



THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES

Essai d'utilisation d'insectes adultes pour évaluer la qualité d'un milieu aquatique : la Meuse

Lejeune, Dominique

Award date:
1987

Awarding institution:
Universite de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



FACULTÉS UNIVERSITAIRES N.D. DE LA PAIX
NAMUR
FACULTÉ DES SCIENCES

Essai d'utilisation d'Insectes
adultes pour évaluer la qualité d'un
milieu aquatique : la Meuse

Mémoire présenté pour l'obtention du grade
de Licencié en Sciences
biologiques
par

LEJEUNE Dominique
1986-1987

Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix

Faculté des Sciences

rue de Bruxelles 61, B-5000 NAMUR

Tél. 081-22.90.61

Télex 59222 facnam-b

Téléfax 081-23.03.91

**Essai d'utilisation d'Insectes adultes pour évaluer la qualité
d'un milieu aquatique : la Meuse**

LEJEUNE Dominique

Résumé.

Dans le but de caractériser la qualité du milieu, une campagne de piégeage systématique des Insectes au piège lumineux a été réalisée en trois stations de la Meuse, d'avril à juillet 1987. Les mauvaises conditions météorologiques durant cette période ont fortement affecté les captures. malgré cela, l'analyse de la communauté récoltée, surtout des Trichoptères, permet de déceler tout en confirmant l'altération des eaux de la Meuse entre Dinant et Andenne.

Des solutions sont envisagées pour améliorer la technique.

Abstract.

In order to characterize its water quality, a systematic sampling campaign was carried out on Insects in 3 sites of the Meuse River by means of light traps, from April to July 1987. Particularly bad weather conditions at that time strongly affected the results. In spite of this, the analysis of the community, especially Trichoptera, allowed us to record and confirm the alteration of the river between Dinant and Andenne.

Solutions were also proposed to improve the technique.

Mémoire de licence en Sciences Biologiques

Septembre 1987

Laboratoire Ecologie des Eaux Douces

Promoteur : Prof. J.-C. MICHA

ERRATA

D. Lyneux

Page 6, § 1.1.6. dernière ligne, lire....ont été signalés en Meuse par STROOT (1986).

Page 9, dernière ligne, 133 pour les mâles et femelles et de 233 pour les femelles...

Lire 133 pour les mâles et de 233 pour les femelles...

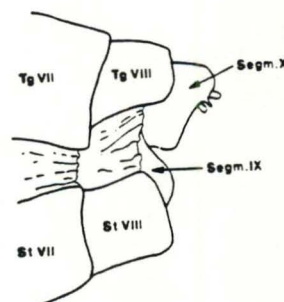
Page 11, 5ème ligne, on distingue habituellement une dizaine de segments très modifiés, et des appendices inférieurs et supérieurs (fig. 15).

Lire ...un dixième segment très modifié...(fig. 15a-15b).

Fig. 16 ci-joint

Génitalia de femelles d'Hydropsyche

Tg VII : Tergite du 7ème segment abdominal
 Tg VIII : Tergite du 8ème segment abdominal
 St VII : Sternite du 7ème segment abdominal
 St VIII : Sternite du 8ème segment abdominal
 Segm. IX : 9ème segment abdominal
 Segm. X : 10ème segment abdominal



Page 16, 7ème ligne, ...habitat de l'utilisateur. Lire ...habilité de...

Page 17, 4ème ligne, supprimer fig.17

Page 18, 6ème ligne, Lire les gains d'amont compensent les pertes d'aval.
 § 1.3.1.4. 14ème ligne, Lire ...pour leur émission de radiations lumineuses riches en U.V.

Page 28, § 1.4.2.1., 7ème ligne, ...des réactions météorologiques...
 Lire ...des conditions météorologiques...

Page 29, 5ème ligne,celui de Rhyacophila minosa... Lire ...du Trichoptère Rhyacophila minosa...

Page 30, § 1.4.2.4., 13ème ligne, Cet auteur ne trouve aucune... Lire Cet auteur ne trouve toutefois aucune....

§ 1.4.2.5., 6ème ligne, ...peu important en région tropicale.
 Lire ...peu important en région tempérée.

Page 32, § 1.4.3.2., 6ème ligne, *Heptagenis sulphurea* lire *Heptagenia sulphurea*
 8ème ligne, *Baetis fuscicollis* lire *Baetis fuscatus*
Caenis macrus lire *Caenis macrura*
 9ème ligne, *Caenis luctrosalis* lire *Caenis luctuosa*
Stractoviella risi lire *Stractobiella risi*

Page 38, 8ème ligne, Ces stades abordent... Lire Ces études

Page 55, 11ème ligne, dans le tableau IV lire dans le tableau XIV
 13ème ligne, ...d'abondance et hydrologiques puissent être mises en relations avec les conditions météorologiques.
 lire ...d'abondance puissent être mises en relation avec les conditions météorologiques et hydrologiques

Page 70, 12ème ligne, ...27 taxons de Trichoptères (4 familles)
 lire ...27 taxons de Trichoptères (11 familles)

Au terme de ce mémoire, je tiens à exprimer ma reconnaissance à Monsieur le Professeur J.-C. Micha pour m'avoir accueillie dans son laboratoire et pour les conseils judicieux qu'il a su me fournir.

Je remercie très sincèrement Monsieur Stroot, qui par sa compétence, sa disponibilité et ses conseils m'a guidée durant tout ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à tous les membres du laboratoire d'Ecologie et plus particulièrement à Yves Mines pour son aide technique. Je veux encore remercier Carmen pour la dactylographie de ce mémoire.

J'exprime toute ma gratitude à l'Office de la Navigation, à tout le personnel de la centrale hydroélectrique d'Andenne - SO-CO-LIE et au centre météorologique de Saint-Hubert pour leur collaboration et leur disponibilité.

Je ne puis oublier tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Je leur en suis reconnaissante

Enfin je tiens à remercier mes parents pour le soutien qu'ils m'ont apporté durant ces quatre années d'études.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

	1
1.1. Les insectes aquatiques	3
1.1.1. Les Odonates	3
1.1.2. Les Ephéméroptères	4
1.1.3. Les Plécoptères	4
1.1.4. Les Hétéroptères	5
1.1.5. Les Planipennes	5
1.1.6. Les Mégaloptères	6
1.1.7. Les Coléoptères	6
1.1.8. Les Diptères	7
1.1.9. Conclusion	7
1.2. Les Trichoptères	8
1.2.1. Systématique - généralités	8
1.2.2. L'imago - Diagnose et identification	8
1.2.2.1. Diagnose	8
1.2.2.2. Critères d'identification	9
1.2.2.2.1. Les éperons. Les tibias et la formule calcaréenne	9
1.2.2.2.2. Les structures cephaliques	10
1.2.2.2.3. Le mésonotum	10
1.2.2.2.4. Les structures alaires	10
1.2.2.2.5. Les genitalia	11
1.2.3. Cycle de vie	11
1.2.4. Vol des imagos	13
1.2.5. Le rapport des sexes	14
1.2.6. Conclusion	15
1.3. Echantillonnage des insectes aériens	16
1.3.1. Méthodes	16
1.3.1.1. La capture directe	16
1.3.1.2. Les pièges adhésifs	16
1.3.1.3. Les pièges à emergence	17

1.3.1.4. Les pièges lumineux	18
1.3.1.5. Les autres pièges	20
1.3.2. Discussions	20
1.4. Facteurs susceptibles d'influencer la capture des insectes adultes	22
1.4.1. Paramètres agissant sur le développement des populations larvaires	22
1.4.1.1. Facteurs morphologiques et hydrologiques du cours d'eau	22
1.4.1.1.1. Vitesse du courant	22
1.4.1.1.2. Substrat	23
1.4.1.1.3. Débit - variations de débit et autres facteurs hydrologiques	23
1.4.1.2. Facteurs physico-chimiques de l'eau	23
1.4.1.2.1. La température	23
1.4.1.2.2. L'oxygène dissous	24
1.4.1.2.3. Minéralisation	24
1.4.1.2.4. Substances organiques	25
1.4.1.2.5. Acidité	25
1.4.1.2.6. Autres substances chimiques	25
1.4.1.2.7. Lumière	26
1.4.1.3. Facteurs biotiques - Relations interspécifique et intraspécifique	26
1.4.1.4. Autres facteurs de répartition	27
1.4.1.4.1. Mobilité et habitats voisins	27
1.4.1.4.2. Dérive	27
1.4.2. Paramètre agissant sur l'émergence	28
1.4.2.1. La température	28
1.4.2.2. Lumière et longueur du jour	29
1.4.2.3. Le débit	29
1.4.2.4. Les cycles lunaires	30
1.4.2.5. Discussion et conclusion	30
1.4.3. Paramètres agissant sur le vol des imagos	31
1.4.3.1. Température de l'air	31
1.4.3.2. Les vents	32
1.4.3.3. Pression atmosphérique	32
1.4.3.4. Humidité relative - Précipitation	33
1.4.3.5. Nébulosité	33
1.4.3.6. Discussion et conclusion	34
1.4.4. Paramètres agissant sur les captures	34
1.4.5. Conclusions	35

1.5. Utilisation de bioindicateurs en milieu aquatique	36
1.5.1. Introduction	36
1.5.2. Approches biocénotiques	36
1.5.3. Bioindicateurs proprement dit	37
1.5.4. Les insectes adultes comme indicateurs de la qualité des eaux	38
1.6. Conclusion	39

II. MATERIEL ET METHODES 41

2.1. Choix méthodologique	41
2.1.1. Objectif et démarche	41
2.1.2. Choix des stations	41
2.1.3. Piègeage	41
2.1.4. Schéma expérimental et interprétation	42
2.2. Description du milieu et des stations	43
2.2.1. La Meuse	43
2.2.2. Description et localisation des stations	44
2.2.2.1. Dinant	45
2.2.2.2. Tailfer	45
2.2.2.3. Andenne	45
2.2.2.4. Comparaison	46
2.3. Description et disposition des pièges	47
2.3.1. Piège lumineux	47
2.3.2. Piège à glu	48
2.3.3. Piège de WARD	48
2.4. Eléments d'analyse et interprétation des résultats	49
2.4.1. Identification du matériel	49
2.4.2. Données faunistiques	49
2.4.3. Données météorologiques et hydrologiques	49
2.4.4. Indices de diversité	53

III. RESULTATS	54
3.1. Approches biocénétique	54
3.1.1. Evolution des captures	54
3.1.1.1. Piège lumineux	54
3.1.1.2. Piège à glu	54
3.1.1.3. Discussion	55
3.1.2. Comparaison qualitative	56
3.1.2.1. Les stations	56
3.1.2.2. Les méthodes de piégeage	56
3.1.3. Comparaison par utilisation d'indices	57
3.1.3.1. Les stations	57
3.1.3.2. Les méthodes de piégeage	58
3.1.4. Conclusion	59
3.2. Les Trichoptères	60
3.2.1. Evolution des captures	60
3.2.2. Comparaison qualitative	61
3.2.2.1. Les stations	61
3.2.2.2. Les méthodes de piégeage	64
3.2.3. Comparaison par utilisation d'indices	65
3.2.3.1. Les stations	65
3.2.3.2. Les méthodes de piégeage	66
3.2.4. Discussions et conclusions	66
3.3. Note technique sur la durée de piégeage	69
3.4. Discussions et conclusions	70
IV. RESUME ET CONCLUSION	72
BIBLIOGRAPHIE	75
LISTE DES TABLEAUX	97
LISTE DES FIGURES	100
ANNEXES	

INTRODUCTION

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'une étude globale des peuplements d'Invertébrés du fleuve Meuse, et tente dans cette optique, d'établir à partir des données recueillies un bilan global de la qualité biologique actuelle de l'écosystème.

Le nombre d'études concernant les Invertébrés de la Meuse est très restreint. De plus, ces études consistent souvent en un inventaire faunistique plus ou moins complet de la faune benthique des radiers de barrage et de la faune des berges, seuls milieux réellement accessibles à l'échantillonnage (DAMAS, 1939; MEURISSE-GENIN et al, 1987; D'UDEKEM, 1987). Il s'avère donc nécessaire de mettre au point d'autres méthodes d'investigations.

Etant donné les importants problèmes d'échantillonnage du benthos de grosses rivières comme la Meuse, l'utilisation de l'information parfois considérable que constituent les Insectes émergeant de ce milieu pourrait s'avérer intéressante (MALICKY, 1980; CHATARAMONGKOL, 1983); USSEGLIO-POLATERA, 1985).

Parmi ces Insectes adultes, l'ordre des Trichoptères semble présenter, de par sa diversité taxonomique et écologique, les caractéristiques voulues pour fournir de bons indicateurs biologiques de la qualité des eaux.

En effet, les Insectes adultes qui émergent constituent une partie de l'écosystème particulièrement apte tout comme les stades aquatiques qui les précèdent, à intégrer les modifications de l'environnement.

L'objectif de ce mémoire est donc d'envisager et l'étudier la possibilité d'utiliser les Insectes adultes et plus particulièrement les Trichoptères pour caractériser des milieux comme les grosses rivières telle que la Meuse.

Une première partie de ce travail consiste en une approche bibliographique visant à cerner cette méthodologie nouvelle et à en définir les limites principales.

La seconde partie est un essai d'application de cette méthodologie à la Meuse. Pour ce faire, trois stations ont été choisies sur le fleuve, deux en amont de Namur et une troisième, certainement plus altérée en aval.

Les Insectes aquatiques y sont recueillis principalement par piégeage lumineux.

Sur base de données bibliographiques, physico-chimiques et météorologiques, les trois stations choisies sont comparées en fonction de leur faune d'Insectes en général et de Trichoptères en particulier.

Certains aspects méthodologiques liés à l'échantillonnage sont également abordés.

Tableau I : Familles et nombres d'espèces d'Odonates recensés en Belgique (CAMMAERTS, 1979).

