

# **Evolution des communautés de Plécoptères dans la Garonne près de Toulouse depuis 1930 : l'agonie des insectes bioindicateurs les plus sensibles [Plecoptera]**

par Alain THOMAS\*, Olivier BONNEFOUS<sup>1</sup>,  
Mohammed KHATORI<sup>1</sup> & Thierry SOUBAYA<sup>1</sup>

\* Laboratoire Dynamique de la Biodiversité, UMR CNRS 5172, Université Paul Sabatier,  
Bâtiment 4R3b2, 118 route de Narbonne, F - 31062 Toulouse Cedex 9, France  
1 : Mémoires universitaires par ordre alphabétique

Mots-clés : évolution à long terme, Plécoptères, disparition, impacts anthropiques, indice saprobique.

La préservation des vieilles collections de référence de R. Despax et l'exploitation de ses fichiers, publiés ou non publiés, permet de suivre avec précision l'évolution qualitative des communautés de Plécoptères de la Garonne en amont immédiat de Toulouse pendant 75 ans. La Garonne hébergeait 22 espèces en 1930, toutes disparues actuellement. Le nombre d'espèces a régulièrement décliné au cours du temps, sans aucune phase d'amélioration temporaire ou même de remplacement d'espèces, contrairement à d'autres insectes lotiques ; cette évolution est inverse de celle de l'indice saprobique moyen des espèces qui a atteint un maximum dans les années 90 (S I de 2,15 avec seulement deux espèces survivantes indexées), avant la disparition totale de cet ordre d'insectes. Les 4 espèces ayant survécu pendant la fin des années 70 et le début des années 80, ont toutes un cycle biologique leur permettant d'achever leur développement et de voler entre octobre et janvier inclus, c'est-à-dire clairement pendant la période d'activités agricoles minimales.

## **Evolution of plecopteran communities in the Garonne river near Toulouse since 1930 : agony of the most sensitive bioindicator insects [Plecoptera]**

Keywords : long term evolution, Stoneflies, disappearance, human impacts, saprobic index.

The preservation of old reference collections of R. Despax, and exploitation of his published and unpublished card indexes, allowed to study the qualitative evolution of Stonefly communities in the Garonne river upstream of Toulouse over 75 years. The Garonne hosted 22 species in 1930, all of them now disappeared from these sites in the vicinity of the town. The number of species decreased steadily with time, without any temporary period of improvement, or even any species replacement, contrary to other lotic insects. The mean Saprobic Index of species shows an inverse pattern, with maximal value in the nineties (S I = 2,15 with only two indexed surviving species), before the total disappearance of this insect order. During the late seventies and early eighties, the 4 surviving species all had similar life cycle temporal dynamics. These species share the ability to terminate larval growth and to fly from October to January. Such developmental steps, the most pollution sensitive, occurred when agricultural activities are clearly minimal.

---

La présente étude n'a fait l'objet d'aucune subvention et a été réalisée en majeure partie sur les fonds personnels du premier auteur au cours du temps.

## 1. Introduction

L'ordre des Plécoptères est classiquement reconnu comme le plus polluosensible parmi les insectes aquatiques. Son recul devant les influences anthropiques croissantes est plus ou moins spectaculaire, partout dans le monde.

La Garonne dans les environs de Toulouse constitue un lieu très privilégié pour une étude de l'évolution à long terme des communautés de Plécoptères. En effet, le professeur R. Despax, spécialiste de ces insectes, a effectué des récoltes dès les années 20 et publié nombre d'articles sur la faune des Pyrénées et en particulier de la région toulousaine. Après son décès, sa collection, conservée au Muséum de Paris, a pu être réexaminée par BERTHÉLEMY (1966).

Enfin, nous avons nous-mêmes collecté des Plécoptères dans le cadre d'études plus générales sur la faune benthique de la Garonne : A. Thomas leg. à partir de 1966, puis KHATORI (1989), SOUBAYA (1995) et BONNEFOUS (1996).

Le présent travail propose donc la synthèse des dernières citations des espèces de la Garonne près de Toulouse. Remarquons à ce sujet que la date de 1966 (correspondant à la thèse de Berthélemy) ne peut pas être retenue comme "année de dernière capture" pour la plupart des espèces mentionnées par cet auteur, sauf la citation originale de *Protonemura intricata*, non récoltée par Despax en région toulousaine. Il s'agit le plus souvent d'une simple confirmation des déterminations du matériel de la collection Despax sans référence chronologique (voir BERTHÉLEMY 1966, pp 268-269) : "Nombreuses captures d'imagos de Plécoptères par R. Despax, complétées par quelques prélèvements d'H. Cadot et moi-même". En fait, beaucoup d'espèces qui avaient déjà disparu de la Garonne en 1966, sont encore mentionnées dans BERTHÉLEMY (1966).

Les présents résultats ont fait l'objet de plusieurs présentations : THOMAS (1994), THOMAS & KHATORI (1989, 1990 et 1993).

L'ordre systématique adopte celui du très récent catalogue des Plécoptères de France (LE DOARÉ & VINÇON 2006).

### Sites prospectés

Près de Toulouse, la largeur du fleuve est d'une centaine de mètres dans les zones lotiques. Selon la classification d'ILLIES & BOTOSANEANU (1963), il s'agit typiquement d'un épipotamal. Le bassin-versant totalise 9980 km<sup>2</sup>, la pente est de 0,12%.

Notre station principale, en amont rapproché de la ville, se trouve à l'altitude de 140 m. Elle se situe à 1,5 km en aval de la confluence de la Garonne et de l'Ariège.

