

Les communautés de Trichoptères et de Diptères (Chironomidae non inclus) de quatre rivières en zone d'agriculture intensive dans le Sud-Ouest de la France [Trichoptera & Diptera]

par Alain THOMAS* & Mi-Young SONG**

* 5 rue du Vallon, F- 31320 Vieille-Toulouse, France
thomas.alain31@orange.fr

** Pusan National University, Busan 609-735, Republic of Korea

Mots-clés : agriculture intensive, maïs, produits phytosanitaires, pompages abusifs, réduction drastique du débit, indice de Shannon et dérivés, Gers, Haute-Garonne.

Les communautés de Trichoptères et de Diptères (Chironomidae non inclus) ont été étudiées pendant deux ans de l'amont vers l'aval de quatre rivières du Sud-Ouest, soumises presque exclusivement à l'impact de l'agriculture intensive (Sousson-Cédon, Save et Touch). 29 espèces de Trichoptères et 37 taxons de Diptères ont été identifiés. En termes d'effectifs, 80 % des Trichoptères sont des Hydropsychidae, avec une faible ou très faible représentation des autres familles, même aux stations de « référence » de l'amont où beaucoup d'espèces potentielles de la région selon la base de DÉCAMPS (1967), sont absentes. L'ordre des Diptères apparaît dans son ensemble nettement moins polluosensible que les autres, avec une richesse systématique très élevée, voire maximale, aux stations les plus fortement impactées par l'épandage des produits phytosanitaires et par les pompages intenses pour l'irrigation à l'étiage ; cette situation est interprétée comme résultant d'une concurrence et d'une prédation réduites de la part des autres macroinvertébrés.

Caddisfly and dipteran (Chironomidae not included) communities of four rivers in intensive cultivation area in South-Western France [Trichoptera & Diptera]

Keywords: intensive cultivation, maize, pesticides, abusive water pumping, drastic discharge drop, Shannon index and derivatives, Gers, Haute-Garonne.

The caddisfly and dipteran communities were studied for two years from upstream to downstream in four South-Western rivers, exclusively impacted by intensive cultivation (Sousson-Cédon, Save and Touch). 29 caddis species and 37 dipteran taxa were identified. In terms of numbers, 80 % of caddis larvae belong to the family Hydropsychidae, with a low or very low representation of the other families, including at upstream "reference" sites, where many expected potential species on the basis of DECAMPS (1967) were absent. Diptera on the whole appear clearly less polluosensitive, with a high or very high systematic richness at sites the most liable to pesticides spreading and/or to abusive water sampling for irrigation purpose at very low water; this situation results at least partly from reduced concurrence and predation by the other macroinvertebrates.

1. Introduction

La présente contribution constitue la dernière partie d'une étude des communautés d'insectes aquatiques lotiques dans une zone d'agriculture intensive, après les Éphéméroptères (SONG et al. 2013), puis les Plécoptères et Coléoptères Elmidae (FAGGIANO et al 2013). Elle concerne les deux ordres majeurs des Trichoptères et des Diptères. Le lecteur est prié de se reporter à SONG et al. (op. cit.) pour ce qui concerne la description des stations, les campagnes de prélèvements et les méthodes utilisées.

2. Matériel total de l'étude

Le Tableau 1 rend compte globalement de la richesse systématique et de l'abondance des 5 ordres d'insectes aquatiques rencontrés. Près de 20.000 larves ou nymphes ont été déterminées spécifiquement ou génériquement.

En réalité, plus de 56.000 individus ont été récoltés en tout (hors adultes aériens), avec une majorité de Diptères (67,8 % du total). Toutefois, l'identification générique des larves de Chironomidae et de Simuliidae n'a pas pu être réalisée et le matériel correspondant n'a donc pas été exploité. D'autre part, nous n'avons pas pu disposer de l'inventaire spécifique, basé sur les nymphes et exuvies nymphales de Chironomidae, qui était prévu.