Familles	Nombre d'espèces
Calopterygidae	3
Lestidae	6
Platycnemidae	1
Coenagriidae	15
Gomphidae	5
Aeschnidae	10
Cordulegasteridae	2
Corduliidae	6
Libellulidae	20

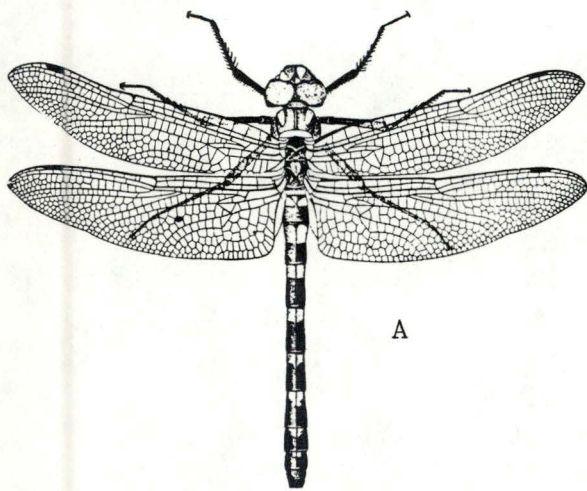


Figure 1a : Imago d'Odonate Anisoptère

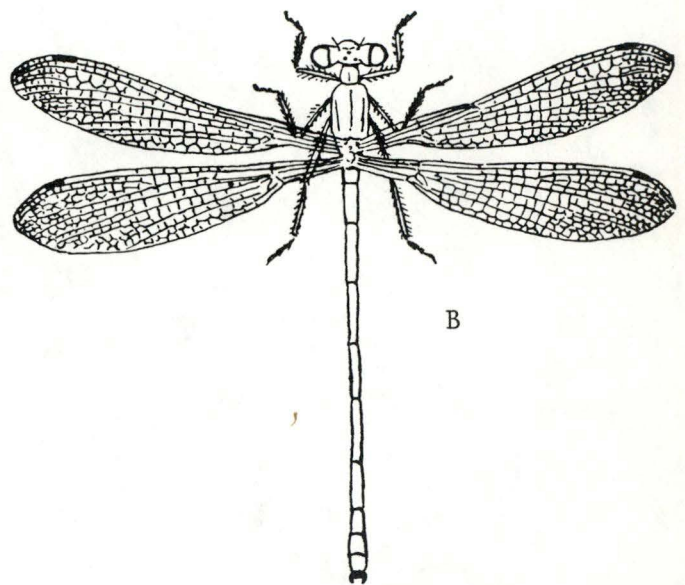


Figure 1b : Imago d'Odonate Zygotère

1. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Les Insectes aquatiques

La classe des Insectes, essentiellement terrestre, s'est développée secondairement en milieu aquatique et principalement en eau douce. Certains groupes se sont entièrement spécialisés au milieu aquatique, d'autres partiellement.

Dans nos régions, parmi les Insectes hémimétaboles, dont les caractères adultes se développent progressivement, trois ordres sont entièrement aquatiques pendant au moins une partie de leur cycle de vie, les Odonates, les Epheméroptères et les Pléocoptères.

Un quatrième ordre, celui des Héteroptères bien qu'essentiellement terrestre, présente certaines familles aquatiques.

Chez les Insectes holométaboles, présentant des métamorphoses complètes, seuls les Trichoptères et le petit ordre des Mégaloptères sont essentiellement aquatiques.

Les autres, Diptères, Coléoptères, Planipennes et Lépidoptères, ne présentent qu'un nombre plus ou moins important de taxons adaptés à la vie aquatique.

Pour la plupart de ces ordres, seuls des stades immatures vivent effectivement dans l'eau. Les adultes et dans certains cas les pupes, sont terrestres ou aériens.

Seuls certains Héteroptères et Coléoptères aquatiques présentent un cycle complet en milieu aquatique.

La diversification de ces groupes ainsi que leurs principales caractéristiques écologiques, notamment relatives à leur cycle de vie et aux milieux occupés, peuvent différer selon les régions.

Nous reprenons ci-dessous, les principales caractéristiques de ces ordres dans nos régions. Les Trichoptères, principal objet de ce travail, seront abordés séparément dans le second chapitre.

1.1.1. Les Odonates

Les Odonates (fig. 1) sont divisés en deux sous-ordres, les Zygoptères (Demoiselles) et les Anisoptères (Libellules) comprenant en Belgique 9 familles et quelques 67 espèces (Tab. I) (CAMMAERTS, 1979). Tous les Odonates ont des larves aquatiques (AGUESSE, 1868). Larves et adultes d'Odonates sont carnivores.

Chez certaines espèces, les oeufs sont déposés dans les tissus des plantes aquatiques, l'ovipositeur servant à pratiquer une incision dans la plante pour y déposer les oeufs (CHINERY, 1976). Mais d'autres espèces, par exemple de la famille des libellulidae, se contentent de disperser les oeufs en survolant la surface de l'eau en y trempant de temps à autre l'extrémité de leur abdomen. La durée de vie d'une larve dépend en grande partie des températures ambiantes et de la nourriture disponible (AGUESSE, 1868; CHINERY, 1976). La plupart des Zygoptères bouclent leur cycle de vie en 1 an et peut-être même plus (CHINERY, 1976).

Tableau II : Familles et nombres d'espèces d'Ephéméroptères recensés en Belgique (LESTAGE, 1928; MARLIER, 1978)

Familles	Nombres d'espèces
Siphonuridae	4
Heptageniidae (syn. Ecdyonuridae)	± 15
Ametropodidae	1
Oligoneuriidae	1
Baetidae	16
Leptophlebiidae	8
Ephemerellidae	3
Caenidae	5-6
Potamanthidae	1
Ephemeridae	3
Polymitarcidae	1
Palingeniidae	1
Isonychiidae	1

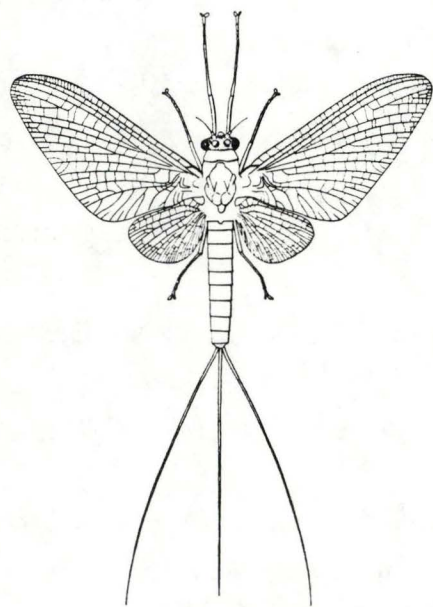


Figure 2 : Imago d'Ephéméroptère (vue dorsale)

La majorité des espèces d'Odonates préfèrent les eaux calmes ou à courant lent. Selon CHINERY (1976), rares sont les mares stagnantes dans lesquelles ne se rencontrent pas des Odonates.

Dans la Meuse, plusieurs genres ou espèces ont été signalés à l'état larvaire : *Gomphus vulgatissimus* (L.), *Somatochlora metallica* (VANDERLINDEN), *Platycnemis*, *Calopteryx* et *Coenagrion* (MEURISSE-GENIN et al, 1987).

1.1.2. Les Ephéméroptères

Les Ephéméroptères (fig. 2) comprennent en Belgique 13 familles (Tab. II).

Certaines espèces d'Ephéméroptères lâchent leurs oeufs dans l'eau soit séparément, soit en masses, d'autres espèces peuvent descendre dans l'eau pour y déposer leurs oeufs sur des plantes aquatiques (CHINERY, 1976). Les Ephéméroptères passent leur vie larvaire dans l'eau. Le développement des oeufs prend de quelques jours à quelques semaines celui des larves plus ou moins un an.

Les larves sont principalement herbivores et subiront entre 20 et 40 mues avant de passer du stade nymphal qui dure rarement plus de 2 ans (ELLIOTT et HUMPECH, 1983).

Les Ephéméroptères subissent une mue supplémentaire après leur émergence. Ils passent alors du stade subimago au stade imago (ELLIOTT et HUMPECH, 1983). La durée de vie de l'adulte aérien est assez réduite (de 1 jour à une semaine selon les espèces). Les Ephéméroptères consacrent cette courte vie aérienne à la perpétuation de l'espèce en s'accouplant et en pondant (MACAN, 1970; ELLIOTT et HUMPECH, 1983).

On rencontre plus souvent les Ephéméroptères dans les eaux calmes claires courantes ou stagnantes que dans les mares contenant beaucoup de déchets organiques. Mauvais voiliers, les adultes ne sont que rarement trouvés dans des endroits éloignés de l'eau (CHINERY, 1976).

En Meuse namuroise, plusieurs genres ou espèces ont été signalés récemment *Ephemera danica* (Müller), *Ephemerella ignita* (Poda) et *Ephemerella major* Klapalek, *Ecdyonurus* sp., *Heptagenia* spp., *Caenis* spp., *Baetis* spp. (MEURISSE-GENIN et al, 1987). *Heptagenia fuscogrisea* (Retzius), *Caenis beskidensis* Sowa (MOL, 1987). En outre, D'UDEKEM (1987) a récolté dernièrement *Baetis vardarensis* Ikonomov, *B. fuscatus*, *B. vernus* Curtis, *B. rhodani* (Pictet), *Caenis macrura* (Stephens), *Epeorus sylvicola* (pictet), *Heptagenia sulphurea* (Müller).

1.1.3. Les Plécoptères

La faune de Belgique comprendrait 62 espèces de Plécoptères (fig. 3 - Tab. 3) (AUBERT, 1956).

Les femelles de Plécoptères survolent la surface de l'eau pour y déposer leurs oeufs. Les larves se développent dans l'eau. La plupart des petites larves sont herbivores et se nourrissent

Tableau III : Familles et nombres d'espèces de Plécoptères recensés en Belgique (AUBERT, 1956; MARLIER, 1978)

Familles	Nombres d'espèces
Perlidae	6
Perlodidae	8
Chloroperlidae	4
Taeniopterygidae	8
Nemouridae	± 16
Capniidae	3-4
Leuctridae	± 10

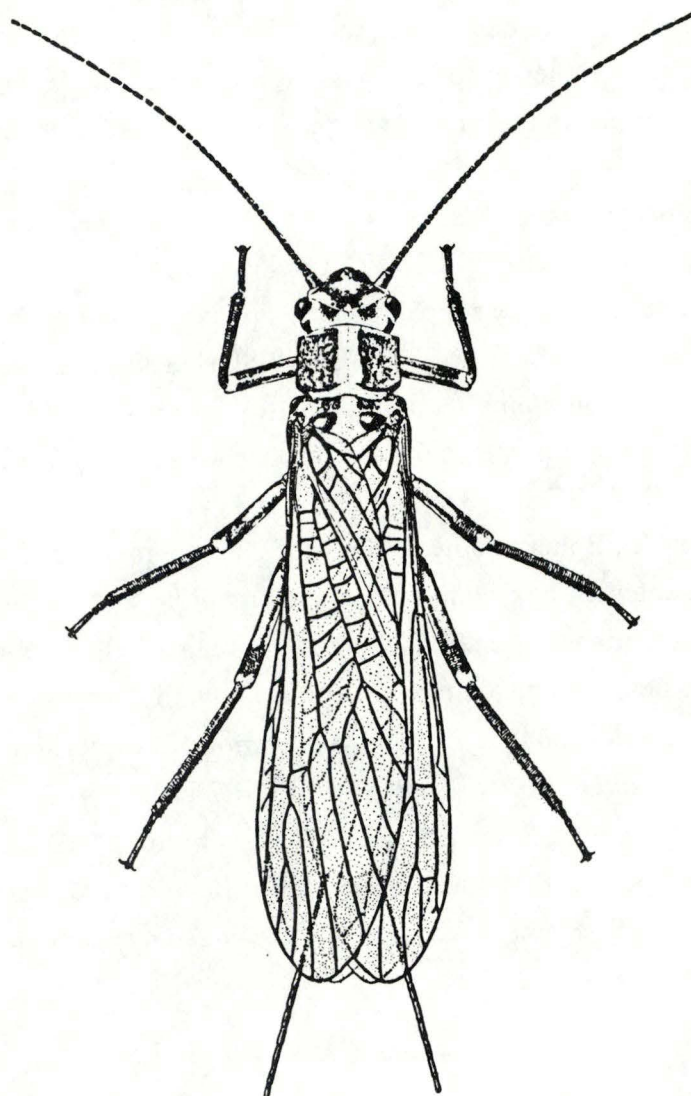


Figure 3 : Imago de Plécoptère

Tableau IV : Familles et nombres d'espèces d'Hétéroptères aquatiques recensés en Belgique
(BOSMANS & DETHIER, 1970)

Familles	Nombres d'espèces
Hydrometidae	1
Gerridae	± 10
Hebridae	2
Mesovellidae	1
Veliidae	4
Nepidae	2
Apnelecheiridae	1
Naucoridae	2
Corixidae	± 30
Notonectidae	6
Pleidae	1

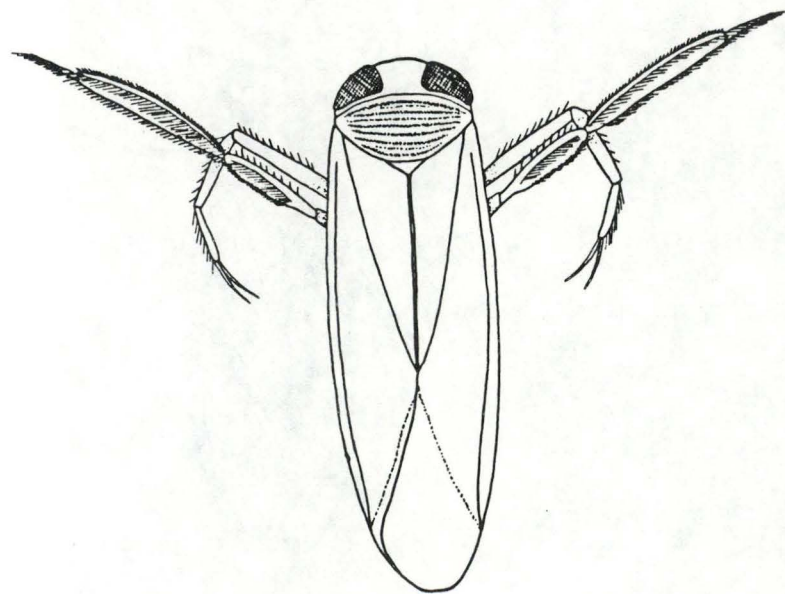
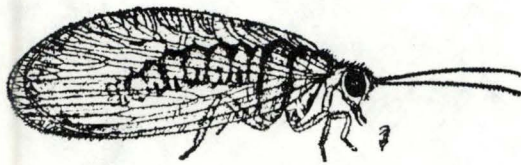
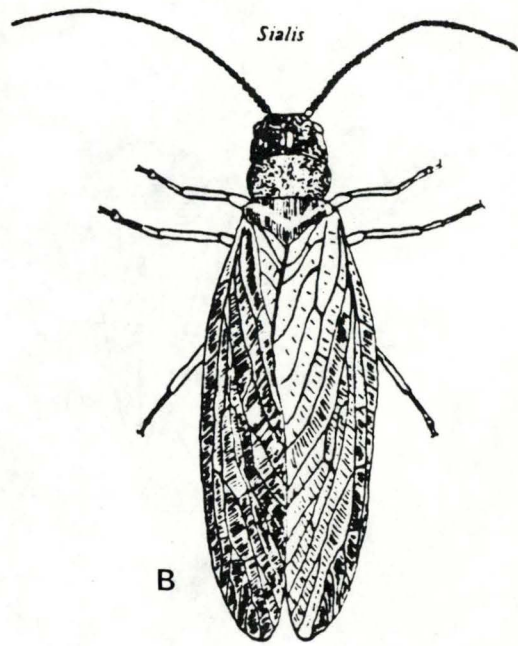


Figure 4 : Adulte d'Hétéroptère aquatique (Corixidae)



A spongilla fly, *Sisyra*

A



Sialis

B

Figure 5 : Adulte de Planipenne (A) et de Mégaloptère (B)

d'algues et de mousses. Les plus grandes sont carnivores.