Une seconde station, prospectée à la fois par R. Despax et par notre équipe, se trouve sur le cours de la Garonne, en amont de cette confluence, à l'altitude de 150 m ; elle est distante de la station précédente de 6 km.

Nous avons prélevé à ces deux stations par filet Surber (vide de maille : 300 µm) et aussi, à partir de 1986, par substrats artificiels. D'autres stations, secondaires en ce qui concerne les Plécoptères, ont été prospectées en ville et en aval de Toulouse.

## 2. Catalogue des espèces de Plécoptères de la Garonne dans les environs de Toulouse depuis 1929

Famille des PERLODIDAE

### 1. *Besdolus imhoffi* (Pictet, 1841)

= *Isogenus (Dictyogenus) imhoffi* : Despax, 1951

= *Dictyogenus imhoffi* : Berthélemy, 1966

= *Besdolos imhoffi* : Zwick & Weinzierl, 1995

Haute-Garonne : Toulouse (DESPAX 1951). Minute 914 de Despax : pont Saint-Michel, 21-IV-1942. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966).

## 2. *Besdolos ravizzarum* Zwick & Weinzierl, 1995

= *Isogenus (Dictyogenus) ventralis* : Despax, 1951

= *Dictyogenus ventralis* : Berthélemy, 1966

= *Dictyogenus ventralis* : Ravizza & Ravizza Dematteis, 1976, nec Pictet, 1841

Haute-Garonne : Toulouse (DESPAX 1951). La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966). En fait, il s'agit de la Garonne dans Toulouse, au pont Saint-Michel, 21-IV-1942 (ZWICK & WEINZIERL, 1995) : Despax leg. revu par ces auteurs, et minutes 911-913 de Despax.

## 3. *Perlodes dispar* (Rambur, 1842)

= *Perlodes microcephala* forme *dispar* : Despax, 1951

= *Perlodes dispar* : Berthélemy, 1966

Haute-Garonne : Toulouse (DESPAX 1951). Minute 907 de Despax : la Garonne à Empalot, 21-III-1942. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966).

## 4. *Perlodes microcephalus* (Pictet, 1833)

= *Perlodes microcephala* forme *typica* : Despax, 1951

= *Perlodes microcephala* : Berthélemy, 1966

Haute-Garonne : Toulouse (DESPAX 1951). Minute 910 de Despax : la Garonne à Empalot, 18-IV-1942. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966).

## 5. *Isogenus nubeculum* (Newman, 1833)

= *Isogenus (s.s.) nubecula* : Despax, 1951

= *Isogenus nubecula* : Berthélemy, 1966

Haute-Garonne : Toulouse (DESPAX 1951). Minutes 908 à 910 de Despax : la Garonne à Empalot, 9/18-IV-1942. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966 ; H. Cadot leg. du 16-II-1965).

## 6. *Isoperla grammatica* (Poda, 1761)

= *Chloroperla grammatica* forma *typica* : Despax, 1936

= *Chloroperla grammatica* : Despax 1951

= *Isoperla grammatica* : Berthélemy, 1966

La Garonne à Toulouse, au Chemin des Etroits, 23-IV-1932 (DESPAX 1936). Minute 910 de Despax : la Garonne à Empalot, 18-IV-1942. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966).

## 7. *Isoperla obscura* (Zetterstedt, 1840)

= *Chloroperla griseipennis* : Despax 1936

= *Isoperla griseipennis* : Despax, 1951

= *Isoperla obscura* : Berthélemy, 1966

La Garonne à Toulouse, en amont de la Chaussée de la Cavaletade, VI-VII-1932 ; au Pont Saint-Michel et au Parc Toulousain, V-1932, V-1934 (DESPAX 1936) ; à Banlève, 10-V-1962 (C. Berthélemy leg. et dét.). La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966), et à 150 m, 9-X-1973 (A. Thomas leg., G. Vinçon dét.).

## Famille des PERLIDAE

**8. *Marthamea vitripennis* (Burmeister, 1839)**

= *Perla vitripennis* : Despax, 1951

= *Marthamea vitripennis* : Berthélemy, 1966

Haute-Garonne : environs de Toulouse (DESPAX 1951). Minute 678 et 877 de Despax : la Garonne respectivement au pont St-Michel, en V-1936 et en amont d'Empalot, 27-IV-1941. "La Garonne en amont de Toulouse" (BERTHÉLEMY 1966).

**9. *Perla abdominalis* Burmeister, 1839**

= *Perla abdominalis* : Despax, 1951

= *Perla burmeisteriana* : Berthélemy, 1966

Haute-Garonne : Toulouse (DESPAX 1951). Minutes 601 et 904 de Despax : la Garonne respectivement au pont St-Michel, en V-1934 et à Empalot, 20-IV-1941. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966).

**10. *Perla bipunctata* Pictet, 1833**

= *Perla bipunctata* : Despax, 1951 pro parte

= *Perla bipunctata* : Berthélemy, 1966

Au bord de la Garonne, aux environs de Toulouse, altitude 150 m environ (DESPAX 1951). Minutes 876-876 bis de Despax : la Garonne en amont d'Empalot, 27-IV-1941. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966).

## Famille des CHLOROPERLIDAE

**11. *Chloroperla tripunctata* (Scopoli, 1763)**

= *Isopteryx tripunctata* : Despax, 1941

= *Chloroperla tripunctata* : Despax, 1951

Environs de Toulouse, 2-VII-1941 (DESPAX 1941) ; la Garonne à 150 m (BERTHÉLEMY 1966).

