuel de la North American Benthological Society, Pittsburgh, mai 2002. Abstract n° 413, *Bulletin of the NABS*, **19** (1) : 277-278.
- ELLIOTT, J.M. & U.H. HUMPECH. 1983. A key to the adults of the British Ephemeroptera. Freshwater biological Association, scientific publication n° **47** : 101 pp.
- FRIEDRICH, G. 1990. Eine Revision des Saprobien-systems. *Zeitschrift für Wasser und Abwasser - Forschung*, **23** : 141-152.
- KIMMINS, D. E. 1972. A revised key to the adults of the british species of Ephemeroptera. Freshwater biological Association, scientific publication n° **15** : 75 pp.
- KOLWITZ, R. & M. MARSSON. 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. *Mitteilungen a. D. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung zu Berlin*, **1** : 33-72.
- LENAT, D.R. 1993. A biotic index for the southeastern United States : derivation and list of tolerance values, with criteria for assigning water-quality ratings. *Journal of the North American Benthological Society*, **12** : 279-290.

- LENAT, D.R. & D.L. PENROSE. 1996. History of the EPT taxa richness metric. *Bulletin of the North American Benthological Society*, **13** (2) : 305-307.
- MACAN, T.T. 1958. A comparison of the British species of the genus Ephemera. *Journal of the Society for British Entomology*, **6** (1) : 27-33.
- MACAN, T.T. 1979. *A key to the nymphs of the british Ephemeroptera*. Freshwater Biological Association, scientific publication n° 20 : 80 pp.
- MOOG, O., E. BAUERNFEIND & P. WEISCHELBAUMER. 1997. The use of Ephemeroptera as saprobic indicators in Austria. Pp 254-260 in P. Landolt & M. Sartori (eds), *Ephemeroptera & Plecoptera : biology, ecology, systematics*. MTL, Fribourg.
- PUTHZ, V. 1978. Ephemeroptera, pp 256-263 in J. Illies (ed.) *Limnofauna Europaea*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- SLADECEK, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Ergebnisse der Limnologie*, **7** : 1-218.
- STUDEMANN, D., P. LANDOLT, M. SARTORI, D. HEFTI & I. TOMKA. 1992. Ephemeroptera, in *Insecta helvetica Fauna*. Société Entomologique Suisse, tome **9** : 175 pp.
- THOMAS, A. 1968a. Sur la taxonomie de quelques espèces d'*Ecdyonurus* du Sud-Ouest de la France. *Annales de Limnologie*, **4** (1) : 51-71.
- THOMAS, A. 1968b. *Habrophlebia (Habroleptoides) berthelemyi* n.sp. des Pyrénées (Ephemeroptera, Leptophlebiidae). *Annales de Limnologie*, **4** (2) : 219-224.
- THOMAS, A. 1970. *Taxonomie et répartition des Ephéméroptères et de quelques Diptères aquatiques (Tipuloidea et Psychodidae) des Pyrénées*. Thèse de Doctorat de Spécialité, Univ. Toulouse, 105 p + 20 pl.
- THOMAS, A. & R. SOWA. 1970. *Ecdyonurus macani* n. sp., espèce européenne voisine d'*E. torrentis*. *Annales de Limnologie*, **6** (1) : 75-85.
- THOMAS, A. 1985. Diptères torrenticoles peu connus. IX. Les Athericidae du Sud de la France (Exemple d'expansion récente dans un cours d'eau soumis à des pollutions organiques rurales) (Brachycera, Orthorrhapha). *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, **121** : 39-43.

(pau en Avril 2004)