Le Tableau 1 appelle d'emblée deux remarques :

- malgré la non prise en compte des Chironomidae, les Diptères représentent le nombre de taxons le plus élevé à la fois sur fond pierreux (37) et dans les sédiments (16) ;
- la richesse spécifique totale des Trichoptères (29) est au second rang, proche des Éphéméroptères (26) alors que le nombre d'espèces recensées dans le Sud-Ouest, depuis le piémont des Pyrénées jusqu'à la région toulousaine, est très supérieur chez les Trichoptères (comparer DÉCAMP 1967 et les listes départementales des Trichoptères de France Opie-benthos à l'atlas des Éphémères de France par BRULIN 2007, 2010 et 2011).

3. Les communautés de Trichoptères

Le Tableau 2 en donne le détail. Il est présenté selon l'ordre systématique proposé par MALICKY (2004).

Le nombre total d'individus de Trichoptères est notablement inférieur à celui des Éphémères et des Coléoptères, avec comparativement une colonisation des sédiments nulle par absence d'espèces psammophiles, compte tenu de l'inévitable dérive accidentelle de quelques larves.

Dans toute la zone considérée les associations de Trichoptères sont peu diversifiées et peu abondantes, à l'exception de *Psychomyia pusilla*, espèce tubicole robuste et surtout d'*Hydropsyche* cf. *exocellata* ; ainsi sur 29 espèces :

- 10 présentent une fréquence d'occurrence inférieure à 10 % (contre seulement 4 espèces d'Éphémères à titre comparatif) ;
- 16 sont très peu abondantes [moins de 10 individus récoltés sur toute l'étude, soit 12 m² de substrat pierreux et 60 L de sédiments] (contre seulement 6 espèces d'Éphémères).

Ordres	Nombres de taxons	Effectifs récoltés sur		
		pierres	sédiments	total
Éphéméroptères ¹	26 [11] *	7080	177	7257
Plécoptères ²	9 [4]	1259	25	1284
Trichoptères	29 [7]	3744	30	3774
Diptères ^{3,4}	37 [16]	1335	246	1581
Coléoptères ⁵	17 [10]	5577	172	5749
Total	118	18995	650	19645

* Entre crochets [] les nombres de taxons récoltés sur sédiments

1 : voir SONG et al. (2013)

2 : voir FAGGIANO et al. (2013)

3 : famille des Chironomidae non prise en considération (27740 larves)

4 : 8703 larves indéterminées de Simuliidae non comprises

5 : dont 97,2 % d'Elmidae (voir FAGGIANO et al. 2013)

Tableau 1. Matériel total identifié dans les tableaux de répartition et d'indices.

Table 1. Total material identified in tables of distribution and indices.

D'emblée, on constate la représentation quasi-nulle de plusieurs grandes familles sur la totalité de la zone d'étude (Brachycentridae, Limnephilidae, Leptoceridae par exemple), --alors qu'elles devraient être très répandues dans cette fourchette d'altitude (DÉCAMPS 1967)--, avec une situation très défavorable dans les stations de « référence » de l'amont. Cette situation va dans le sens des disparitions d'espèces d'Éphémères au cours des dernières décennies, estimées par SONG et al. (2013).

Même à la station de référence Gèze, seulement impactée par le piétinement localisé d'un troupeau de bovins proche et par ses rejets organiques directs --la Gèze abrite au moins 7 espèces de Plécoptères (FAGGIANO et al. 2013)--, la communauté de Trichoptères est peu abondante et peu diversifiée, soulignant la fragilité de beaucoup de ses espèces du bas piémont.

Seul le compartiment trophique filtreur (Hydropsychidae, à l'exclusion notable des Philopotamidae) est abondant dans cette zone agricole : il est représenté à toutes les stations sauf T 1 en forêt, à écoulement temporaire. Sur la totalité de notre étude, en termes d'effectifs, les Hydropsychidae représentent 80 % des larves récoltées.

À l'exception du genre *Hydropsyche*, on relève l'absence pratiquement totale des Trichoptères à So 2 et So 3, les deux stations les plus impactées par épandage de phytosanitaires (SONG et al. 2013, tableau 2), la situation étant en outre aggravée à So 3 par la réduction drastique, irresponsable, du débit l'été pour l'irrigation des cultures.