**12. *Xanthoperla apicalis apicalis* (Newman, 1836)**

= *Isopteryx apicalis* : Despax 1941

= *Chloroperla apicalis* : Despax 1951

= *Xanthoperla apicalis* Zwick, 1967

Haute-Garonne à Muret en 1933 (DESPAX 1941) : minute 655 de Despax : 25-VI-1933. La Garonne à 150 m (BERTHÉLEMY 1966).

## Famille des TAENIOPTERYGIDAE

**13. *Taeniopteryx schoenemundi* (Mertens, 1923)**

= *Nephelopteryx garumnica* Despax, 1929a

= *Taeniopteryx garumnica* : Despax, 1951

= *Taeniopteryx schoenemundi* : Berthélemy, 1966

Bords de la Garonne en amont de Toulouse [minute 248 de Despax : en amont de la chaussée de Cavaletade], II-III-1923 (DESPAX 1929a), puis I-1933 (DESPAX 1935). Plusieurs autres citations dont Blagnac, partie

aval de l'agglomération de Toulouse, le 9-III-1933 : minute 396 de Despax. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966, H. Cadot leg. du 30-IV-1965). La Garonne à 150 m, 19-X et 9-XII-1994 (SOUBAYA 1995).

#### 14. *Brachyptera braueri* (Klapálek, 1900)

- = *Taeniopteryx braueri* : Despax, 1946
- = *Brachyptera braueri* : Despax, 1951
- = *Brachyptera braueri* : Berthélemy, 1966

Haute-Garonne : Toulouse I-IV (DESPAX 1951) et minute 931 de Despax : la Garonne au quai de Tounis et à Empalot 1/15-III-1942. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966, H. Cadot leg. des 9-III-1965 et 2-II-1974, C. Berthélemy leg). La Garonne à 150 m, 26-XI-1973, 25-XI-1976 (A. Thomas leg., G. Vinçon dét.).

#### 15. *Brachyptera risi* (Morton, 1896)

- = *Taeniopteryx risi* : Despax 1946
- = *Brachyptera risi* : Despax, 1951
- = *Brachyptera risi* : Berthélemy, 1966

La Garonne à Pinsaguel, 150 m, 14-IV-1936 (DESPAX 1946). La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966).

### Famille des NEMOURIDAE

#### 16. *Amphinemura triangularis* (Ris, 1902)

- = *Nemura* (sic !) (*Amphinemura*) *triangularis* : Despax 1934
- = *Amphinemura triangularis* : Berthélemy, 1966

La Garonne en amont de la Chaussée de la Cavaletade, 29-IV-1931 (DESPAX 1934). La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966). La Garonne à 150 m, 19-X-1973 (A. Thomas leg., G. Vinçon dét.).

#### 17. *Protonemura intricata intricata* (Ris, 1902)

- = *Nemura* (sic !) (*Protonemura*) *intricata* : Despax, 1951
- = *Protonemura intricata* : Berthélemy, 1966

La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966 : H. Cadot leg. du 25-II-1965).

#### 18. *Nemoura cinerea cinerea* (Retzius, 1783)

- = *Nemura* (sic !) *variegata* : Despax, 1951
- = *Nemoura cinerea* : Berthélemy, 1966

Environs de Toulouse (DESPAX 1951) : minute 433 de Despax : la Garonne en amont de la Chaussée de la Cavaletade, 29-IV-1931. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966). La Garonne à 150 m (A. Thomas leg. du 25-II-1977 et T. Soubaya leg. du 19-X-1994).

### Famille des CAPNIIDAE

#### 19. *Capnia bifrons* (Newman, 1836)

- = *Capnia nigra* : Despax, 1951
- = *Capnia bifrons* : Berthélemy, 1966

Haute-Garonne : environs de Toulouse (DESPAX 1951) et minute 592 de Despax : la Garonne à 150 m, 23-III-1935. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966) : erreur probable pour 150 m.

## 20. *Capnioneura mitis* Despax, 1932

= *Capnioneura mitis* : Berthélemy, 1966

Haute-Garonne : environs de Toulouse (DESPAX 1951) ; minute 962 de Despax : la Garonne à Blagnac, partie aval de l'agglomération toulousaine, 9-III-1933. La Garonne à 140 m (BERTHÉLEMY 1966).

### Famille des LEUCTRIDAE

## 21. *Leuctra fusca fusca* (Linné, 1758)

= *Leuctra klapaleki* : Despax 1929b

= *Leuctra fusca* : Berthélemy, 1966

Braqueville non loin de la Garonne, dans la plaine toulousaine (DESPAX 1929b) ; la Garonne à Pinsaguel, en aval du pont, 4-X-1930 (minute 344 de Despax). La Garonne à 140 m : BERTHÉLEMY (1966 ; H. Cadot leg. du 24-IX-1964) ; BONNEFOUS (1996).

## 22. *Leuctra geniculata* (Stephens, 1835)

= *Leuctra geniculata* : Despax 1934

= *Leuctra geniculata* : Berthélemy, 1966

La Garonne à Pinsaguel, en aval du pont, 4-X-1930 (DESPAX 1934). La Garonne à 140 m : BERTHÉLEMY (1966) ; KHATORI (1989).

Remarque : selon BERTHÉLEMY (1966), dans le bassin de la Garonne, les stations à *Leuctra geniculata* hébergent toujours aussi *L. fusca*. Cet auteur a montré (pp 327-328) que *L. fusca* est toujours plus rhéophile.

Le Tableau 1 résume l'évolution des communautés d'espèces de la Garonne en amont de l'agglomération de Toulouse au cours des décennies. Toutefois, la décennie des années 50 n'y figure pas (aucune donnée disponible) en raison du décès de R. Despax, survenu en mars 1950 et du début de la carrière de C. Berthélemy en 1959.