Les Plécoptères atteignent l'âge adulte après un an, mais le développement des plus grandes espèces peut demander 2 ou 3 ans. C'est par exemple le cas du Perlidae *Dinocras cephalodes* (Curtis), chez qui on a observé jusque 33 mues (CHINERY, 1976).

Pendant les deux ou trois semaines de vie adulte, le Plécoptère vit sur les pierres ou sur la végétation des rives. La plupart des adultes ne s'alimentent pas (CHINERY, 1976). L'accouplement s'effectue sur le sol ou dans la végétation. Les Plécoptères montrent une nette préférence pour les courants moyens à rapides, on en trouve rarement en eau calme. Ils supportent en général très mal la pollution.

MEURISSE-GENIN et al (1987) ont répertorié *Nemoura*, *Leuctra* et *Taeniopteryx nebulosa* (L.) en Meuse belge. D'UDEKEM (1987) y signale également la présence de *Leuctra* cf *fusca* L. et de *Perla marginata* Panzer.

1.1.4. Les Hétéroptères

59 espèces d'Hétéroptères aquatiques (fig. 4) ont été recensées en Belgique (Tab. 4) (BOSMANS et DETHIER, 1978).

Les oeufs peuvent être fixés aux plantes et souvent insérés dans les tissus (CHINERY, 1976). La durée d'incubation est variable : de 2 semaines à plus de 2 mois; ceci dépend essentiellement de l'espèce et de la température ambiante (DETHIER et HAENNI, 1986).

Les larves subissent généralement 5 mues (CHINERY, 1976). Les Hétéroptères aquatiques sont généralement carnivores, bien qu'il existe des groupes phytophages (Corixidae) (MACAN, 1965). Larves et adultes ont essentiellement la même alimentation. Tous deux se nourrissent par succion. Les Hétéroptères aquatiques sont avant tout des Insectes d'eaux stagnantes mais certaines espèces se rencontrent généralement dans les eaux courantes.

Seul *Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius) est régulièrement signalé en Meuse (DAMAS, 1939; MEURISSE-GENIN et al, 1987; D'UDEKEM, 1987). Cette espèce est apparemment limitée en Belgique à la région wallonne (DETHIER et HAENNI, 1986).

1.1.5. Les Planipennes

Sur les 44 espèces européennes de Planipennes (fig. 5a), il y a 2 espèces aquatiques ou semi-aquatiques au stade larvaire en Belgique. Les espèces à larve aquatique ne déposent pas leurs oeufs dans l'eau mais les déposent sur les objets surplombant l'eau. Les larves de Planipennes sont carnivores. Les Planipennes colonisent différents types de milieux. Ainsi les larves de la famille de Sisyridae colonisent les éponges, et celles des Osmylidae sont des larves semi-aquatiques entrant dans l'eau pour s'y nourrir (MARLIER, 1978).

Tableau V : Nombres approximatifs d'espèces aquatiques ou semi-aquatiques de Coléoptères recensés en nos régions (ILLIES, 1967; CHINERY, 1976; RICHOUX, 1982; MOL, 1984).

Familles	Nombres approximatifs d'espèces en nos régions	Espèces supposées aquatiques	Remarques
Gyriniidae	10	Toutes	
Halplidae	15	Toutes	
Dysticidae	100	Toutes	
Elmidae	20	Toutes	
Hygrobiidae	1	1	
Chrysomelidae	(25)	1	
Dryopidae	10	?	
Hydroscaphidae	1	1	
Limnebiidae	5	?	Larves terrestres
Hydrophilidae	> 40	Presque toutes	
Hydraenidae	25	?	Larves terrestres
Hydrochidae	5	?	Larves terrestres
Spercheidae	1	1	
Helophoridae	20	?	
Noteridae	2	2	
Psephenidae	1	?	Adultes terrestres
Helodidae	> 15	?	Adultes terrestres
Curculionidae	Plusieurs centaines	?	
Gyrinidae	17	11	

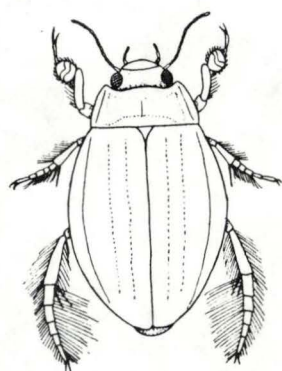


Figure 6 : Adulte de Coléoptère aquatique

Il y a généralement 3 stades larvaires et un stade prénymphal. La nymphose s'effectue toujours au sol même dans le cas des espèces aquatiques (ELLIOTT, 1977).

La plupart des Planipennes ont deux ou même trois générations par an.

1.1.6. Mégaloptères

Parmi les 6 espèces européennes de Mégaloptères (fig. 5b), 3 espèces ont été recensées en Belgique (STROOT, 1986). Ces 3 espèces font partie d'une famille unique, les Sialidae. Les oeufs des espèces aquatiques sont déposés sur des objets surplombant l'eau.

Les larves de Sialidae sont carnivores, ces larves vivent dans la vase au fond des eaux (MARLIER, 1978).

Il y a généralement 3 stades larvaires et un stade prénymphal. La nymphose s'effectue toujours au sol même dans le cas des espèces aquatiques (ELLIOTT, 1977).

Les Sialidae produisent une seule génération par an. *Sialis lutaria* L., *Sialis fuliginosa* F. Pictet et *Sialis nigripes* Ed. Pictet ont été signalés par STROOT (1986).

1.1.7. Les Coléoptères

L'ordre des Coléoptères (Fig. 6) présente un grand nombre d'espèces en Belgique; or, un nombre restreint de ces espèces est adapté au milieu aquatique (RICHOUX, 1982). MOL (1984) recense 348 espèces aquatiques au Pays-Bas. La liste des familles partiellement ou entièrement aquatique dans nos régions, ainsi que le nombre approximatif d'espèces aquatiques dans ces familles sont repris dans le tableau 5.

Les oeufs des coléoptères sont déposés sur des macrophytes ou sur du sédiment. Ils éclosent en 1 à 3 semaines. Le développement larvaire est rapide et comprend 3 stades. La nymphose s'effectue toujours sur un substrat aérien (CHINERY, 1976).

La durée du cycle de vie de la plupart des Coléoptères (Gyrinidae, Haliphidae, Dysticidae, Hydroptilidae) est annuelle (RICHOUX, 1982). Généralement omnivore, le régime alimentaire des stades larvaires et adultes peut changer totalement (CHINERY, 1976). Les Coléoptères semblent avoir colonisé tous les biotopes aquatiques possibles. En effet, ils occupent à la fois les milieux épigés, hypogés eutrophes, oligotrophes, saumâtres et d'eaux douces, de montagnes et de plaines (MARLIER, 1978; RICHOUX, 1982).

En Meuse, MEURISSE-GENIN et al (1987) signalent des Elmidae (*Elmis* spp., *Riolus* spp., *Esolus* sp., *Limnius* sp. *Oulimnius* sp. et *Normandia* sp.), des Dysticidae (*Laccophilus* sp. et *Platambus maculatus* L.) des Hydrophilidae, Helodidae et le Cyprinidae *Oreochilus* sp.

D'UDEKEM (1987) signale également la présence de l'Elmidae *Macronychus quadriluberculatus* P.W.J. Müller.

Tableau VI : Nombres approximatifs d'espèces aquatiques ou semi-aquatiques de Diptères recensés en nos régions (BERTRAND, 1954; ILLIES, 1967; OOSTERBROECK, 1981; MOL, 1984; VANDENEUCKER, 1987)

Familles	Nombres approximatifs d'espèces en nos régions	Espèces supposées aquatiques	Remarques
Blepharicidae	5	Toutes	
Tipulidae	86	± 34	
Glindrotomidae	4	2	
Limoniidae	150	111	
Psychodidae	40	34	
Ptychopteridae	7	Toutes	
Chaoboridae	> 6	Toutes	
Dixidae	12	Toutes	
Culicidae	26	Toutes	
Simuliidae	20	Toutes	
Chironomidae	> 500	Toutes	
Ceratopogonidae	82	Presque toutes	
Thaumaleidae	6	?	Larves hygropétriques
Stratiomyiidae	40	24	
Empididae	180	> 17	Larves semi-aquatiques
Dolichopodidae	230	72	
Tabanidae	31	> 24	
Athericidae	3	Toutes	
Syrphidae	270	54	
Ephydriidae	100	> 25	
Sciomyzidae	50	Presque toutes	
Scatophagidae	40	Peu	
Muscidae	150	Peu	

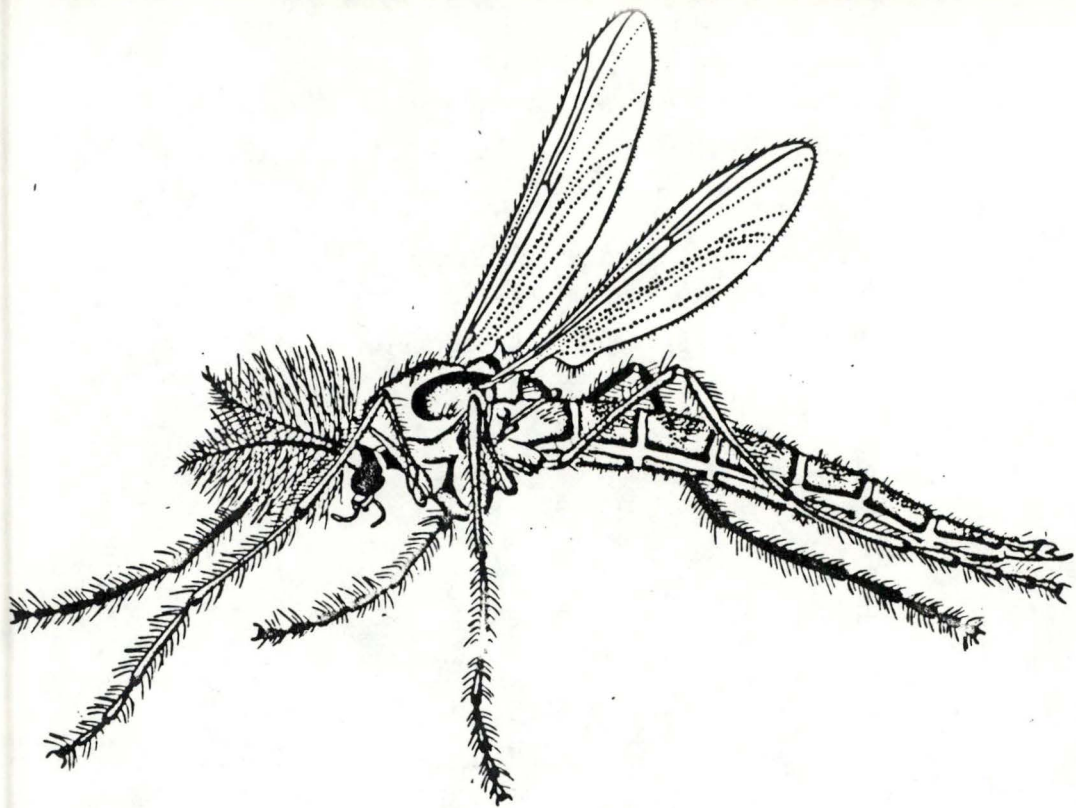
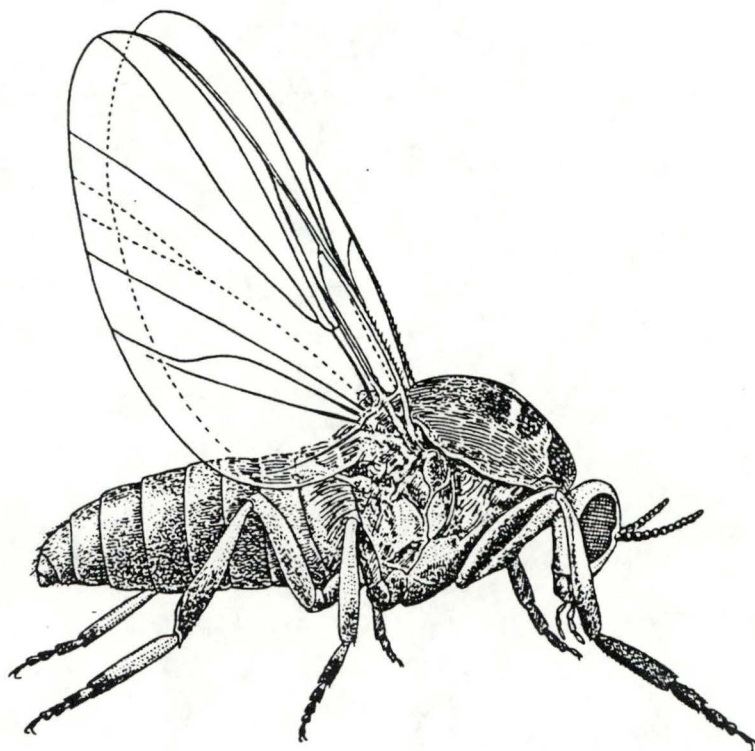


Figure 7 : Imago de Chironomidae (Diptère Nématocère) (vue latérale)



Odagmia ornata (Meig.), ♀.

Figure 8 : Imago de Simulidae (Diptère Nématocère) (vue latérale)

1.1.8. Les Diptères

Le plus important des ordres d'Insectes à familles aquatiques est celui des Diptères.

Cet ordre comprend en nos régions quelques 22 familles au moins partiellement aquatiques ou semi-aquatiques regroupant approximativement 3000 espèces. C'est plus particulièrement dans le sous-ordre des Nematocères que l'on rencontre des larves qui passent leur vie dans les eaux douces. Le principal contingent est fourni par les Chironomidae (Fig. 7) dont les innombrables espèces sont parmi les plus nombreux habitants des eaux.

Il existe d'autres familles importantes de Diptères en milieu aquatique comme les Simuliidae en eau courante (VAN DEN NEUKER, 1985) (fig. 8), les Psychodidae, etc... (Tab. 6).

Toutes les larves de Diptères se nourrissent de substances liquides (MARLIER, 1978), mais leurs moeurs alimentaires et la forme de leurs pièces buccales sont néanmoins très variées.