En ce qui concerne indirectement la vitesse du courant, le rétablissement d'un écoulement non critique entre les stations du Touch T 3 et T 4 (débit près de 200 fois plus élevé à T 4 qu'à T 3 le 9-VIII-2005 : SONG et al 2013, tableau 2) permet la prolifération de deux espèces robustes de l'hyporhithron : *Psychomyia pusilla* et *Cheumatopsyche lepida*.

Taxons	Bassins versants Stations		Touch				Save			Sousson			Cédon	Gèze	Total	F. O. (%)	S. I. (Moog)	
	T 1	T 2	T 3	T 4	Sa 1	Sa 2	Sa 3	So 1	So 2	So 3	T 1	T 2						T 3
TRICHOPTÈRES																		
<i>Rhyacophila dorsalis</i>	0	0	0	6	5	16	3	3	0	1	0	0	0	0	34	50,0	2,0	
<i>R. fasciata</i>	0	0	0	0	9	1	1	0	0	0	0	0	0	11	25	1,2		
<i>R. cf. obliterata</i>	6	2	0	2	0	0	0	15	0	0	7	16	0	48	50,0	1,6		
<i>Rhyacophila</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,3	-		
<i>Agapetus laniger</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	8,3	2,1		
<i>Hydroptila</i> sp.	1	0	15	4	0	0	1	0	0	2	1	0	0	24	50,0	-		
<i>Chimarra marginata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	8,3	-		
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,3	1,7		
<i>Polycentropus kingi</i>	0	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	5	25,0	-		
<i>Lype reducta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	8,3	-		
<i>Psychomyia pusilla</i>	0	0	1	237	5	41	98	0	2	0	53	0	0	437	58,3	2,1		
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	0	0	22	1432	1	110	16	0	0	0	5	1	1587	58,3	2,2			
<i>Hydropsyche contabernalis</i>	0	0	0	0	0	0	58	7	0	27	3	0	95	33,3	2,8			
<i>H. cf. exocellata</i>	0	13	66	313	11 [3]	56	69	158	309	17	41	0	1053 [3]	83,3	-			
<i>H. siltalai</i>	0	0	5	28	96	12	0	[1]	1	0	0	196 [1]	338 [2]	58,3	2,0			
<i>Brachycentrus subnubilus</i>	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5	16,7	2,1		
<i>Micrasema</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,3	-		
<i>Goera pilosa</i>	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7	16,7	2,1		
Goeridae Gen. sp.	0	0	0	2	0	4	1	1	0	0	2	0	10	41,7	-			
<i>Lepidostoma hirtum</i>	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	5	25,0	1,8			
<i>Limnephilus</i> spp.	8	6 [2]	0	0	0	0	1	1	1	0	2	5 [1]	24 [3]	58,3	-			
<i>Sericostoma personatum</i>	0	8	0	0	0	0	0	1 [6]	0	0	0	0	9 [6]	16,7	1,0			
<i>Odonocerum albicorne</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,3	1,2			
<i>Athripsodes albifrons</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8,3	2,2			
<i>A. bilineatus</i>	0	1 [1]	0	1	0	0	0	0	0	0	1 [1]	0	3 [2]	25,0	2,1			
<i>Athripsodes</i> sp.	0	0	2 [2]	22 [10]	0	0	0	0	0	0	0	0	24 [12]	16,7	-			
<i>Ceraclea dissimilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	8,3	2,1			
<i>Mystacides azureus</i>	0	0	0	0	0	[2]	0	3	0	0	0	0	3 [2]	16,7	2,1			
<i>Oecetis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	8,3	-			
Effectif total / m² (Surber)	15	30	112	2057	131	248	255	190	313	47	126	220	3744					
Effectif total / 5 L de sédiments	0	3	2	10	3	2	0	7	0	0	1	2	30					
Richesse spécifique	3	5	7	14	8	12	13	10	4	4	11	6	3774					
Indice saprobique moyen (S. I.)	1,60*	1,57	2,10	2,04	1,91	1,98	2,03	1,92	2,05	2,40	2,10	1,74						

Tableau 2. Les communautés de Trichoptères aux 12 stations prospectées 5 fois. Entre crochets [] les individus récoltés dans les sédiments. F. O. : fréquence d'occurrence. S. I. : indice saprobique (MOOG 2002). * : une seule donnée.