## 3. Discussion

Quantitativement, les Plécoptères de la Garonne en amont immédiat de Toulouse, c'est-à-dire en aval de la confluence avec l'Ariège (140 m), vers le bac de Portet, sont devenus très rares dans les années 90 : 8 individus (tous des Leuctridae) sur 28697 macroinvertébrés (dont 15254 Oligochètes) récoltés par substrats artificiels en 1996 ; et dans les mêmes conditions de prélèvements, mais dans la partie amont de l'agglomération de Toulouse elle-même, aucun individu sur un total de 28696 macroinvertébrés (dont 19543 Oligochètes) (BONNEFOUS 1996). Aucune larve de Plécoptère ne figure non plus parmi les 15496 macroinvertébrés récoltés par substrats artificiels à cette dernière station par GAUTHIER (1995).

En amont de la confluence Ariège-Garonne, à 150 m, les résultats sont similaires en 1994-95 à ceux obtenus à 140 m, avec moins de 0,5 ‰ de l'effectif total des macroinvertébrés récoltés, dans ce cas, par filet Surber (vide de maille : 300 µm) (SOUBAYA 1995).

L'évolution des communautés de Plécoptères de la Garonne suit une extinction inexorable par disparition pure et simple de toutes les espèces, sans aucun exemple de remplacement temporel par certaines espèces plus robustes, comme c'est le cas pour d'autres ordres d'insectes lotiques (Ephémères, Trichoptères, Coléoptères Elmidae : à paraître, voir aussi THOMAS & KHATORI 1990 ; THOMAS, THOMAS & KHATORI 1992). Aucune période de progrès temporaire n'est mise en évidence.

| SETIPALPIA                           | Année de dernière capture |      |      |       |      | 2005  | S I |
|--------------------------------------|---------------------------|------|------|-------|------|-------|-----|
|                                      |                           |      |      |       |      |       |     |
| [ <i>Besdolus imhoffi</i> ]          |                           | 1942 |      |       |      |       | -   |
| [ <i>Besdolus ravizzarum</i> ]       |                           | 1942 |      |       |      |       | -   |
| <i>Perlodes dispar</i>               |                           | 1942 |      |       |      |       | 1,7 |
| <i>Perlodes microcephalus</i>        |                           | 1942 |      |       |      |       | 1,5 |
| [ <i>Isogenus nubeculum</i> ]        |                           |      | 1965 |       |      |       | -   |
| <i>Isoperla grammatica</i>           |                           | 1942 |      |       |      |       | 1,6 |
| [ <i>Isoperla obscura</i> ]          |                           |      |      | 1973* |      |       | -   |
| [ <i>Marthamea vitripennis</i> ]     |                           | 1941 |      |       |      |       | -   |
| <i>Perla abdominalis</i>             |                           | 1941 |      |       |      |       | 1,5 |
| <i>Perla bipunctata</i>              |                           | 1941 |      |       |      |       | 0,7 |
| <i>Chloroperla tripunctata</i>       |                           | 1941 |      |       |      |       | 1,3 |
| [ <i>Xanthoperla apicalis</i> ]      | 1933*                     |      |      |       |      |       | -   |
| FILIPALPIA                           |                           |      |      |       |      |       |     |
| <i>Brachyptera braueri</i>           |                           |      |      | 1976* |      |       | 1,5 |
| <i>Brachyptera risi</i>              | 1936                      |      |      |       |      |       | 1,4 |
| [ <i>Taeniopteryx schoenemundi</i> ] |                           |      |      |       | 1987 | 1995* | -   |
| <i>Amphinemura triangularis</i>      |                           |      |      | 1973* |      |       | 1,2 |
| <i>Protonemura intricata</i>         |                           |      | 1965 |       |      |       | 0,9 |
| <i>Nemoura cinerea</i>               |                           |      |      |       |      | 1994* | 2,3 |
| <i>Capnia bifrons</i>                | 1935*                     |      |      |       |      |       | 1,3 |
| [ <i>Capnioneura mitis</i> ]         | 1933                      |      |      |       |      |       | -   |
| <i>Leuctra fusca</i>                 |                           |      |      |       |      | 1996  | 2,0 |
| <i>Leuctra geniculata</i>            |                           |      |      |       | 1986 |       | 2,0 |

\* : Garonne seulement en amont de sa confluence avec l'Ariège (150 m)

[ ] : espèce non indexée par l'Indice Saprobique S I.

Tableau 1. Régression à long terme des communautés de Plécoptères en amont de Toulouse (altitude 140 m, sauf \* : 150 m). S I : indice saprobique (Graf et al. in Moog 2002).

Table 1. Long term regression of Plecopteran communities upstream of Toulouse (elevation 140 m, but \* : 150 m). S I : saprobic index (Graf et al. in Moog 2002).