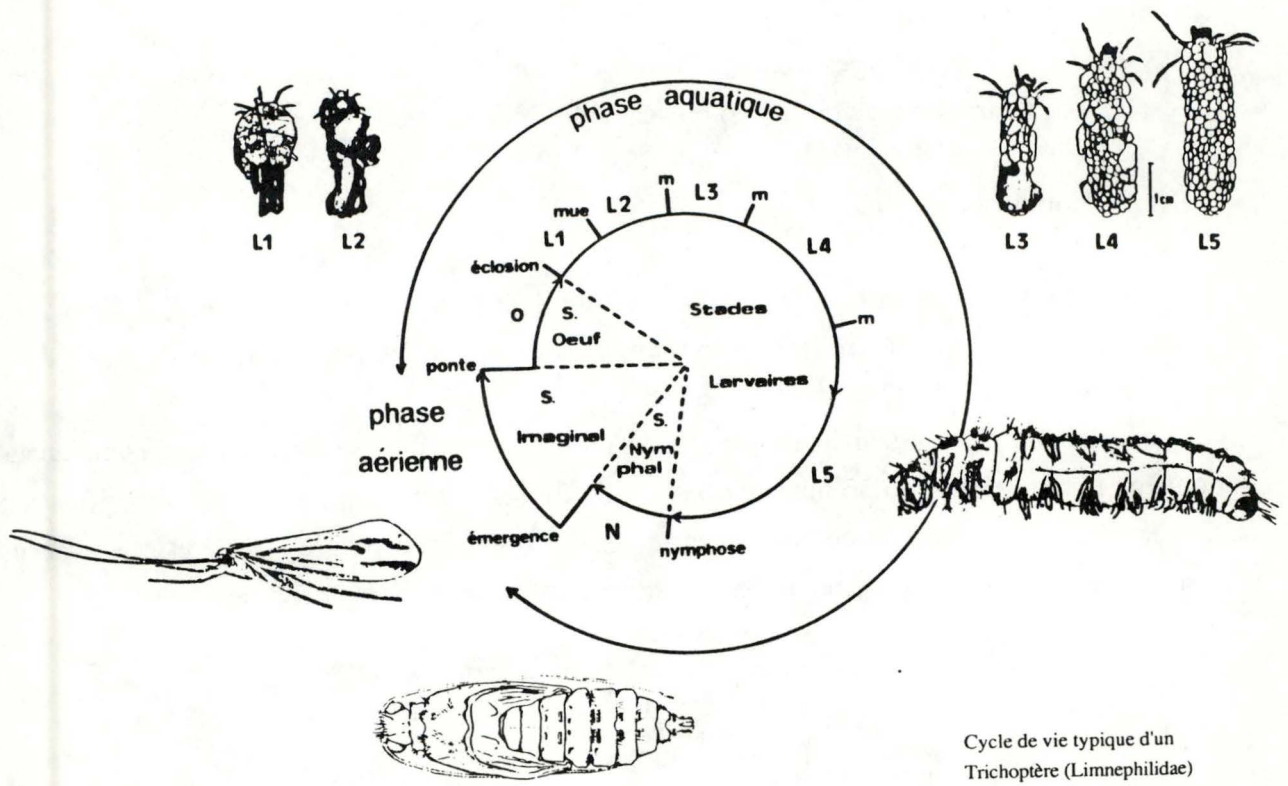
Les moeurs et la forme des larves varient énormément et en fait, aucun autre ordre d'insectes ne peut, sous ce rapport, être comparé aux Diptères (CHINERY, 1976).

Il y en a dans tous les types d'eau, et l'on a pu définir des catégories de biotopes aquatiques par les espèces de Chironomidae qui les colonisent (MARLIER, 1978).

1.1.9. Conclusion

Pour l'ensemble des ordres considérés, il existe déjà plus de 360 espèces en Belgique; ces espèces sont non seulement différentes sur un plan purement taxonomique, mais également caractérisées par une grande diversité écologique.

Il existe donc plusieurs difficultés pratiques pour l'utilisation de l'information contenue dans les données faunistiques comprenant une si grande diversité taxonomique. Une identification spécifique pour l'ensemble de ces ordres et une définition de l'écologie de toutes ces espèces paraissent irréalisables principalement si cette étude est menée par un seul chercheur.



Cycle de vie typique d'un Trichoptère (Limnephilidae)

Figure 9 : Les 4 phases du développement des Trichoptères

1.2. Les Trichoptères

1.2.1. Systématique - généralités

Les Trichoptères apparentés aux Lépidoptères dérivent comme eux des Mécoptères primitifs (HICKIN, 1967).

Selon SCHMID (1984), l'ordre des Trichoptères comprendrait quelques 50000 espèces.

Ils sont présents sur tous les continents, mais sont particulièrement bien représentés en Asie du Sud-Ouest (40000 espèces, selon SHMID, 1984). L'Europe semble constituer du moins pour les Trichoptères rhéophiles une entité zoogéographique à part entière (MALICKY, 1983). HIGLER (1981) répertorie en Europe 35 familles comprenant 5546 espèces. En Belgique, STROOT (1985, 1986) en répertorie 201 espèces, appartenant à 18 familles.

Les Trichoptères colonisent tous les types de milieux aquatiques. Ceci explique en partie leur essor si important.

Les Trichoptères sont holométaboles, leur développement comprend 4 phases (fig. 9) :

- le stade oeuf,
- les stades larvaires, au nombre de 5 ou plus, caractérisés par la recherche de nourriture,
- le stade nymphal, immobile,
- le stade adulte, dominé par 2 impératifs, l'accouplement et la ponte.

1.2.2. L'imago : Diagnose et identification

Une brève description morphologique des Trichoptères semble utile avant d'aborder les principaux caractères d'identification.

1.2.2.1. Diagnose

Les Trichoptères présentent de grandes similitudes de facies avec certains Lépidoptères Hétéroptères (papillons "nocturnes").

Plusieurs caractères permettent cependant de les distinguer facilement.

La différence principale est la structure des pièces buccales (fig. 10);

l'appareil buccal (de type suceur - lècheur) du Trichoptère est une régression des mandibules et forme un complexe maxillo-labial ou haustellum (FAESSEL, 1985).

Les maxilles restent normales, non transformées en trompe suceuse comme chez les Lépidoptères. Cependant cette trompe peut faire défaut chez certains Lépidoptères primitifs qui pourraient donc, à partir de ce seul critère, être confondus avec des Trichoptères (les Lépidoptères présentent toujours des palpes réduites).

Toutefois, il existe d'autres critères de diagnose.

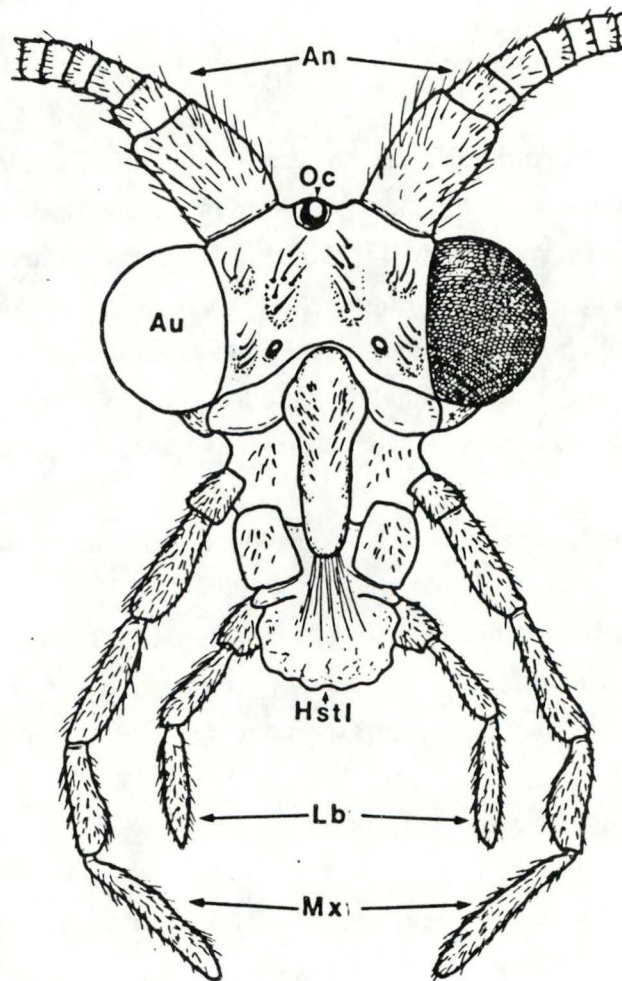


Figure 10 : Tête de Trichoptère adulte (Limnephilidae) (TOBIAS & TOBIAS, 1981)

Au : Oeil

Oc : Ocelle

An : Antennes

Hstl : Haustellum (complexe maxillo-latéral)

Lb : Palpes labiaux

Mx : Palpes maxillaires

D'une façon générale sur les ailes des Trichoptères -c'est l'origine de leur nom- existe un revêtement dense de poils et non d'écaillés (comme les Lépidoptères).

Les Trichoptères se distinguent aussi par leurs antennes: elles sont longues, grêles, jamais élargies à l'apex : elles ne sont pas non plus pectinées, parfois à peine denticulées.

1.2.2.2. Critères d'identification

Parmi les nombreux critères utilisables pour l'identification des Trichoptères, certains permettent plus particulièrement la distinction des familles, des genres ou des espèces.

Ainsi, la clé dichotomique établie par KIMMINS (1966, in MACAN et al, 1973) est essentiellement basée sur la morphologie du 5ème segment des palpes maxillaires.

D'autres auteurs comme MALICKY (1983) se basent à la fois sur la formule calcaréenne (cf. ci-dessous), sur la présence ou l'absence d'ocelles et, chez les mâles, sur le nombre des articles des palpes maxillaires. Actuellement, la reconnaissance des espèces se base en grande partie sur les génitalia.

Ci-dessous suit la description des principaux critères d'identification et pour chacun de ces critères, le niveau d'identification pour lequel il est le plus souvent utilisé.

1.2.2.2.2. Les éperons des tibias et la formule calcarienne

Les tibias des Trichoptères présentent des structures particulières : les éperons (fig. 11). Il s'agit de structures allongées, nettement plus longues et plus robustes que les soies et les épines qui recouvrent les pattes. Ils sont généralement de couleur claire, contrairement aux épines éventuelles (abondantes dans 2 familles : Limnephilidae et Phrygannidae) . Leur nombre varie de 0 à 4 éperons par tibia, selon la position de la patte et le taxon. On observe un maximum de 2 éperons distaux et 2 intermédiaires. Une réduction du nombre se manifeste toujours d'abord par les éperons intermédiaires des pattes antérieures, les pattes intermédiaires et postérieures ont toujours au moins un éperon.

Il est possible de caractériser une famille ou un genre d'après le nombre d'éperons de chaque tibia ou formule calcarienne.

Chez les Rhyacophididae par exemple, il y a 3 éperons aux tibias antérieurs et 4 aux tibias méso et métathoraciques. La formule calcaréenne sera donc 344.

Il existe toutefois une certaine variabilité pour d'autres groupes comme chez les Limnephilidae. C'est ainsi qu'au sein du genre *Drusus*, on observe même un nombre différent d'éperons pour les mâles et les femelles d'une même espèce, voire même entre les individus d'une même population.

Par exemple, chez *Drusus annulatus* Stephens, la formule calcaréenne est habituellement de 133 pour les mâles et femelles et de 233 pour les femelles, mais elle peut aussi être de 033 pour les

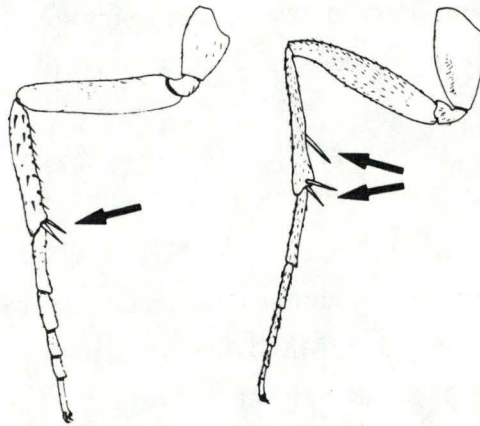


Figure 11 : Eperons des tibias (TOBIAS & TOBIAS, 1981)

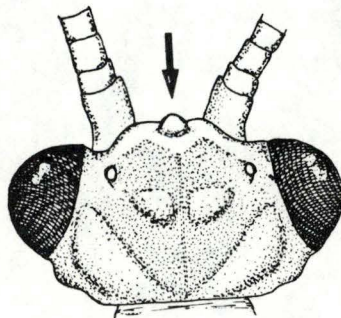


Figure 12a : Ocelles (Ext. TOBIAS & TOBIAS, 1981).