Table 2. The Trichoptera communities at 12 stations prospected five times. Between brackets [] the individuals collected in sediments. F. O. : frequency of occurrence. S. I. : saprobic index (MOOG 2002). *: one data only.

La dernière ligne du Tableau 2 indique pour chaque station l'indice saprobique moyen relatif aux Trichoptères, calculé selon les données de GRAF et al. in MOOG (2002). Malgré les réserves qu'impose le petit nombre d'espèces indexées à certaines stations (deux espèces à So 2 et à So 3, une seule à T 1), l'ensemble est cohérent et montre la tentative d'adaptation des communautés le long de chaque cours d'eau. Ainsi les valeurs moyennes croissent de l'amont vers l'aval sur les trois rivières et l'indice rend aussi compte de la dilution par les retenues en amont de T 4. Une congruence apparaît avec la charge en azote (SONG et al. 2013, tableau 2), et d'autre part les stations où l'écoulement est presque nul en été sont affectées des deux valeurs de S. I. moyen les plus élevées (2,10 à T 3 et 2,40 à So 3). On ne peut que regretter vivement, une fois de plus, que ce système d'évaluation autrichien soit ignoré en France, où il pourrait constituer un outil complémentaire d'analyse et de diagnostic... si de trop nombreuses espèces n'en étaient absentes en raison de leur distribution géographique. Un complément d'étude français coordonné dans ce sens serait très souhaitable.

4. Les communautés de Coléoptères

La première partie du Tableau 3 (voir aussi FAGGIANO et al. 2013, tableau 1) montre qu'avec les deux méthodes de prélèvements utilisées simultanément (surber sur fond pierreux et prélèvements de sédiments sur les deux premiers centimètres d'épaisseur) la famille des Elmidae représente plus de 97 % des Coléoptères récoltés.

Les Hydraenidae (une centaine d'individus seulement, soit moins de 2 % du total), rhéophiles et particulièrement polluosensibles (voir MOOG 2002), ne se rencontrent pratiquement que dans les stations présentant des secteurs à écoulement vif (Gèze, Sa 1).

5. Les communautés de Diptères (Chironomidae non inclus)

La seconde partie du Tableau 3 rend compte de la totalité du matériel déterminé. L'ordre de présentation des familles suit celui adopté par NILSSON (1997).

Les Brachycères, prédateurs à l'exception des Stratiomyidae, sont à la fois bien moins abondants et moins diversifiés que les Nématocères.

En ne tenant pas compte des Chironomidae, les Simuliidae représentent la famille la plus abondante, mais son utilisation en biomonitoring est contrariée par la difficulté de détermination des larves à grande échelle. On remarque (Tableau 3) que les deux plus forts effectifs de *Simulium intermedium* (déterminés sur nymphes) sont paradoxalement relevés dans des conditions écologiques rendues très précaires, respectivement par le débit estival (T 3) et l'épandage de produits phytosanitaires (So 2). Les effectifs totaux de larves de simules, non déterminées, vont par ailleurs tout à fait dans le sens de cette double observation (Tableau 4). Une concurrence et une prédation réduites (en l'absence en particulier de Rhyacophilidae et d'Athericidae) ne peuvent que favoriser le développement local, voire la pullulation, de ces populations.

Les Limoniidae sont surtout représentés par le genre *Dicranota*, très répandu dans le rhithron des Pyrénées.