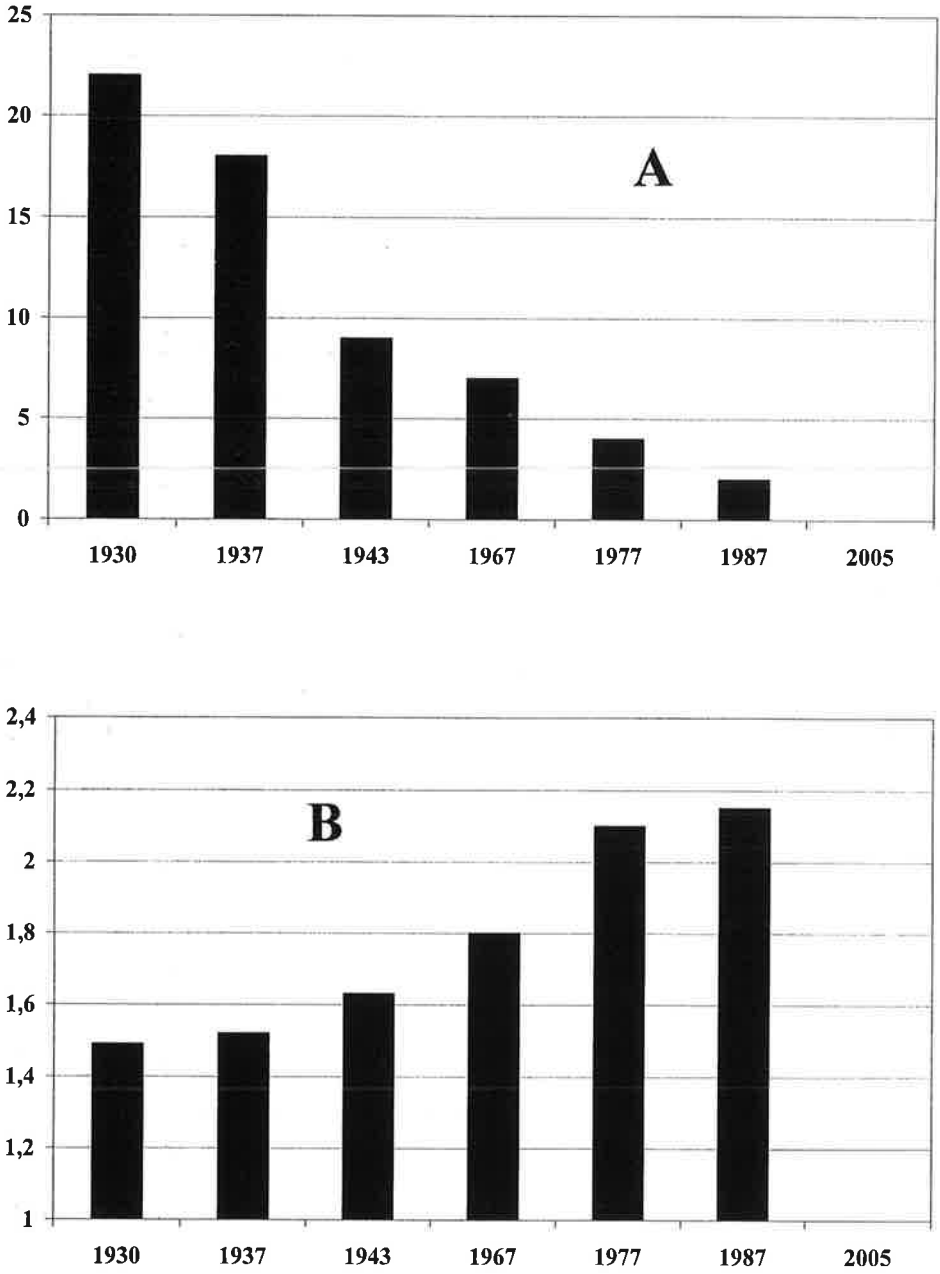


Figure 1. Evolution inverse à long terme : du nombre d'espèces de Plécoptères (1A) et de l'indice saprobique moyen (1B), sur la Garonne en amont de Toulouse (150-140 m).

Figure 1. Long term inverse evolution : of the number of Stonefly species (1A) and of the mean saprobic index (1B), in the Garonne river upstream of Toulouse (150-140 m).



ce sur 75 ans. La situation n'a pas cessé de se détériorer (Fig. 1A). On constate une période de dégradation majeure après la seconde guerre mondiale, correspondant au développement de Toulouse et de sa banlieue. Les minutes de Despax (pas toutes publiées) indiquent en effet la présence d'au moins 11 espèces dans la ville elle-même, à la fin des années 30 et au début des années 40 : *Dictyogenus imhoffi*, *Besdolus ravizzarum*, *Isogenus nubeculum*, *Perlodes dispar*, *P. microcephalus*, *Perla abdominalis*, *Isoperla grammatica*, *Marthamea vitripennis*, *Perla bipunctata*, *Brachyptera braueri* et *Taeniopteryx shoenumundi*.

Une seconde période de dégradation correspond à la fin des années 60 et au début des années 70, particulièrement perceptible sur les Ephéméroptères (à paraître), éradiquant 5 des 9 espèces de Plécoptères survivantes en amont de la confluence de la Garonne avec l'Ariège (voir Tableau 1). En effet, à moins de 100 km en amont de Toulouse se sont développés deux centres industriels importants, l'obscur complexe de Boussens et la papeterie de Saint-Gaudens. L'implantation de cette dernière en rive gauche de Garonne entre 1957 et 1959, avec une production de pâte constamment en augmentation a entraîné -outre des rejets spécifiques néfastes et difficiles à épurer, pour 200.000 éq/hab. en 1980- une hausse élevée des teneurs en ion chlorure imputable au blanchiment des pâtes. La ville de Muret, à quelques km seulement en amont de nos stations, connaît aussi une forte extension depuis une trentaine d'années.

Sous l'impulsion et le contrôle de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, un gros effort a été effectué depuis 1980 environ pour réduire les rejets azotés d'origine domestique. Mais si le résultat en a été incontestablement satisfaisant en termes d'analyses chimiques, il n'a pas été suivi d'une amélioration des communautés de Plécoptères, trop fragiles, déjà trop appauvries, et ayant aussi à faire face à la pollution toxique irraisonnée, engendrée par les divers épandages d'origine agricole. En outre, cette situation est très aggravée par les pompages estivaux à l'étiage, cause d'une variation considérable de la surface de lit immergée, un facteur limitant primordial.