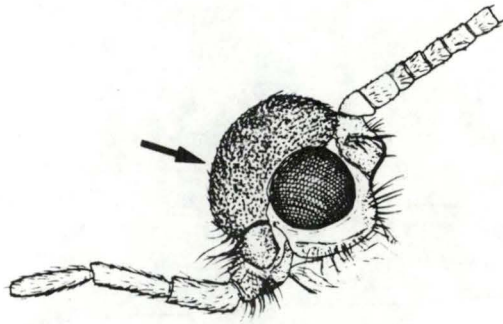


Figure 12b : Palpes de Sericosmatidae mâle (Ext. TOBIAS & TOBIAS, 1981)

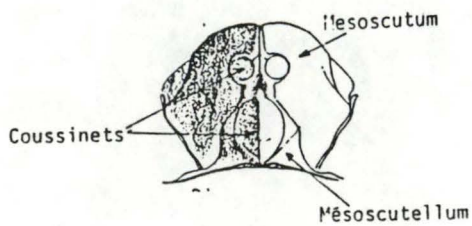


Figure 13 : Le mesonotum en vue dorsale (Ext. MACAN, 1973)

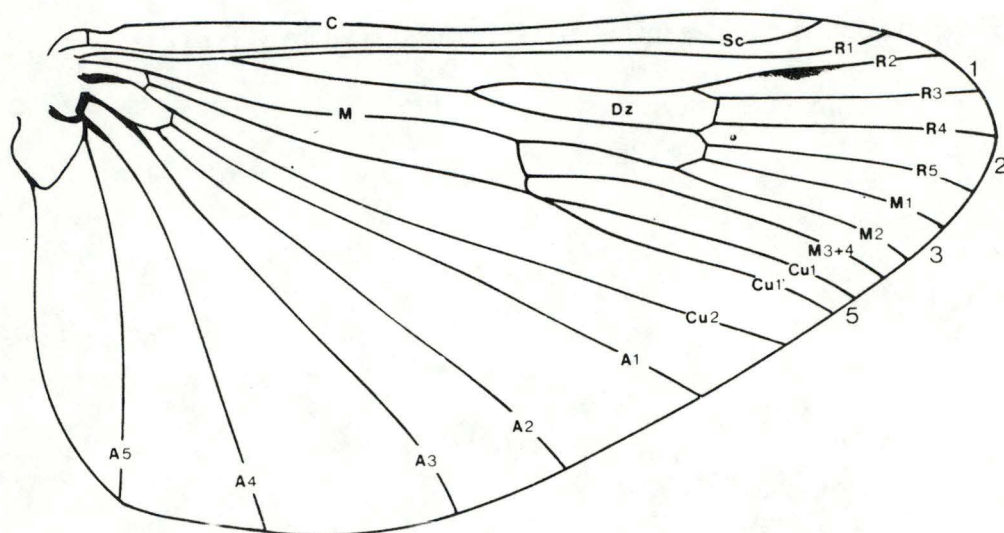
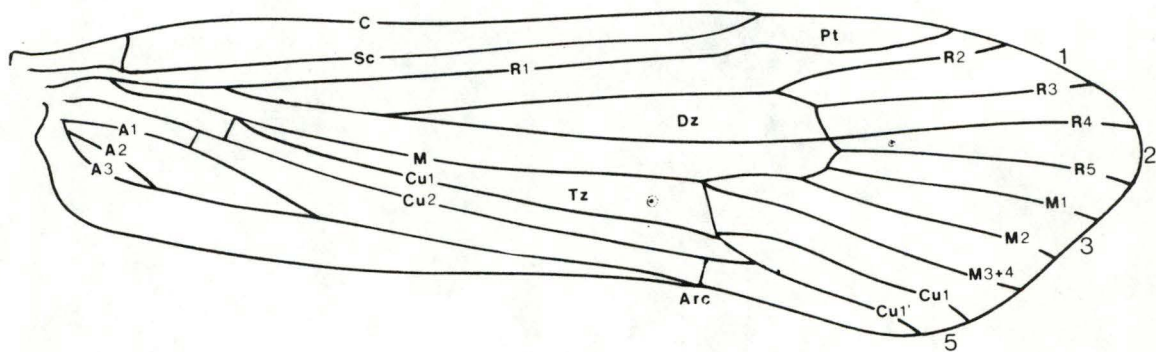


Figure 14 : Les structures alaires de Limnephilidae (Ext. TOBIAS & TOBIAS, 1981)

A : Anale; C : Costale; Cu : Cubitale; Dz : Cellule discoïdale; M : Médiale; Pt : Ptérostigma; R : Radiale; Sc : Subcostale; Tz : Cellule thyridiale; 1 à 5 : Numéros des fourches apicales.

mâles (MALICKY, 1983). Ce qui fait un total de 3 formules calcaréennes différentes pour la même espèce.

1.2.2.2.2. Les structures céphaliques

Les ocelles : Les ocelles sont de petites structures réfringentes. Les ocelles peuvent être présents ou absents. Par leur réfringence, ils sont toujours bien visibles lorsqu'ils sont présents. La présence ou l'absence d'ocelles est un excellent critère d'identification des familles ou des genres (Fig. 12a).

Les palpes maxillaires : le nombre d'articles de palpes, leur forme et leur longueur relative constituent un des critères essentiels pour distinguer des familles de Trichoptères.

Les palpes maxillaires des femelles sont toujours composées de 5 articles. Les mâles en comportent selon les familles entre 1 à 5 articles. Les mâles de certaines familles possèdent des palpes maxillaires très modifiées comme par exemple les palpes recouvrant la face des mâles de Sericostomatidae (fig. 12b).

Les antennes : leur longueur par rapport au corps, la longueur des articles, et plus particulièrement du premier article constituent également un caractère taxonomique intéressant, permettant de distinguer divers familles et genres de Trichoptères. C'est par exemple grâce à ce critère que l'on distingue les familles de Goeridae et Psychomyidae.

1.2.2.2.3. Le mesonotum

Le mesonotum comporte deux parties : le mesonotum proprement dit et le mesoscutellum (fig. 13). Ces deux structures peuvent porter ou non des "coussinets", au maximum une paire par structure.

1.2.2.2.4. Les structures alaires

Pour les nervations alaires des Trichoptères, la terminologie utilisée est basée sur le repérage des nervures, fourches, cellules (fig. 14).

Ces structures sont parfois difficiles à distinguer surtout chez les petits Trichoptères. Mais une observation sur fond noir permet de minimiser ce problème.

Les structures alaires ne sont pas toujours fiables, il faut tenir compte non seulement des variations géographiques, mais aussi des possibilités de variations individuelles. Toutefois, dans certaines familles, comme par exemple les Polycentropodidae, elles permettent une distinction aisée des genres.

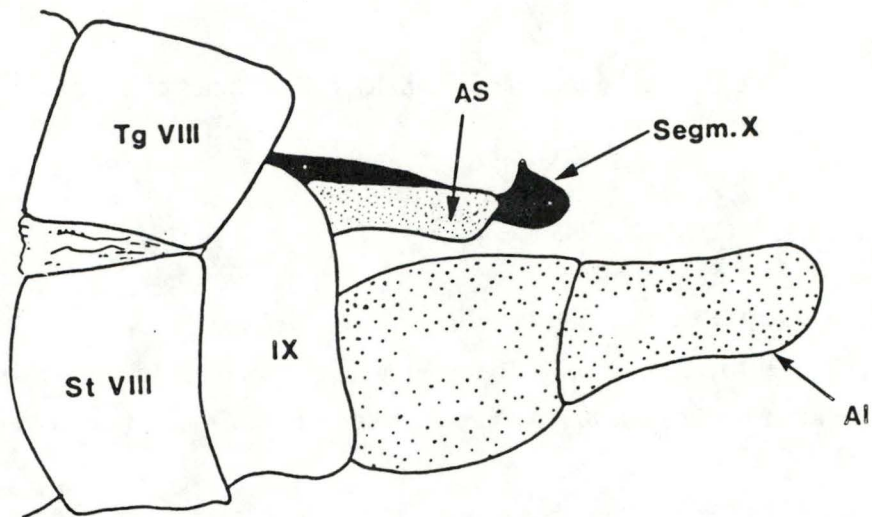


Figure 15 : Genitalia en vue latérale (TOBIAS & TOBIAS, 1981)

Tg VIII : Tergite du 8ème segment abdominal

St VIII : Sternite du 8ème segment abdominal

IX : 9ème segment

AS : Appendice supérieur

AI : Appendice inférieur

Segm.X : 10ème segment abdominal

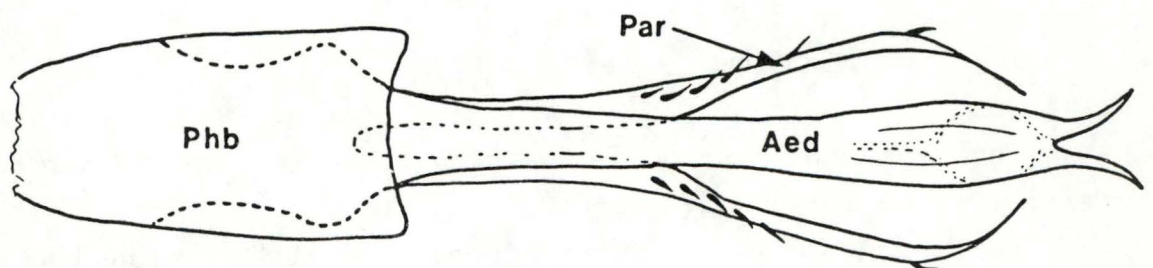


Figure 16 : Organe copulateur (Phallus) de Limnephilidae en vue ventrale (TOBIAS & TOBIAS, 1981) (**Aed** : Aedeogus; **Par** : Paramères; **Phb** : Phallobase)

1.2.2.2.5. Le genitalia

La structure du génitalia (fig. 15-16) sert principalement à la détermination spécifique (MALICKY, 1983). Pour rester tout à fait général, nous dirons que les génitalia mâles sont constitués d'une série de pièces de formes et de structures variées (d'où leur intérêt pour la détermination des espèces) généralement proéminentes, parmi lesquelles on distingue habituellement une dizaine de segments très modifiés, et des appendices inférieurs et supérieurs (fig. 15).

Les femelles par contre, ont souvent des génitalia avec des pièces de petite taille et peu proéminentes (en partie internes) (fig. 16). L'observation des armatures copulatrices peut demander certaines manipulations préalables, notamment la dissection ou la digestion à l'hydroxyde de potassium (MARLIER, 1978; MALICKY, 1983).

Tout comme pour d'autres structures, les génitalia doivent être observés avec beaucoup de prudence, il n'est pas rare d'observer des variations géographiques et individuelles.

De plus, dans un bon nombre de familles et de genres, les femelles sont inconnues ou décrites de façon incomplète. Des chercheurs essayent alors avec beaucoup de prudence de les associer aux mâles avec lesquels elles ont été capturées. Par exemple dans le cas des *Hydropsyche*, si important pour les études écologiques, c'est la meilleure chose que l'on puisse faire (MALICKY, 1983). Chez quelques espèces de Trichoptères, les mâles sont inconnus. Quelques *Apatania* (Limnephilidae) sont parthénogénétiques (SCHMID, 1953).

1.2.3.1. Cycle de vie

Les Trichoptères présentent une certaine diversité dans leur cycle de vie. Toutefois, sous nos latitudes, leur cycle de vie est généralement annuel c'est-à-dire que le développement des Trichoptères, avec ses 4 phases, s'effectue en un an - ou encore que les Trichoptères présentent une seule génération par an.

Dans le cas d'une génération annuelle, le stade oeuf dure de 1 à 3 semaines, sauf cas de diapause hivernale. Les stades larvaires au nombre de 5, parfois 6 (chez les Glossosomatidae) ou 7 (chez les Sericostomatidae), durent de 9 à 10 mois, le stade nymphal 1 mois, le stade imaginal de quelques semaines à quelques mois, pour ceux qui présentent une diapause imaginale (notamment des Limnephilidae du groupe *Stenophylax* (BOUVET, 1978).

Comme il apparaît donc, c'est sous la forme larvaire que les Trichoptères passent le plus grande partie de leur existence. C'est également la phase la plus active du cycle, une phase de nutrition et de croissance, chaque stade étant séparé par une mue. C'est donc durant leur phase larvaire que les Trichoptères ont le plus d'importance pour l'écosystème et sont de ce fait les plus intéressants d'un point de vue écologique.

Tableau VII : Tableau récapitulatif pour les diverses familles de Trichoptères le type de construction larvaire, le milieu et le régime alimentaire.

Familles (nombre spp. belges)	Construction larvaire	Milieu	Régime alimentaire
RHYACOPHILIDAE (10)		Eaux courantes	Carnivore
GLOSSOSOMATIDAE (7)	Fourreau hémisphérique	Eaux faiblement courantes	Herbivore brouteur de substrat (Diatomées)
HYDROPTILIDAE (14)	Fourreaux divers, originaux	Tous types d'eaux, surtout stagnantes	Herbivore suceur (algues filamenteuses)
PHILOPOTAMIDAE (7)	Tube de soie	Eaux courantes	Omnivore filtreur
HYDROPSYCHIDAE (12) 13	Filet de soie + retraite	Eaux courantes	Omnivore filtreur + broyeur
POLYCENTROPODIDAE (12)	Filet de soie + galerie	Eaux stagnantes ou peu courantes (zones calmes)	Carnivore
PSYCHOMYIDAE (8)	Galerie de soie	Eaux stagnantes ou peu courantes ; parfois hygro-pétricoles	Herbivore brouteur de substrat
ECNOMIDAE (2)	Galerie ou filet de soie ?	Eaux stagnantes ou peu courantes	Herbivore brouteur de substrat ?
PHRYGANEIDAE (9)	Fourreau végétal, souvent spiralé	Eaux stagnantes	Surtout carnivore. Quelques herbivores broyeurs stricts
BRACHYCENTRIDAE (6)	Fourreaux divers : -en sécrétion uniquement ; -de fines particules minérales ; -végétaux, alors de section quadrangulaire	Eaux courantes ; associés aux Bryophytes	Omnivore ?
LIMNÉPHILIDAE (62)	Fourreaux divers, végétaux ou minéraux, jamais uniquement secrétés	Tous types d'eaux, 1 sp. terrestre	Diversifié : -Herbivore broyeur strict -Herbivore brouteur de substrat -Omnivore ou détritivore
GOERIDAE (6)	Fourreau minéral lesté latéralement	Eaux courantes	Herbivore brouteur de substrat
LEPIDOSTOMATIDAE (3)	Fourreau : -soit végétal quadrangulaire, -soit minéral cylindrique	Eaux courantes	Omnivore ?
LEPTOCERIDAE (32)	Fourreaux divers : -uniquement secrétés, -minéraux, -végétaux	Tous types d'eaux, surtout stagnantes	Omnivore
SERICOSTOMATIDAE (4)	Fourreau minéral cylindrique arqué	Eaux courantes, mais dans zones lenticulaires	Détritivore ± carnivore
NECALIDAE (4)	Fourreau minéral cylindrique arqué	Eaux courantes + sources	?
ODONTOCERIDAE (1)	Fourreau minéral cylindrique arqué	Eaux courantes ...	Carnivore ± détritivore
MOLANNIDAE (1)	Fourreau minéral en forme de bouclier	Eaux faiblement courantes	Omnivore, détritivore

Les larves de Trichoptères présentent une diversité sur les plans morphologiques (les larves sont toutefois facilement reconnaissables grâce aux pygopodes à l'extrémité de leur abdomen) et éthologiques. Selon les familles, on trouve des larves construisant des fourreaux, une galerie, un filet (Tab. VII). Le régime alimentaire et les modes de nutrition sont également variables. Ainsi, on rencontre des larves de Trichoptères herbivores, broyeur ou racleur de substrat, carnivores, détritviores, ou encore, omnivores, broyeur ou parfois filtreurs (Tab. VII).

Une fois sa croissance achevée, la larve mature ferme son fourreau ou se construit un nouveau cocon. C'est le stade de la transformation en insecte adulte. C'est un stade immobile, le fourreau étant fixé, bien que les mouvements à l'intérieur de celui-ci puissent augmenter durant cette période.

A la fin de la nymphose, l'adulte perce son cocon et se dégage de son fourreau. Il remonte alors à la surface, soit à la nage, soit en se servant du substrat (végétation, branchages, berges, ...)

Après l'émergence, l'adulte ne s'éloigne habituellement pas beaucoup du milieu aquatique.

Le stade est dominé par deux impératifs, l'accouplement et la ponte, l'insecte ne se nourrissant pas ou très peu (HICKIN, 1967). Le dépôt des oeufs peut se faire selon divers modes (DEUTSCH, 1984); il se fait le plus souvent sur des substrats immergés.