Taxons	Bassins versants Stations				Touch			Save			Sousson			Cédon	Gèze	Total	F.O. (%)	S.I. (Moog)		
	T1	T2	T3	T4	Sa1	Sa2	Sa3	So1	So2	So3	Sa1	Sa2	Sa3						So1	So2
COLEOPTERES non Elmidae																				
<i>Orectochilus villosus</i>	0	0	0	0	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	25,0	1,8	
Dytiscidae Colymbicinae Gen. sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,3	-	
Hydraenidae Gen. spp.	0	0	3	0	15	6	1	0	1	1	0	0	0	0	0	80	107	58,3	-	
<i>Helophorus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	[4]	0	0	0	0	0	1	2	[4]	16,7	-
Hydrophilidae Gen. sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	[3]	0	0	0	0	0	0	[3]	8,3	-	
<i>Dryops</i> sp.	0	0	0	[3]	0	0	0	0	1	4	0	0	1	[1]	1	7	[4]	41,7	-	
<i>Helodes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	[1]	17	[1]	8,3	-
Effectif total / m ² (Surber)	0	0	3	0	24	14	1	0	3	5	1	100	151							
Effectif total / 5 L de sédiments	0	0	0	3	0	0	0	0	7	0	1	12	163							
Richesse systématique	0	0	1	1	2	2	1	0	4	2	1	5	163							
DIPTERES NEMATOCERES																				
Tipulidae																				
<i>Tipula maxima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,3	-	-
<i>Yamatotipula</i> gr. <i>lateralis</i>	0	[1]	1	[1]	2	0	3	0	[11]	0	0	0	6	[14]			6	[14]	50,0	-
Limoniidae																				
<i>Antocha vitripennis</i>	0	0	0	5	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	25,0	-	-
<i>Molophilus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	16,7	-	-
<i>Scleroprocta</i> sp.	0	1	[1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	[1]	1	[2]	16,7	-	-
<i>Dicranota</i> sp.	5	39	[30]	48	[1]	63	[1]	46	[4]	2	6	19	[3]	262	[62]		262	[62]	100,0	-
<i>Eloeophila</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	[12]	1	[12]	8,3	-
<i>Pilaria discicollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	[3]	0	0	0	0	0	0	0	[3]	8,3	-	-
<i>Pseudolimnophila</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	[2]	0	0	0	0	0	0	0	0	1	[2]	16,7	-
Hexatominae Gen. sp.	0	0	0	0	0	0	0	[2]	0	0	0	0	0	0	0	0	[2]	8,3	-	-
Blephariceridae																				
<i>Blepharicera fasciata</i>	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	16,7	-	-
Psychodidae																				
Type larvaire A	0	0	10	0	0	0	0	0	1	[29]	0	0	0	11	[29]		11	[29]	16,7	-
Type larvaire B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	8,3	-	-
Type larvaire C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	8,3	-	-
Type larvaire D	2	0	0	0	0	0	1	[1]	0	0	0	4	0	7	[1]		7	[1]	33,3	-
Type larvaire E	0	0	0	0	0	0	0	0	[1]	0	0	0	0	[1]			[1]	8,3	-	-

<i>Dixa nebulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5	16,7	-
Simuliidae															
<i>Simul. (Eusimulium) velvetinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	16,7	-
<i>S. (Nevermannia) cryophilum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	8,3	1,6
<i>S. (Simulium) intermedium</i>	0	0	120	1	6	35	0	3	85	46	75	11	382	75,0	2,0
<i>S. (Wilhelmia) equinum</i>	0	0	34	0	1	26	22	0	3	2	0	1	89	58,3	2,2
<i>S. (Wilhelmia) lineatum</i>	0	0	2	32	0	16	16	0	12	2	2	0	82	58,3	2,2
Nymphes Gen. spp.	0	0	15	1	5	70	1	1	81	41	25	36	276	100,0	-
Ceratopogonidae															
<i>Atrichopogon</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	16,7	-
Ceratopogoninae Gen. spp.	3	[8]	3	[6]	[4]	0	22	[4]	9	[9]	11	[1]	55	[83]	-
DIPTERES BRACHYCERES															
Athericiidae															
<i>Atherix ibis</i>	0	0	0	6	4	6	0	0	0	0	0	0	16	25,0	-
<i>Ibisia marginata</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	8,3	-
<i>I. vaillanti</i>	0	0	0	[1]	0	0	3	0	0	0	0	0	3	[1]	-
<i>Atrichops crassipes</i>	0	0	[4]	[2]	0	[1]	0	[1]	[1]	0	[1]	0	[10]	50,0	-
Tabanidae															
<i>Chrysops</i> sp.	[10]	3	[6]	[2]	0	1	0	[3]	0	0	0	0	4	[21]	-
<i>Tabanus</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	25,0	-
Stratiomyidae															
<i>Oxycera</i> sp.	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	8,3	-
Empididae Hemerod.															
<i>Chelifera</i> sp.	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3	1	[2]	8	[2]	-
<i>Hemerodromia</i> sp.	0	0	12	0	0	1	1	0	0	0	0	0	14	25,0	-
<i>Wiedemannia</i> sp.	0	1	3	9	0	3	[1]	0	0	0	2	2	20	[1]	-
Dolichopodidae															
Gen. sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	8,3	-
Muscidae															
<i>Limnophora</i> sp.	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	10	16,7	-
Effectif total / m² (Surber)	26	45	251	117	31	194	58	52	200	103	142	116	1335		
Effectif total / 5 L de sédiments	[18]	[41]	[14]	[9]	[1]	[5]	[12]	[26]	[54]	[2]	[5]	[59]	[246]		
Richesse systématique	7	7	14	11	9	13	12	11	13	9	12	14	1581		