Malgré sa large valence écologique (grande adaptabilité à la vitesse du courant et eurythermie : BERTHÉLEMY 1966, AUBERT 1984), et en dépit de son indice saprobique exceptionnellement élevé pour un Plécoptère, *Nemoura cinerea* paraît avoir disparu de la Garonne en amont rapproché de Toulouse ou bien y est en voie d'extinction totale.

AUBERT (1980) a souligné tout particulièrement la disparition des espèces exposées aux pollutions d'origine agricole. D'ailleurs, il est intéressant de remarquer qu'après 1980, les dernières espèces de Plécoptères à avoir survécu dans la Garonne sont à période de vol tardive, automnale ou hivernale, ou au contraire hivernale mais très précoce, c'est-à-dire dans les deux cas, des espèces dont le cycle de développement permet -au moins partiellement- le vol entre octobre inclus et janvier inclus, ainsi (Tableau 2, d'après BERTHÉLEMY 1966) : *Taeniopteryx schoenumundi* (janvier), *Nemoura cinerea* (octobre), *Leuctra fusca* et *L. geniculata* (octobre-novembre-décembre). Or cela implique que la fin de la croissance des larves (toujours plus fragiles que lors des stades jeunes) ait lieu en fin d'été et en début d'automne, donc avec des débits très faibles et de facto une concentration maximale des rejets anthropiques industriels et domestiques, c'est-à-dire des conditions physico-chimiques a priori nettement défavorables. La seule explication qui nous paraisse plausible est qu'il s'agit d'une période pendant laquelle les activités agricoles (épandages en particulier) sont très réduites. En effet, les 4 espèces concernées sont les seules (Tableau 1) à avoir survécu pendant les décennies 70 et 80, lors de l'introduction massive des produits phytosanitaires. Toutes les espèces disparues avant 1970, sauf *Protonemura intricata* et *Isoperla grammatica* (dont les périodes de vol peuvent toutes les deux atteindre le mois d'octobre), ne volent pas avant mars et/ou au-delà d'août : elles sont au nombre de 13.

Force est malheureusement de constater que les communautés de Plécoptères de la Garonne entre 150 et 135 m ont virtuellement disparu en totalité (l'hypothétique récolte erratique de

| ESPECES                        | PERIODE DE VOL | ESPECES                          | PERIODE DE VOL |
|--------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| <i>Besdolos imhoffi</i>        | IV-VI          | <i>Xanthoperla apicalis</i>      | VI             |
| <i>Besdolos ravizzarum</i>     | V-VI           | <i>Brachyptera braueri</i>       | III            |
| <i>Perlodes dispar</i>         | III            | <i>Brachyptera risi</i>          | III-VI         |
| <i>Perlodes microcephalus</i>  | III-VII        | <i>Taeniopteryx schoenemundi</i> | I-IV           |
| <i>Isogenus nubeculum</i>      | III-V          | <i>Amphinemura triangularis</i>  | IV-VIII        |
| <i>Isoperla grammatica</i>     | III-X          | <i>Protonemura intricata</i>     | IV-X           |
| <i>Isoperla obscura</i>        | V-VII          | <i>Nemoura cinerea</i>           | IV-X           |
| <i>Marthamea vitripennis</i>   | V              | <i>Capnia bifrons</i>            | III-V          |
| <i>Perla abdominalis</i>       | IV-VI          | <i>Capnioneura mitis</i>         | II-IV (XI*)    |
| <i>Perla bipunctata</i>        | V-VI           | <i>Leuctra fusca</i>             | VIII-XII       |
| <i>Chloroperla tripunctata</i> | V-VIII         | <i>Leuctra geniculata</i>        | IX-XII         |

\* : sauf un couple capturé en novembre dans les conditions très isothermes de la vaste grotte du Mas d'Azil

Tableau 2. Période de vol des 22 espèces rencontrées.

Table 2. Flight period of the 22 study species.

quelques rares spécimens en période de crues printanières, imputable à la dérive, ne peut guère être prise en considération<sup>1</sup>), ce qui introduit un sérieux bémol aux évaluations optimistes de la qualité de l'eau de cette rivière, régulièrement divulguées. La coûteuse évaluation de la situation ayant reposé exclusivement pendant des décennies sur un système monolithique basé sur le taxon famille, sans ouverture concurrente -ou même simplement comparative- vers d'autres systèmes (comme par exemple en Grande Bretagne) a largement contribué à masquer l'étendue et la gravité de la présente régression.

Les résultats de l'évaluation par le système autrichien des saprobies, basé sur le taxon espèce (GRAF et al. in MOOG 2002), sont résumés dans les Tableaux 1 et 3 et la Figure 1B. Bien que plus d'un tiers des espèces (8 sur 22) ne puisse être pris en compte ici (car non présentes ou rares en Autriche), l'indice saprobique moyen est régulièrement croissant au cours des décennies, ce qui montre la précision de ce système d'évaluation, malheureusement "ignoré" par nos gestionnaires. Il nous apparaît vivement souhaitable que l'indice saprobique S I soit utilisé à l'avenir dans notre pays, au moins à titre d'outil complémentaire, pour mieux appréhender l'évolution temporelle de la qualité des milieux lotiques. Dans le cas présent, sur un pas de temps d'une dizaine d'années, pour les années 70 par exemple, cet indice paraît même mieux traduire la dégradation des conditions environnementales que le simple nombre brut d'espèces, déjà très bas.