Outre le cycle annuel à une génération décrit plus haut, la littérature (HICKIN, 1967; CRICHTON, 1984; RECASENS et al, 1986, 1987; ELLIOTT, 1986; WISSEMAN et al, 1987; ...) distingue d'autres types de cycles de vie, soit à plusieurs générations par an, soit un cycle à une génération étalée sur deux ans (cycle bisannuel).

Pour le premier cas, on peut citer l'exemple des Hydroptilidae, pour le deuxième cas, celui des Phryganeidae *Agrypnia obsoleta* (HAGEN en Angleterre (HICKIN, 1967).

Le développement et donc le cycle de vie des Trichoptères sont liés à la température. Pour une même espèce, il est classique d'observer des cycles de vie différents suivant l'altitude ou la latitude. L'effet de l'altitude sur le cycle de *Rhyacophila evoluta* McL. fut par exemple démontré par DECAMPS (1967). L'effet de l'altitude a été notamment étudié en Amérique du Nord par RICHARDSON (1987) sur une espèce de *Cheumatopsyche* et de *Psychomyia*.

Si l'on compare le cycle de vie d'*Hydropsyche Siltalai* Döhler en Angleterre (HYNES, 1961; ELLIOTT, 1968) et en Espagne (RECASENS et al, 1987), on constate que cette espèce présente une seule génération annuelle dans le premier cas, alors que deux générations sont observées en Espagne.

Comme dit précédemment dans nos régions, la plupart des Trichoptères rencontrés présentent une génération annuelle. Ceci est observé entre autres pour *Tinodes rostocki* McLachlan (PILETTE, 1986). Mais il peut parfois exister une amorce de seconde génération avant la fin de l'année, comme cela a pu être observé en Angleterre pour *Cheumatopsyche lepida* (Pictet) (ELLIOTT, 1986).

Tableau VIII : Types d'activité journalière de vol chez les Trichoptères

Type de vol	Taxons	Sources
Vol de jour	Beaucoup de Leptoceridae, d'Hydroptilidae et d'Hydropsychidae	LEWIS et al, 1984
Vol crépusculaire	<i>Mystacides longicornis</i> (L.) <i>Athripsodes cinereus</i> (Curtis)	BRINDLE, 1957
Vol de nuit	<i>Tinodes waeneri</i> (L.) <i>Molanna anguslata</i> (Curtis) <i>Psychomyia pusilla</i> (Fabricius) <i>Cyrnus trimaculatus</i> (Curtis) <i>C. flavidus</i> McLachlan <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet)	BRINDLE, 1957
Vol intermédiaire	<i>Hydropsyche siltalai</i> Döhler <i>Rhyacophila dorsalis</i> (Curtis) <i>Limnephilus rhombicus</i> (L.) <i>L. centralis</i> (Curtis) <i>L. extricatus</i> McLachlan <i>L. sparsus</i> (Curtis)	BRINDLE, 1957; CRICHTON, 1960

1.2.4. Vol des imagos

Les Trichoptères adultes volent en général à proximité de l'eau, en essaim, comme beaucoup de Leptoceridae (HICKIN, 1967) ou isolément, comme par exemple *Rhyacophila nubila* (Zetterstedt) et *Halesus radiatus* Curtis (SOLEM, 1985).

Quelques Limnephilidae sont cependant capables de parcourir de longues distances (plusieurs kilomètres) en volant. Il s'agit surtout de Limnephilidae du groupe des *Stenophylax*, qui ont tendance à s'éloigner des rivières à la recherche de grottes (HICKIN, 1967; CRICHTON, 1974; BOUVET, 1976).

Le vol des Trichoptères adultes se caractérise aussi par sa direction. De nombreux auteurs (CRICHTON, 1960; SOLEM, 1985; USSEGLIO-POLATERA, 1985, ...) ont pu démontrer une prépondérance du vol vers l'amont chez les femelles de Trichoptères ce qui a été interprété comme une compensation du phénomène de dérive des larves (WAYNE & PETERSEN, 1985). Mais ce type de vol n'est pas toujours observé. Une même espèce peut d'ailleurs montrer différents "schémas" de vol si on l'étudie dans des milieux différents. Ceci a notamment été démontré pour *Potamophylax cingulatus* (Stephens) par SVENSSON (1974, in SOLEM, 1985) et SOLEM (1985).

Il semble que le vent soit un facteur important qui détermine généralement la direction du vol (SOLEM, 1985; USSEGLIO-POLATERA, 1985).

Le vol des Trichoptères se caractérise non seulement par son type, sa direction et la distance parcourue mais également par la période de la journée où il s'effectue.

On distingue ainsi des espèces à vol de jour, à vol crépusculaire, à vol nocturne et à vol intermédiaire (Tab. VIII).

Selon CRICHTON (1960), les espèces à activité diurne voleraient également le soir et elles pourraient donc être prélevées la nuit. L'activité nocturne est souvent bimodale. Le vol principal se fait au crépuscule, après celui-ci le nombre d'individus décline graduellement à travers la nuit mais on remarque une augmentation abrupte dès l'aube. Chez les espèces à activité nocturne unimodale, seul le vol crépusculaire a pu être discerné. Il s'agit d'un vol court intense, qui commence juste à la tombée du jour et ne se poursuit que peu après le crépuscule (BRINDLE, 1958, in HICKIN, 1967).

Les espèces dont le vol ne peut être classé dans les 3 périodes précédentes, sont considérées comme espèces à vol intermittent (BRINDLE, 1958, in HICKIN, 1967). Celui-ci est non continu, mais les vols massifs que l'on peut observer pour les autres ne sont pas évidents dans ce cas.

Si une certaine diversité dans l'activité circadienne de Trichoptères a été montrée, CRICHTON (1960) a également établi les périodes d'occurrence saisonnières d'un grand nombre d'espèces.

On trouve communément des Trichoptères adultes de février à décembre. CRICHTON (1960) distingue cependant 3 groupes d'espèces selon leur période de vol :

- des espèces d'été (à vol court ou à vol long),

Tableau IX : Exemples d'occurrences saisonnières chez les Trichoptères (Classification de CRICHTON, 1960)

Période et type de vol	Taxons	Région	Sources
Eté, vol court	Les Phryganeidae en général <i>Leptocerus tineiformis</i> (Curtis)	Angleterre	CRICHTON, 1960
	<i>Tinodes rostocki</i> McLachlan	Belgique	PILETTE, 1986
Eté, vol long	<i>Mystacides Longicornis</i> (L.)	Angleterre	CRICHTON, 1960
	gr. <i>Stenophylax</i>	France	BOUVET, 1977
	Hydroptilidae	Finlande	BAGGE, 1985
	La plupart des Linephilidae <i>Rhyacophila dorsalis</i>	Angleterre Belgique	CRICHTON, 1981 PILETTE, 1986
Automne	Certains Limnephilidae : <i>Limnephilus nigriceps</i> (Zettorstedt) <i>L. decipiens</i> (Kolenati) <i>Anobolia nervosa</i> (Curtis) <i>Halesus digitatus</i> (Schrank) <i>H. radiatus</i> (Curtis) <i>Enoicyla pusilla</i> (Burmaister)	Angleterre	CRICHTON, 1981
Double génération	<i>Tinodes waeneri</i> (L.) <i>Oxyethira flavicornis</i> (Pictet) <i>Agraylea multipunctata</i> (Curtis)	Angleterre	CRICHTON, 1960

- des espèces d'automne,
- des espèces à double "génération" (Tab. IX).

Notons cependant que l'occurrence saisonnière dépend de divers paramètres : le type de cycle de vie, la ou les périodes d'émergence, et la durée de la phase imaginale

C'est ainsi par exemple que les espèces d'été à vol court sont des espèces univoltines à émergence printanière ou estivale.

Pour les espèces d'été à vol long ; il s'agit soit d'espèces à émergence printanière et longue vie adulte, soit d'espèces à vie adulte courte et à émergences régulières, étalées sur une grande période.

Les espèces d'automne sont des espèces à émergence automnale, à cycle de vie annuel et à vie courte.

Et enfin les espèces à double "génération", soit parce que 2 pics de vol semblent représentés par an, cependant cela pourrait traduire un cycle au moins partiellement bisannuel, ou également la présence d'une diapause estivale. On peut donc dire qu'il n'est absolument pas évident de tirer des informations sur le cycle de vie en se basant uniquement sur la période d'émergence.

1.2.5. Le rapport des sexes

Comme l'identification spécifique requiert l'examen des genitalia, bon nombre d'auteurs étudiant les Trichoptères renseigne le rapport des sexes, ou sex-ratio de leurs captures. Peu l'ont étudié directement et l'information recueillie sur les rapports des sexes est assez disparate. La technique la plus couramment utilisée pour la capture systématique est actuellement le piège lumineux. Or il s'agit d'un piège sélectif, les résultats obtenus sont par conséquent biaisés.

Si l'on admet comme MALICKY (1980) que dans la nature les quantités de mâles et de femelles de la plupart des espèces de Trichoptères sont à peu près équivalentes, une divergence de l'égalité des rapports des sexes attendue pendant la période d'émergence de l'espèce, ne permet aucune déduction si seul le piège lumineux est utilisé. Le seul moyen adéquat d'étude du rapport des sexes serait le piège d'émergence. Les prises au piège lumineux sont donc, lorsque l'on étudie le rapport des sexes, une indication de l'activité relative des deux sexes et leur réaction à la lumière.

Ainsi une prépondérance de mâles, chez certaines espèces de Leptoceridae (ex. *Athripsodes aterrinus* Stephens) n'expliquerait pas le comportement d'essaimage des mâles de cette espèce (MORGAN, 1956, in CRICHTON, 1960).

Un piège proche du site à prospecter, peut prélever approximativement la même proportion de femelles et de mâles pour des espèces à "vol peu puissant". Ceci explique des sex-ratio proches de 1 : 1 (CRICHTON, 1960). On doit tout de même noter que la proportion des sexes varie grandement d'une nuit à l'autre.

Ainsi les femelles d'*Oxyethira costalis* Curtis prélevées par CRICHTON (1960) le 29 mai 1954 et 1955 représentent respectivement 14,6% et 19,1%.

Tableau X : Rapports des sexes de Trichoptères établis par CRICHTON (1960) sur base de captures au piège lumineux en Angleterre

Species	Percentage		
	♂♂	♀♀	♀♀
<i>Limnephilus sparsus</i> . . .	99	8	7
<i>L. auricula</i>	307	29	9
<i>Anabolia nervosa</i>	94	14	13
<i>Glyphotaelius pellucidus</i>	330	50	13
<i>Phryganea grandis</i>	98	16	14
<i>Halesus digitatus</i>	465	82	15
<i>Mystacides longicornis</i>	3,317	842	20
<i>Athripsodes aterrima</i>	106	29	21
<i>Agraylea pallidula</i>	383	105	22
<i>A. multipunctata</i>	463	130	22
<i>Limnephilus vittatus</i>	161	47	23
<i>L. flavicornis</i>	720	214	23
<i>Athripsodes senilis</i>	189	67	26
<i>Limnephilus lunatus</i>	2,454	876	26
<i>Stenophylax permistus</i>	137	63	31
<i>Oecetis ochracea</i>	155	92	37
<i>O. lacustris</i>	336	357	52
<i>Athripsodes cinerea</i>	394	426	52
<i>A. dissimilis</i>	137	190	58
<i>Tinodes waeneri</i>	156	219	58
<i>Ecnomus tenellus</i>	197	290	60
<i>Oxyethira costalis</i>	6,359	9,811	61
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	519	957	65
<i>Leptocerus tineiformis</i>	533	2,174	80
<i>Hydropsyche instabilis</i>	10	105	91
<i>Orthotrichia tetensii</i>	99	1,908	95

Après cette date la proportion des femelles d'*O. costalis* tombe rarement en dessous de 70%.

Ceci est observé également pour d'autres espèces : *Hydropsyche angustipennis* (Curtis); *H. contubernalis* McLachlam, ...

Si pour ces dernières espèces, il ne s'agit pas d'une émergence décalée entre mâles et femelles, CRICHTON (1960) explique ces proportions par la différence de comportement vis-à-vis de la lumière.

Mais il faut également savoir que pour certaines espèces le rapport sexe sera toujours différent de un. Il s'agit soit d'une observation constante pour certaines espèces, on observe toujours moins de mâles ou moins de femelles; soit ce sexe rapport ne saurait pas être égal à 1 car d'autres espèces sont parthénogéniques.

Le tableau X donne une indication du type de variation que l'on peut observer dans le rapport des sexes des Trichoptères adultes.

1.2.6. Conclusion

L'ordre des Trichoptères présente une grande diversité notamment sur le plan taxonomique, mais aussi éthologique et écologique. Cet ordre présente donc un intérêt comme descripteur écologique indéniable. Ces diversités éthologiques et écologiques se manifestent au niveau de toutes les phases du cycle de vie et sur le cycle de vie lui-même.

Etudier le cycle de vie à partir de données d'émergence, présente certainement un intérêt.

Toutefois, cette émergence dépend de nombreux facteurs, et déduire un cycle de vie à partir de celle-ci semble critiquable. La période de vol des imagos paraît plus facile à déterminer quoique présentant une activité circadienne variable, les espèces de Trichoptères sont presque toutes susceptibles d'être trouvées en vol au crépuscule.

1.3. Echantillonnage des Insectes aériens

1.3.1. Méthodes

1.3.1.1. La capture directe

La capture directe, par recherche active, peut se faire de diverses manières : à vue , au filet à papillons ou encore au moyen d'un aspirateur buccal. Ces différentes techniques permettent selon les cas, la récolte de Trichoptères posés ou en vol.

Leur objectif est de permettre un inventaire qualitatif rapide. Elles permettent également de capturer des imagos vivants, notamment à des fins d'élevage.

Le principal inconvénient de ces techniques est que leur efficacité dépend essentiellement de l'expérience et de l'habitat de l'utilisateur.

1.3.1.2. Les pièges adhésifs

A. Description - Principe

Différents types de pièges adhésifs peuvent être utilisés depuis le ruban "attrape-mouches" jusqu'aux plaques de verre de dimensions standards engluées (USSEGLIO - POLATERA, 1985).

Ce dernier type de dispositif est adapté au prélèvement d'insectes vivant en milieu ouvert.

Il permet d'intercepter les Insectes adultes se déplaçant naturellement dans le milieu. Comme il ne s'agit pas de pièges attractifs, les captures ne sont donc en principe pas influencées par la sélectivité spécifique d'autres pièges.

B. Objectifs - Efficacité

Les pièges adhésifs ont essentiellement deux objectifs possibles :

- réaliser un échantillonnage non sélectif, c'est pourquoi ils sont parfois utilisés comme référence par rapport aux pièges attractifs.