Tableau 3. Les communautés de Coléoptères non Elmidae et de Diptères (Chironomidae non inclus) aux 12 stations prospectées 5 fois. Entre crochets [] les individus récoltés dans les sédiments. F. O. : fréquence d'occurrence. S. I. : indice saprobie (MOOG 2002).

Table 3. The Coleoptera non-Elmidae and Diptera (Chironomidae not included) communities at 12 stations prospectated five times. Between brackets [] the individuals collected in sediments. F. O.: frequency of occurrence. S. I.: saprobic index (MOOG 2002).

Bassins versants Stations	Touch				Save			Sousson			Cédon	Gèze	Total
	T 1	T 2	T 3	T 4	Sa 1	Sa 2	Sa 3	So 1	So 2	So 3			
Simuliidae (larves)													
Effectif total / m ² (Surber)	25	13	2698	116	674	1474	295	457	2028	266	260	397	8703
Eff. total / 5 L de sédiments					2						1		3
Chironomidae (larves *)													
Effectif total / m ² (Surber)	450	97	2617	3040	657	3635	2909	973	4838	545	1620	629	22010
Eff. total / 5 L de sédiments	202	76	398	508	129	200	260	249	1031	545	1131	1001	5730

* Effectifs approchés.

Tableau 4. Matériel de Diptères non identifié et non pris en compte dans les tableaux de répartition et d'indices de diversité.

Table 4. Undetermined material of Diptera, not taken into account in tables of distribution and diversity indices.

Le cas de deux autres espèces (*Yamatotipula* gr. *lateralis*, psammophile et le Psychodidae désigné type A) est intéressant : sans doute, au-delà de leur polluo-tolérance propre, profitent-elles, elles aussi, d'une concurrence très réduite à la station So 2 qu'elles colonisent préférentiellement (Tableau 3). Leur respiration aérienne directe présente certes un avantage déterminant vis-à-vis de nombreux polluants et de la teneur en oxygène dissous, si la lame d'eau reste mince. Or la toxicité des sédiments du Sousson ne fait aucun doute : il n'a été capturé en deux ans (2004 et 2005) entre février et juillet, aucune larve d'*Ephoron virgo*, de *Caenis luctuosa*, de *C. pusilla*, ni d'Odonate aux stations So 1, So 2 et So 3.

On peut dire que d'une façon générale, *en bilan global* et dans les limites de notre étude, les Diptères (Chironomidae non inclus) présentent, comparativement aux autres ordres d'insectes :

- une plus grande polluo-tolérance aux produits phytosanitaires (richesse systématique de 13 à So 2 en particulier),

- et une adaptation supérieure à survivre à un débit d'étiage extrêmement faible (richesse de 14 à T 3, autant qu'à la station de référence Gèze !), conséquence d'un mode de vie assez souvent semi-ripicole.

6. Discussion

Remarque

Sur les rivières concernées, la première difficulté rencontrée a été le choix d'une station amont de « référence » non ou très peu impactée, ce qui dans cette zone d'agriculture intensive s'est révélé impossible à résoudre de façon satisfaisante. Dès son jaillissement, le moindre cours d'eau est exposé aux épandages toxiques de l'agriculture intensive [l'équivalent anglo-saxon du terme « produits phytosanitaires est « pesticides »], puis, lorsque son débit augmente substantiel-

lement il est soumis à des pompages sans retenue, dans les champs adjacents, en période d'étiage estival (culture du maïs en particulier).