1. A la fin des années 60, il était ainsi parfois possible de capturer en période de crue (avril-mai) de rares larves de *Baetis alpinus* dans la Garonne à 140 m, en l'absence de cycle biologique. Pour cette raison, il n'a pas été tenu compte de la mention de *Dinocras cephalotes* par Berthélemy (1966) : "Garonne 500 à 150 m", dont aucune trace n'existe non plus (pour l'altitude de 150 m) dans sa collection.

| Années    | S. I. moyen | Nombres d'espèces |                    |
|-----------|-------------|-------------------|--------------------|
|           |             | total             | indexées par S. I. |
| 1930      | 1,49        | 22                | 14                 |
| 1937      | 1,52        | 18                | 12                 |
| 1943      | 1,65        | 9                 | 6                  |
| 1967      | 1,80        | 7                 | 5                  |
| 1977      | 2,10        | 4                 | 3                  |
| 1987-1996 | 2,15        | 2                 | 2                  |
| 2005      | Impossible  | 0                 | 0                  |

Tableau 3. Plécoptères de la Garonne en amont de Toulouse : nombres d'espèces basés sur les dernières captures, mentionnées dans des publications et/ou des minutes et des mémoires universitaires non publiés.

Table 3. Stoneflies of the Garonne river upstream of Toulouse : numbers of species based on last captures, recorded in papers and/or in unpublished data.

Mais la situation de la plupart des espèces citées ci-dessus est aussi critique en Europe, depuis longtemps.

*Brachyptera braueri* est fort peu répandue à l'heure actuelle. Médionordepéenne, elle a été citée vers le Sud jusqu'à la moitié Nord de l'Espagne (AUBERT 1985). Cet auteur (t. c.) l'a même signalée de Suisse, mais "à titre posthume", à partir de la collection Meyer-Dürr datant de 1875 ! WEINZIERL (1992) l'a considérée comme menacée d'extinction en Bavière. Dès 1984, ZWICK exprimait même qu'elle était éteinte ou disparue en ex-République Fédérale Allemande. Elle a disparu de Basse-Saxe (REUSCH & BLANKE 1993).

La même situation désastreuse prévaut en Allemagne, selon ces auteurs, pour *Isogenus nubeculum* et *Xanthoperla apicalis*.

*Isoperla obscura* est considérée comme éteinte dans les listes précitées de ZWICK (1984) et de REUSCH & BLANKE (1993). *Besdolus imhoffi* est éteinte en Bavière (WEINZIERL 1992) et même en ex-Allemagne Fédérale selon ZWICK (1984).

*Perla abdominalis*, *Perlodes dispar* et *Leuctra geniculata*, disparues de Basse-Saxe (REUSCH & BLANKE 1993), étaient en danger en Bavière (WEINZIERL 1992) et dans le reste du territoire de l'ex-RFA depuis 20 ans (ZWICK 1984). La situation restait très critique en ce qui concerne la survie de *Taeniopteryx schoenemundi* et de *Perla bipunctata* (WEINZIERL t. c., ZWICK t. c.).

En Thuringe, BREITFELD & JOOST (1993) ont considéré comme disparues *Brachyptera braueri*, *Isogenus nubecula* et *Xanthoperla apicalis*.

Dans les cantons de Vaud et de Fribourg, *Leuctra geniculata*, *Besdolus imhoffi* et *Perla abdominalis* (s. n. *burmeisteriana*) n'ont pas été retrouvées depuis 1978 et doivent être considérées comme disparues ou fortement raréifiées (AUBERT 1989).

En Italie, la situation était aussi préoccupante il y a déjà plus de 20 ans pour les espèces habitant les grands cours d'eau. RAVIZZA & NICOLAI (1983) considéraient déjà *Taeniopteryx schoenemundi*, *Isogenus nubeculum*, *Isoperla obscura* et *Perla abdominalis* (s. n. *burmeisteriana*) comme très

probablement éteintes dans ce pays, tandis que les aires de répartition de *Besdolus ravizzarum* (s. n. *Dictyogenus ventralis*), *Perla bipunctata* et *Xanthoperla apicalis* apparaissaient très restreintes (Nord des Apennins pour les deux premières, Calabre pour la troisième). Enfin, *Leuctra geniculata* et *Chloroperla tripunctata*, à la répartition relique, apparaissaient à l'époque en grand danger.

### Remerciements

Nous sommes heureux de remercier :

les bibliothécaires Geneviève Guiraud et Marie-Paule Cance pour leur aimable dévouement et leur compétence ; Gilles Vinçon qui a déterminé notre matériel ou vérifié nos déterminations ; le prof. Peter Zwick pour son amitié et son aide bibliographique très appréciée lors d'un séjour du premier auteur à Schlitz ainsi que pour son soutien, "plécoptérologique" entre autres, après la disparition de Claude Berthélemy, notre ami commun ; enfin Hervé Cadot, étudiant de la même promotion qu'A.T., qui a mis à notre disposition ses notes de terrain, vieilles de 40 ans...