- distinguer les directions de déplacement des organismes par orientation choisie des pièges (USSEGLIO - POLATERA, 1985).

Les pièges adhésifs compensent partiellement l'absence de tout dispositif attractif par leur surface et la durée d'exposition.

Contrairement aux pièges lumineux, ils permettent à la fois la capture d'espèces à activité diurne et d'espèces à activité nocturne. L'interception dépend malgré tout de l'activité de l'espèce. En effet, bien que passifs, ces pièges rendent difficile le prélèvement d'espèces à activité de vol réduite mais favorisent la capture d'espèces à vol long et/ou fréquent, notamment celles qui volent

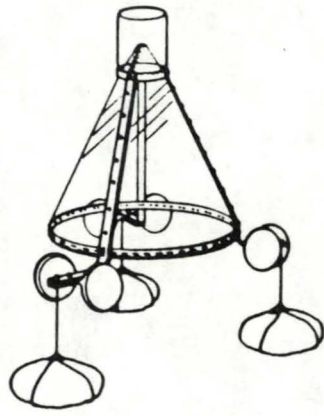


Figure 17 : Cône de Mundie

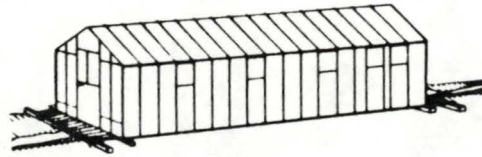


Figure 18 : Serre utilisée par ILLIES (1975) comme piège d'émergence

en essaims et qui risquent donc d'être suréchantillonnées. Cette technique s'avère donc finalement plus sélective qu'elle n'y paraît à première vue, les captures étant notamment influencées par l'activité de vol des différentes espèces.

1.3.1.3. Les pièges à émergence

A. Principe - Description

Il existe une multitude de pièges à émergence (fig. 17) (DAVIES, 1984). Le principe général de ces pièges est toujours le même: il s'agit de dispositifs placés à la surface de l'eau, permettant de récolter l'ensemble des Insectes émergeant sur une surface donnée. Les formes, les tailles et les dispositifs d'ancrage ou de récolte diffèrent grandement d'un piège à l'autre. Voici à titre d'exemple l'illustration et la description de deux pièges à émergence abondamment utilisés tels quels ou modifiés et cités dans la littérature (DAVIES, 1984).

-Le cône de Mundie (1956, in LAMOTTE et BOURLIERE, 1971) (fig. 17) : il se compose d'un filet d'acétate de cellulose qui est à demi-immergé et maintenu en position de travail à l'aide de flotteurs et de lests.

Les Insectes sont canalisés dans le cône et aboutissent en haut de l'engin. Ils sont emprisonnés dans un bocal terminal, où il est possible de les prélever.

La fuite des imagos est rendue impossible grâce à un cône disposé dans le bocal et qui sert de goulot d'étranglement à la manière d'une nasse.

Il existe diverses variantes de ce type de piège, notamment en fonction du milieu étudié (lenticule ou lotique) (DAVIES, 1984).

- La serre d'Illies (1975): il s'agit d'un appareillage simple (une serre) qui recouvre la totalité du tronçon à étudier (fig. 18). Ce dispositif est particulièrement intéressant pour étudier l'émergence dans de petits cours d'eau.

B. Objectifs - Efficacité

Les pièges à émergence ont essentiellement trois objectifs possibles :

- compléter un échantillonnage effectué sur les stades larvaires des Insectes.
- permettre de vérifier l'exactitude de l'appréciation d'une densité de population et quantifier l'émergence.
- donner des informations faunistiques sur le cycle de vie, sur le modèle et sur la distribution spatiale.

Selon LAMOTTE et BOURLIERE (1971) les résultats apportés par les pièges à émergence sont surtout les indices d'abondance relative des Insectes et rarement des chiffres absolus. Ceci, car

il est difficile de connaître la surface du fond ou le volume de milieu qui doivent être rapportés à l'échantillon puisque la montée des nymphes ne se fait pas toujours de manière verticale dans les eaux assez profondes et il suffit d'un petit courant pour entraîner les Insectes loin de leur point de départ du fond.

A cet argument, on peut opposer que pour une espèce donnée, même si l'émergence n'est pas verticale, les gains d'amont compensent les pertes. ILLIES (1975) a de toute façon contourné ce problème en utilisant un piège à émergence recouvrant la totalité d'un tronçon d'un cours d'eau étudié.

Comme signalé précédemment les pièges à émergence constituent également la technique la plus efficace pour déterminer le rapport des sexes de populations (cf. 1.2.5).

Il est possible par diverses méthodes d'estimer la production. Du point de vue quantitatif, l'émergence représente la composante finale de la production durant le cycle de vie, et ILLIES (1975) grâce à sa serre, a pu estimer la production de l'écosystème étudié : une petite rivière salmonicole.

Ces pièges à émergence permettent donc d'obtenir beaucoup d'informations sur l'écosystème et les populations Insectes qui l'occupent, mais sont d'utilisation malaisée et limitée. En effet, un des plus gros problèmes pour l'utilisation de ces pièges est la mise au point d'un système d'ancrage ou d'amarrage adéquat et efficace (DAVIES, 1984) et pour une efficacité maximale, son utilisation est normalement limitée aux cours d'eau peu profonds (LAMOTTE et BOURLIERE, 1971).

1.3.1.4. Les pièges lumineux

Les pièges lumineux sont basés sur l'attraction des Insectes aériens par une source lumineuse.

Il en existe de très nombreux modèles, différant par leur structure, la nature de la source lumineuse, le système de récolte et de préservation des organismes ainsi que la direction du faisceau.

Outre les pièges non directionnels, attirant dans toutes les directions, il existe notamment des pièges uni ou bi-directionnel permettant de limiter l'attraction des Insectes adultes à une partie du milieu prospecté.

Ces dispositifs sont composés d'une chambre de capture, à l'intérieur ou à l'arrière de laquelle se trouve une lampe à pouvoir attractif.

De très nombreux types de lampes sont utilisés. MARLIER (1978) a même utilisé une lampe à pétrole qui présente l'intérêt de ne pas nécessiter de réseau électrique. Ce qui peut s'avérer utile pour la prospection des régions retirées. En général, les lampes utilisées sont choisies pour leur émission de radiations lumineuses. Elles sont caractérisées par un spectre plus ou moins étroit comprenant des longueurs d'ondes courtes (entre 300 et 400nm). Il en existe divers types. Il s'agit souvent de tubes TL ou d'ampoules à vapeur de mercure ou de fluor.

B. Objectifs et efficacité

L'objectif principal de cette technique est la capture massive d'Insectes dans leur biotope.

Cette technique est utilisée pour permettre des inventaires aussi complets que possibles, notamment pour compléter des échantillonnages de larves en milieu aquatique, en raison des difficultés taxonomiques d'identification. Elle est parfois aussi destinée à récolter la ponte des femelles fécondées, à fin d'étudier ultérieurement le développement larvaire.

Il est par contre difficile, d'estimer quantitativement la densité des Insectes d'une station par un piège lumineux.

En effet, la portée du piège c'est-à-dire le rayon dans lequel il attire les Insectes est variable et dépend non seulement de sa puissance mais encore de la lumière ambiante. Les nuits de lune, par exemple, ne donnent rien selon USSEGLIO-POLATERA (1985)

Elle dépend aussi de la configuration du terrain (MARLIER, 1978). Cette remarque s'adresse davantage aux Insectes aquatiques puisque le piège est souvent disposé au bord de l'eau et que le biotope est donc asymétrique.

La portée d'action diffère aussi pour les espèces d'insectes diversement sensibles à la lumière et de puissance de vol très variable (ANDERSEN, 1978; MARLIER, 1978).

Cependant selon MARLIER (1978), si l'on connaît bien la biologie des espèces que l'on capture, lorsqu'on dispose ces pièges en suivant un plan de "quadrillage" déterminé, il est possible de se faire une idée de la densité moyenne des Insectes étudiés, après avoir estimé le rayon d'action du piège comme l'a fait CHANTARAMONGKOL (1983).

La richesse taxonomique des captures est non seulement influencée par la diversité du benthos de la station étudiée mais par la sélectivité des pièges lumineux découlant de la réponse non uniforme des imagos à une attraction lumineuse, et par les différentes potentialités de vol des imagos (CRICHTON et al, 1971).

De plus, le piège lumineux peut également attirer les Insectes provenant d'autres milieux et notamment les Insectes terrestres, ce qui peut augmenter considérablement l'abondance des captures et la richesse taxonomique de ces captures (AIKEN, 1979). Une reconnaissance de l'écologie des espèces capturées est donc nécessaire. Ceci suppose par conséquent une identification spécifique rigoureuse.

Une deuxième information obtenue grâce au piège lumineux est le rapport des sexes (cf. § 1.2.5)

Si le piège lumineux comporte un faisceau directionnel, il est possible de mettre en évidence, comme pour le piège adhésif la direction de vol des Insectes (CRICHTON, 1965; McCAULEY, 1976; USSEGLIO-POLATERA, 1985; WARINGER, 1986).

Du fait de sa sélectivité, l'utilisation du piège lumineux limite l'information que l'on peut tirer d'un tableau faunistique d'Insectes adultes aériens.

Toutefois, le piège lumineux reste une méthode efficace pour prospector des biotopes difficilement accessibles comme les grands cours d'eau.

1.3.1.5. Autres pièges

Il existe d'autres méthodes pour prélever des Insectes adultes. A titre indicatif nous citerons les pièges à phéromones (RESH et ROSENBERG, 1984) utilisés soit pour l'étude des phéromones elles-mêmes soit pour une capture spécifique.

1.3.2. Discussion

Le choix d'une méthode de capture est un problème très délicat, fonction des objectifs de recherche du milieu prospecté et des groupes à échantillonner.

La capture des imagos (et/ou subimagos chez les Ephéméroptères) est capitale pour comprendre la dynamique des peuplements d'Insectes aquatiques, elle permet même de découvrir par ce moyen des espèces dont les larves échappent aux échantillonnages benthiques (KERST - ANDERSON, 1974) et permet une confrontation des données obtenues pour le benthos et les adultes.

De plus, la séquence temporelle des émergences fournit une information du cycle de vie des Insectes et peut être utilisée pour un programme de surveillance pour documenter les effets des changements environnementaux soudains (par exemple des fluctuations importantes de débit, des pollutions importantes peuvent perturber l'émergence des populations en place).

Les pièges à émergence et les pièges lumineux sont ainsi deux façons pratiques pour échantillonner des habitats où des pierres, graviers, roches ou végétations denses excluent l'utilisation des bennes, grues pour échantillonner des larves d'Insectes.

Les pièges lumineux présentent l'avantage de ne pas nécessiter de systèmes de fixation délicate nécessaires pour les pièges à émergence (DAVIES, 1984). De plus, l'utilisation de ces pièges à émergence se limite selon MUNDIE (1964) à des cours d'eau peu profonds.

Quelle que soit la méthode utilisée pour le prélèvement d'Insectes adultes, chacune d'elle peut prélever un grand nombre de spécimens. Mais ces prises comprennent aussi une grande proportion d'espèces terrestres et donnent une petite information sur l'origine ou sur le nombre absolu d'Insectes émergents ; c'est notamment le cas du piège lumineux, et de la plaque adhésive.

Bon nombre d'auteurs estiment pratique de pouvoir quantifier l'émergence d'un ensemble de systèmes aquatiques. ILLIES (1971) tente de prouver que cela est possible pour la majorité des Insectes lotiques.

CRICHTON & FISHER, 1978, 1980; ANDERSEN et al, 1978; ANDERSEN, 1980, 1985, WARINGER, 1986, ... confirment l'efficacité du piège lumineux pour la représentativité de la biocénose étudiée.

Dans le cadre de ce mémoire, le lieu d'investigation est un fleuve : la Meuse. Les adultes de la plupart des espèces de Trichoptères volent la nuit et sont attirés par la lumière.

Le piège lumineux est donc un dispositif valable pour collecter des informations sur leur biologie (USSEGLIO-POLATERA, 1985). Pour les Insectes adultes non actifs durant la nuit, le piège à glu constitue un dispositif complémentaire d'investigation.

1.4. Facteurs susceptibles d'influencer la capture des Insectes adultes

En plus de sa dépendance de la méthode de piégeage, la capture des imagos dépend de leur activité de vol, tributaire des émergences, les émergences étant évidemment elles-mêmes conditionnées par le développement des populations larvaires.

Chacun de ces éléments, vol des imagos, émergence et développement des larves, est soumis à l'action plus ou moins directe d'un certain nombre de facteurs écologiques biotiques ou abiotiques.

Conscients de l'existence de cet ensemble d'interrelations nous essayerons dans ce chapitre de les mettre en évidence et dans la mesure du possible de les caractériser.

1.4.1. Paramètres agissant sur le développement larvaire des populations

Il est certain que de nombreux facteurs influencent le développement larvaire. Tous n'ont évidemment pas la même importance principalement si l'on cherche à déterminer quels sont parmi ces facteurs, ceux qui par leur variation affectent la qualité de l'eau et en relation avec ce changement de qualité affectent le développement larvaire.

1.4.1.1. Facteurs morphologiques et hydrologiques du cours d'eau

L'aménagement des cours d'eau (écluse, barrage, aménagement des berges, ...) a fortement modifié les caractéristiques hydrologiques et morphologiques des cours d'eau, surtout des grands fleuves.

Parmi ces facteurs se trouvent notamment la vitesse du courant, le substrat et le débit.

1.4.1.1.1. Vitesse du courant

La vitesse du courant dépendant de la pente du cours d'eau est un facteur primordial de la répartition et donc du développement larvaire en rivière.

Les organismes benthiques en général, et les Trichoptères en particulier présentent d'ailleurs de nombreuses adaptations morphologiques et éthologiques parfois spectaculaires, pour résister au courant (HYNES, 1970).

Si ce facteur n'est pas modifié de manière trop importante (exemple : modification de la pente originale du cours d'eau), le courant est surtout un facteur important pour expliquer la microrépartition des larves (MORETTI et GIANOTTI, 1962 in HYNES, 1970; PHILIPSON et MOORHOUSE, 1974).

Dans un fleuve comme la Meuse, la vitesse du courant n'a guère d'impact sur le développement larvaire.

1.4.1.1.2. Substrat

La nature du substrat dépend nettement du courant, bien que d'autres facteurs puissent intervenir, tels que facteurs géologiques, chimiques ou botaniques (précipitation de calcaire).

Les larves de Trichoptères sont susceptibles de coloniser à peu près tous les types de substrat d'une rivière.

Il existe toutefois des exemples d'espèces assez dépendantes d'un type de substrat particulier.