Une telle base de référence amont, déjà sensiblement anthropisée, fausse et minimise évidemment l'intensité des impacts observés en aval.

L'assèchement du Touch à la station T 1

En amont, le Touch, encore peu soumis aux influences agricoles, traverse une forêt dense (station T 1), où il subit un assec naturel l'été. Malgré cet épisode cyclique très défavorable, 6 espèces de Plécoptères se maintiennent à cette station (SONG et al. 2013, tableau 1) grâce à une période de vol très précoce ou à tout le moins un début de période de vol très précoce. Cette adaptation permet l'incubation et l'éclosion des œufs, puis la migration des larvules dans le sous-écoulement avant la mise à sec superficielle (vol dès le mois de mars pour *Brachyptera risi*, *Capnia bifrons* et *Isoptera grammatica* sensu Berthélemy 1966 ; au mois d'avril pour *Amphinemura standfussi* et *Nemoura cinerea* : voir BERTHÉLEMY 1966).

Un constat assez similaire peut être effectué sur la communauté d'Éphémères (7 espèces).

Au contraire, la communauté de Trichoptères ne comprend à T 1 que trois espèces, d'ailleurs peu abondantes. L'examen des périodes de vol --voir le travail très détaillé de DÉCAMPS (1967) à ce sujet-- des 23 autres espèces du tableau 2, présentes dans cette zone, montre que :

- ces périodes de vol sont défavorables pour une colonisation avant l'assec par : *Chimarra marginata*, *Lepidostoma hirtum*, *Sericostoma personatum* et *Ceraclea dissimilis* ;

- le début de la période de vol est trop tardif pour permettre une colonisation potentielle de la station T 1 par les jeunes larves des espèces : *Rhyacophila oblitterata*, *Agapetus laniger*, *Polycentropus kingi*, *Cheumatopsyche lepida*, *Odontocerum albicorne*, *Athripsodes albifrons*, *A. bilineatus*, *Mystacides azureus*.

Utilisation de l'indice de Shannon et ses dérivés

L'indice de Shannon a été utilisé sur notre matrice. Nous l'avons employé sous sa forme originelle, la plus simple (SHANNON 1948), ainsi que ses dérivés : sa forme la plus connue (SHANNON & WEAVER 1949, faussement désignée dans la plus grande partie de la littérature sous le nom d' « indice de Shannon ») et son équitabilité (Tableau 5). Par rapport à l'indice de Shannon « brut », l'indice de Shannon-Weaver mesure la diversité par individu. L'équitabilité varie entre 0 et 1 (exprimable aussi entre 0 et 100 %), cette dernière valeur correspondant au maximum qui peut être atteint par l'indice avec le même effectif total et le même nombre de taxons. En fait, cette famille indiciaire mesure l'homogénéité d'une structure plutôt que sa diversité : la valeur est maximale lorsque tous les taxons présentent un même effectif. L'indice de Shannon et ses dérivés n'ont pas été développés pour l'écologie mais pour les télécommunications. Ils doivent être utilisés avec prudence mais paraissent a priori bien adaptés aux études de milieux impactés présentant des déséquilibres de communautés --dans le temps et/ou dans l'espace--, avec un petit nombre d'espèces qui pullulent, et des espèces peu abondantes ou rares que ces indices prennent en compte.

L'utilisation de l'indice de Shannon et de ses dérivés contribue ici à mettre en évidence :

Stations		T 1	T 2	T 3	T 4	So 1	So 2	So 3	
Éphémères	Shannon	326	528	324	1207	729	237	138	
	Shannon-Weaver	1,04	1,39	0,57	1,36	1,03	0,75	1,06	
	Équitabilité (Sh)	0,53	0,67	0,26	0,52	0,47	0,42	0,59	
Trichoptères	Shannon	13	46	141	2044	166	26	42	
	Shannon-Weaver	0,88	1,39	1,24	0,99	0,84	0,08	0,90	
	Équitabilité (Sh)	0,80	0,87	0,64	0,37	0,37	0,06	0,65	

Tableau 5. Application comparative de l'indice de Shannon et ses dérivés aux communautés d'Éphémères et de Trichoptères des rivières Touch et Sousson.