### Travaux cités

- AUBERT, J. 1980. Plécoptères et pollution. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft*, **53** (4) : 411-412.
- AUBERT, J. 1984. Les Plécoptères du Valais. *Bulletin de la Murithienne*, **102** : 167-183.
- AUBERT, J. 1985. *Brachyptera braueri* Klapalek 1900, Plécoptère nouveau pour la Suisse, mais espèce disparue de ce pays. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft*, **58** (3-4) : 529.
- AUBERT, J. 1989. Les Plécoptères des cantons de Vaud et Fribourg. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, **79** (4) : 237-283.
- BERTHÉLEMY, C. 1966. Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (*Hydraena* et *Elminthidae*) des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, **2** (2) : 227-458.
- BONNEFOUS, O. 1996. Etude des macroinvertébrés des zones lenticules de la Garonne entre les confluences de l'Ariège et du Tarn : évaluation des substrats artificiels. Diplôme d'Etudes Supérieures Universitaires, Université Paul Sabatier, Toulouse III, 71 pp + annexes.
- BREITTFELD, R. & W. JOOST. 1993. Rote List der Steinfliegen (Plecoptera) Thüringens. Pp 63-65 in : Rote Listen ausgewählter Pflanzengesellschaften des Landes Thüringen. *Naturschutzreport* 5, 215 pp, Jena.
- DESPAX, R. 1929a. *Nephelopteryx garumnica* sp. nov. Plécoptère nouveau de la région Toulousaine. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, **58** (1) : 38-44.
- DESPAX, R. 1929b. Plécoptères pyrénéens. II.- Etude et description de quelques formes du genre *Leuctra* Steph. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, **58** (2) : 165-178.
- DESPAX, R. 1934. Quelques Plécoptères nouveaux pour la faune française. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, **66** (1) : 210.
- DESPAX, R. 1935. A propos de quelques Plécoptères de la faune française. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, **68** (4) : 202-204.
- DESPAX, R. 1936. Contribution à l'étude du genre *Chloroperla* (Pictet) (*Isoptera* Banks) [Plecoptera]. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, **69** (3) : 337-398.
- DESPAX, R. 1941. Contribution à l'étude du genre *Isopteryx* Pict. (*Chloroperla* Newm.) [Plecoptera]. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, **74** (3) : 205-233.
- DESPAX, R. 1946. Plécoptères pyrénéens. XI. - Les Taeniopterygidae. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, **81** (1-4) : 180-184.
- DESPAX, R. 1951. Plécoptères in *Faune de France*, tome 55 : 180 pp. Lechevalier, Paris.
- GAUTHIER, J. 1995. Recherche des facteurs de répartition des invertébrés benthiques sur substrats artificiels dans la Garonne au niveau de Toulouse. Mémoire de Maîtrise, Biologie des Organismes et des Populations, Université Paul Sabatier, 34 pp.
- GRAF, W., U. GRASSER & A. WEINZIERL. 2002. Plecoptera.- Part III, 17 pp. in O. Moog (ed.) : *Fauna Aquatica Austriaca*.- Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

- KHATORI, M. 1989. Suivi spatio-temporel de l'impact de deux violentes pollutions organiques sur le macrobenthos lotique : par une laiterie-fromagerie du Cantal sur l'Arcueil et par l'agglomération toulousaine sur la Garonne. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> Cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse III, 169 pp.
- ILLIES, J. & L. BOTOSANEANU. 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitteilungen der internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, **12** : 57 pp.
- LE DOARÉ, J. & G. VINÇON. 2006. Les Plécoptères de France : inventaire des espèces signalées par départements [Plecoptera]. *Ephemera*, 2005, **7** (1) : 11-43.
- RAVIZZA, C. & P. NICOLAI. 1983. I Plecotteri minacciati di estinzione nella regione italyca. *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, Genova, **115** (4-7) : 70-78.
- REUSCH, H. & D. BLANKE. 1993. Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Eintags-, Stein- und Köcherfliegenarten (Insecta : Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen*, **13** (4) : 129-148.
- SOUBAYA, T. 1995. Evolution à long terme des communautés de macroinvertébrés lotiques de la Garonne dans les environs de Toulouse. Diplôme d'Etudes Approfondies d'Ecologie des Systèmes Aquatiques Continentaux, Université Paul Sabatier, Toulouse III, 43 pp + annexes.
- THOMAS, A. 1994. La biodiversité des Ephémères, Plécoptères et Trichoptères en région toulousaine et ses enseignements sur l'avenir bioécologique. Conférencier invité, Meeting annuel de la Société Entomologique de France, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- THOMAS, A. et M. KHATORI. 1989. Evolution à long terme des communautés de Plécoptères et de Coléoptères Elmidae dans la Garonne près de Toulouse. Meeting Annuel de la Société Entomologique Suisse : Ecole Polytechnique de Zurich.
- THOMAS, A. & M. KHATORI. 1990. Long term evolution of Plecopteran and Coleopteran Elmidae communities in the Garonne river near the city of Toulouse, France. 38<sup>th</sup> Annual Meeting of the North American Benthological Society, Blacksburgh, Virginia. Abstract n° 257 in *Bulletin of the North American Benthological Society*, **7** (1) : 125.
- THOMAS, A. & M. KHATORI. 1993. Un exemple de la diversité entomologique pour caractériser l'évolution bioécologique à long terme de la Garonne à Toulouse. "Les insectes et la biodiversité", Ecole Polytechnique de Paris.
- THOMAS, A., N. THOMAS & M. KHATORI. 1992. Ephemeroptera as bioindicators compared to other lotic insects over long term evolution in the Garonne river near Toulouse (South Western France). 7<sup>th</sup> International Conference on Ephemeroptera, Orono, Maine, USA.
- WEINZIERL, A. 1992. Rote Liste gefährdeter Steinfliegen (Plecoptera) Bayerns. *Schriftenreihe des Bayerisches Landesamt für Umweltschutz*, **111** : 80-82.
- ZWICK, P. 1984. Rote Liste der Steinfliegen (Plecoptera), pp 115-116 in : Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. *Naturschutz Aktuell*, **1**, J. Blab, E. Nowak, W. Trautmann & H. Sukopp (eds), 4e édition. Kilda-Verlag.
- ZWICK, P. & A. WEINZIERL. 1995. Reinstatement and revision of genus *Besdolus* (Plecoptera : Perlodidae). *Entomologica Scandinavica*, **26** (1) : 1-16.

(paru en avril 2006)