Table 5. Comparative application of the Shannon index and its derivatives to the mayfly and caddisfly communities of the Touch and Sousson rivers.

- l'impact majeur de la réduction drastique du débit (seulement 1,5 L/s mesuré le 9-VIII-2005 !) sur la communauté d'Éphémères à la station T 3 (Shannon-Weaver et équitabilité très bas, respectivement de 0,57 et 0,26) ; les Trichoptères souffrent moins de ce débit critique (1,24 et 0,64).

- le grand déséquilibre de la communauté de Trichoptères à T 4 malgré son abondance globale (équitabilité de seulement 0,37). Cette station, la plus éloignée de la zone d'agriculture intensive, et à débit soutenu par deux retenues, est la plus proche de la zone périurbaine de Toulouse et est en conséquence soumise à d'autres polluants, le chlore en particulier. De nombreux filaments branchiaux d'insectes apparaissent plus ou moins largement nécrosés (Hydropsychidae et Elmidae en particulier : voir FAGGIANO et al. 2013).

- l'impact majeur des phytosanitaires sur les communautés d'Éphémères et de Trichoptères à So 2, confirmé par les valeurs très basses de Shannon-Weaver et d'équitabilité, encore plus critiques chez les Trichoptères (respectivement 0,08 et 0,06 !) que chez les Éphémères (0,75 et 0,42).

Remarque : l'exploitation des données indiciaires apporte dans le cas présent plus d'informations en procédant ordre par ordre séparément ; les caractéristiques propres de chacun d'eux (adaptations, polluosensibilité, etc.) apparaissent en effet mieux que sur un ensemble, le groupe polluosensible EPT par exemple, qui « lisse » les différences observables individuellement.

Remerciements

Nos remerciements très amicaux vont à Jean Giudicelli (Université d'Aix-Marseille) qui a déterminé les nymphes de Simuliidae de notre matériel.

Travaux cités

BERTHÉLEMY, 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.

- BRULIN, M. 2007. Atlas de distribution des Éphémères de France. 1^{ère} partie : hors Baetidae et Heptageniidae (Insecta, Ephemeroptera). *Ephemera*, 2006, **8** (1) : 1-73.
- BRULIN, M. 2010. Atlas de distribution des Éphémères de France. 2^{ème} partie : famille des Heptageniidae (Ephemeroptera). *Ephemera*, 2009, **11** (2) : 71-133.
- BRULIN, M. 2011. Atlas de distribution des Éphémères de France. 3^{ème} partie : familles des Ametropodidae et des Baetidae (Ephemeroptera). *Ephemera*, 2010, **12** (2) : 65-109.
- DÉCAMPS, H. 1967. Introduction à l'étude écologique des Trichoptères des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, **3** (1) : 101-176.
- FAGGIANO, L., A. THOMAS & S. LEK. 2013. Les communautés d'Elmidae de quatre rivières en zone d'agriculture intensive dans le S-W de la France. Nécrose des branchies chez *Elmis maugetii* (Latreille, 1798) (Coleoptera). *Ephemera*, 2012, **14** (1) : 55-68.
- GRAF, W., U. GRASSER & J. WARINGER. 2002. *Trichoptera* - Part III, 42 pp. in Moog, O. (ed.): *Fauna aquatica austriaca*. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- MALICKY, H. 2004. *Atlas of european Trichoptera*. 2nd edition. Springer, Dordrecht, 359 pp.
- MOOG, O. (ed.). 2002. *Fauna Aquatica Austriaca – A comprehensive species inventory of Austrian aquatic organisms with ecological notes*, 2nd edition. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- NILSSON, A. (ed.) 1997. *Aquatic insects of North Europe. Volume 2 Odonata – Diptera*. Apollo books, Stenstrup, 440 pp.
- SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, **27** : 379-423, 623-656.
- SHANNON, C. E. & W. WEAVER. 1949. *The mathematical theory of communication*. Univ. of Illinois Press, Urbana, IL.
- SONG, M.-Y., A. THOMAS & L. FAGGIANO. 2013. Les communautés d'Éphémères de quatre petites rivières en zone d'agriculture intensive dans le Sud-Ouest de la France (Ephemeroptera). *Ephemera*, 2012, **14** (1) : 39-53.