1.4.1.1.3. Débit - Variation de débit et autres facteurs hydrologiques

Le débit, la relation entre vitesse et profondeur, la périodicité des forts et faibles débits, etc..., peuvent avoir des impacts considérables sur la taille des particules, la composition, et la stabilité relative du substrat et plusieurs autres facteurs que l'on observe à une échelle plus grande (LEOPOLD et al, 1964 in RESH & ROSENBERG, 1984).

Le débit et la variation de débit ont donc un impact sur la répartition des espèces.

Toutefois, certaines espèces sont adaptées à ces variations, même s'il s'agit de grandes variations annuelles de débit qui assèchent complètement le lit de certaines rivières en été, et provoquent de fortes crues au printemps. C'est notamment le cas de certains Limnephilidae du groupe *Stenophylax* particulièrement adaptés aux eaux temporairss.

Dans les grandes rivières, l'impact du débit sur les populations larvaires est moins évident, principalement depuis leur aménagement, qui permet une régulation importante de leur régime hydrologique, encore que des crues importantes puissent entraîner une dérive accidentelle massive (PERRIN, 1978). De plus, un étiage important, surtout en période estivale, aura une influence indirecte sur les populations aquatiques via les concentrations des rejets.

1.4.1.2. Facteurs physico-chimiques de l'eau

C'est principalement parmi les facteurs physico-chimiques que l'on trouve des facteurs influençant le développement des populations larvaires.

Parmi ces facteurs se trouvent la température, l'oxygène dissous, la dureté, l'acidité, les concentrations en diverses substances chimiques.

1.4.1.2.1. La température

La température est un important facteur de répartition. On reconnaît en effet des espèces sténothermes et eurythermes caractérisées par leur distribution longitudinale dans un cours d'eau (DECAMPS, 1968; BADCOCK, 1974; NIELSEN, 1976). C'est aussi un facteur prépondérant du

développement des Invertébrés.

L'influence de la température sur le développement est lié à son rôle physiologique (SWEENEY et VANNOTTE, 1971 in RESH & ROSENBERG, 1984). Une augmentation dans certaines limites accélère les processus métaboliques.

Une élévation de la température diminue par exemple le temps de maturation de l'Ephéméroptère *Baetis rhodani* Pictet (ELLIOTT, 1972).

L'éclosion pourrait également être liée à la date à laquelle certaines températures moyennes ou absolues sont atteintes (LANGFORD; 1975).

L'impact de la température sur la croissance des Trichoptères, dont *Glossosoma nigrior* ---, a notamment été démontré par OEMKE (1986).

Puisque la température accélère le développement larvaire, l'émergence des Insectes matures peut être avancée (LANGFORD, 1975). La température agit également sur le développement larvaire car d'autres facteurs agissent en synergie avec elle. C'est le cas par exemple de l'oxygène dissous.

1.4.1.2.2. L'oxygène dissous

Les variations de l'apport en oxygène dissous se produisent en général à une échelle locale, bien que les concentrations limites peuvent s'étendre à l'entière du fond d'une source ou à une longueur considérable d'un cours d'eau.

L'influence de l'oxygène peut se superposer à celle du substrat et d'autres facteurs pour déterminer l'abondance et la distribution des Insectes (ERIKSON, 1964; in RESH et ROSENBERG, 1984).

L'importance de la concentration en O₂ a été mise en évidence en laboratoire pour le genre Hydropsyche (SCHUHMACKER, 1970). Un groupe de type "conforme" très exigeant en O₂ dissous comprendrait *H. instabilis* (Curtis), *H. saxonica* (McL.) et *H. siltalai* (Dökler) un autre de type "régulateur" adapté aux variations importantes de la teneur en O₂ dissous, comprendrait *H. angustipennis* (Curtis) *H. dorsalis*, *H. ornatula* McL., espèces plus résitantes aux pollutions organiques.

Dans le cas de pollution organique, c'est en général le manque de O₂ dissous en résultant, qui cause l'élimination de nombreux organismes. Les animaux les mieux adaptés se développent alors abondamment étant donné la coordination de deux autres facteurs à savoir, l'abondance de la nourriture et la réduction voire l'absence de compétition ou même de prédation.

1.4.1.2.3. Minéralisation

La minéralisation d'un cours d'eau traduit la quantité d'ions en solution dans l'eau.

Parmi ces ions, les plus importants sont les ions calcium que l'on trouve sous forme de bicarbonates.

Les ions sont des facteurs de répartition (GENARD, 1979). La minéralisation augmente de l'amont vers l'aval : ce phénomène est très classique pour les cours d'eau. Ces apports riverains peuvent contribuer pour une grande part à cet enrichissement et affecter par conséquent la répartition des espèces.

1.4.1.2.4. Substances organiques

La pollution des eaux par excès des rejets de matières organiques est un phénomène courant et affecte toujours les populations d'Invertébrés benthiques dont les Trichoptères.

Les sources principales d'un enrichissement organique sont les rejets domestiques, mais également les rejets industriels comme ceux des industries alimentaires.

Cet apport de matières organiques conduit à une diminution de la concentration en O₂ dissous et résulte d'une utilisation hétérotrophique de ces matières par des microorganismes.

Un apport important (sans être excessif) peut assurer une prolifération d'espèces résistantes en aval du déversement organique.

Ceci a été constaté pour des populations d'*Hydropsyche* surtout d'*H. angustipennis* (Curtis). Cela semble vrai aussi pour *Hydropsyche vectis* Curtis (VERNEAUX, 1973), *Anabolia nervosa* (Curtis) (GENARD, 1979) et *Psychomyia pusilla* (Fabricius) (PRAT, 1979). Toutefois, si l'apport en matière organique est excessif, il s'établit un faciès anoxique défavorable au benthos (DE BOVEE et al, in press).

1.4.1.2.5. Acidité

L'acidité a certainement un impact sur les Invertébrés (la faune des eaux acides est différente de la faune des eaux douces ou neutres), toutefois, sur une grosse rivière l'ampleur des variations du pH ne sont pas de nature à influencer fortement ces Invertébrés.

Certains déversements industriels sont acides (bain de tannage, fabriques de cellulose) ou basiques (pelannage des tanneries, blanchisseries, ...), les modifications de pH ainsi induites par ces rejets sont néfastes aux organismes benthiques (MICHA, 1985).

1.4.1.2.6. Autres substances chimiques

De nombreuses substances chimiques peuvent exister dans les cours d'eau qu'elles soient d'origine naturelle ou artificielle.

Beaucoup de ces substances, quelles qu'elles soient, au delà d'une certaine concentration agissent comme polluants et diminuent la diversité des biocénoses.

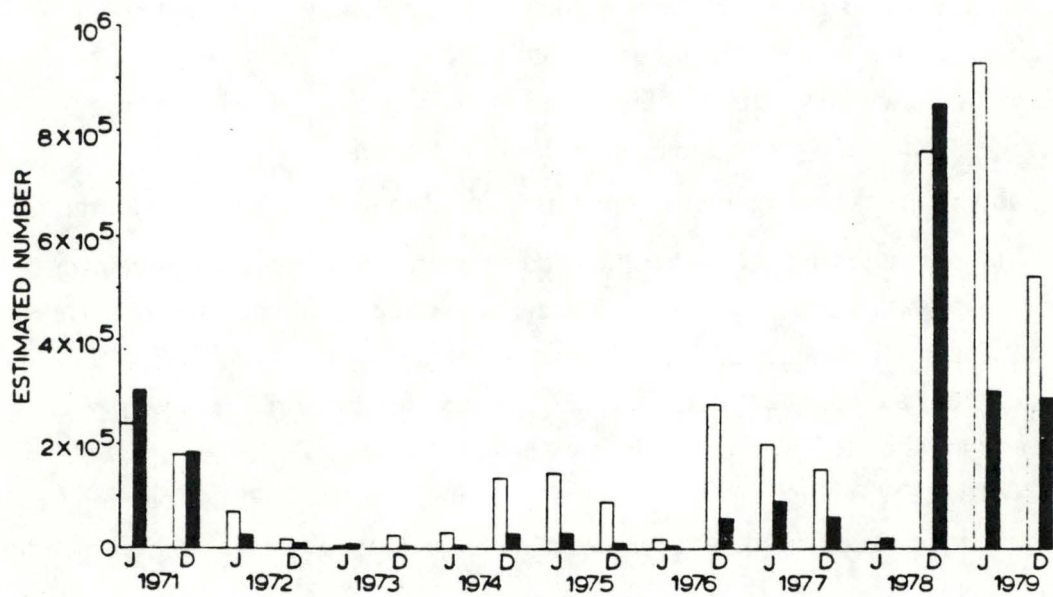


Figure 19 : Evolution des effectifs d'*Ephemera danica* en juin et décembre 1971 à 1979 pour des sites ombragés (■) et dégagés (□) (d'après WRIGHT et al, 1981)

Cela a été démontré en Belgique sur la Sambre. Alors que la DBO (Demande Biologique en Oxygène) reste assez constante de l'amont à l'aval, on constate une diminution de la diversité (de 34 taxons à 4) attribuée à de hautes concentrations en Chlorures, Zinc, Cyanure, Brome, Ammoniac (MICHA et al, 1976).

Les pollutions chimiques ne permettent pas en général la croissance d'Invertébrés résistants dans des proportions aussi considérables que dans les cas de pollutions organiques (PESSON, 1976; in HYNES, 1970). Il semble de plus que les Invertébrés développent vis-à-vis des diverses pollutions chimiques des sensibilités spécifiques mais malheureusement encore mal connues actuellement.

1.4.1.2.7. Lumière

La lumière est un des facteurs importants de la répartition des Insectes benthiques (BECK, 1980).

THORUP (1963) remarque une dominance d'Ephéméroptères *Baetis rhodani*, des Trichoptères *Agapetus fuscipes* Curtis, *Eccliopteryx guttulata* (Pictet), *Silo pallipes* (Fabricius) et de Coléoptères *Helodes minuta* dans les aires sans ombre alors que le Trichoptère *Wormaldia occipitalis* (Pictet) montre une réaction inverse à la lumière.

Ce type d'observation a été confirmé sur d'autres espèces par des auteurs comme HIGLER (1974), BECK (1980), WRIGHT et al (1981) (fig. 19).

Dans le cadre d'une pollution, une modification de la luminosité du milieu aqueux pourrait se manifester suite à une augmentation des matières en suspension (MES). Toutefois, cette augmentation de MES se manifesterait surtout au niveau des Invertébrés benthiques par une diminution de l'oxygène dissous (PERRIN, 1978).

1.4.1.3. Facteurs biotiques

1.4.1.3.1. Relations interspécifiques et intraspécifiques

Dans ce type de relations, on trouve surtout les phénomènes de compétition interspécifique, de prédation.

La compétition interspécifique exprime le fait que les espèces aux mêmes exigences écologiques ne peuvent coexister (PRINCIPE GAUSS, in DAJOZ, 1975).

La prédation exprime une compétition intraspécifique avec élimination d'une espèce proie par une espèce prédateur (DAJOZ, 1975).

Ces deux phénomènes permettent principalement la régulation de certaines populations (BADCOCK, 1974).

Un exemple traditionnel de cette régulation est fourni par l'étude menée par ILLIES (1975, 1978, 1982) sur des petites rivières d'Allemagne et d'Autriche.

La prédation est proposée par ILLIES comme facteur régulateur des populations de *Baetis*. Celles-ci seraient victimes de la prédation d'un Trichoptère, *Rhyacophila fasciata* Hagen, et des deux Plécoptères, *Isoperla goertz* Ills et *Siphonoperla torrentium*. ---

La pollution du milieu aquatique a aussi un effet sur ces phénomènes, si elle élimine une des espèces entrant dans le jeu de ce type de relation. Par contre, l'élimination d'une espèce prédatrice polluo-sensible peut permettre la prolifération d'une espèce proie polluo-résistante.

1.4.2.4. Autres facteurs de répartition

1.4.2.4.1. Mobilité et habitats voisins

Certaines espèces peuvent avoir besoin de plusieurs biotopes à différents stades de leur vie, et le confinement de plusieurs habitats dans les limites de leur possibilité de déplacement est nécessaire pour le maintien d'une population.

Chez les Trichoptères, il existe plusieurs exemples de ce type de situation, la larve de *Seriscotoma pedemontanum* McL., affectionne des substrats sablonneux parsemés de débris organiques, mais exige un substrat stable pour fixer son fourreau lors de la nymphose (MARLIER, 1951).

Un autre exemple est donné par les espèces du groupe *Stenophylax*, dont la vie larvaire se déroule dans des ruisseaux temporaires et la phase aérienne est cavernicole. Le développement des populations des espèces de ce groupe nécessite la présence de ces deux milieux particuliers fréquents en région calcaire.

1.4.2.4.2. Dérive

Succintement, la dérive peut se définir comme l'arrachement aléatoire et l'entraînement des Invertébrés d'un cours d'eau par le courant.

Cette dérive est prépondérante lors de débits élevés. Mais même à régime hydrologique normal, un certain nombre d'individus sont emportés.

La dérive constante présente souvent une périodicité journalière et saisonnière nette, liée au rythme d'activité, à la croissance et au cycle de vie des espèces (ELLIOTT, 1968; ELLIOTT et CORLETT, 1972; MAQUET, 1986).

La dérive affecte en général 0,5 à 3-4% des Invertébrés benthiques (MOSS, 1980). Mais cette dérive se fait dans des proportions variables selon les taxons. Les larves de Trichoptères à fourreau semblent moins sujettes à la dérive que les autres taxons.

Les larves de Trichoptères sans fourreau comme les *Hydropsyche* ont un comportement qui leur permet de réduire leur distance de dérive en échappant au courant principal ou en s'accrochant aux mousses (ELLIOTT, 1971).

De plus, de nombreux Trichoptères et d'autres Invertébrés benthiques montrent un comportement de compensation de la dérive. La plupart ont tendance à remonter le courant. Seules, les larves de Trichoptères à fourreau ne montreraient pas ce rhéotropisme positif (ELLIOTT, 1971).

Si la dérive se solde par un succès, c'est-à-dire installation et développement de l'espèce dans un nouveau site, la dérive devient un important facteur de répartition. La dérive est donc un phénomène naturel qui toutefois peut-être accentué lors de débits élevés et surtout lors des vidanges périodiques des barrages (PERRIN, 1978).

1.4.2. Paramètres agissant sur l'émergence

Différents paramètres peuvent influencer l'émergence. Quatre paramètres sont communément reconnus, il s'agit de la lumière et de la longueur du jour, de la température, du débit et du cycle lunaire.

1.4.2.1. La température

Via son influence sur le développement larvaire, la température influe sur la période d'émergence. Les variations interannuelles naturelles ou provoquées du régime thermique, déterminent un décalage de la période d'émergence (KERST et al, 1974, 1975; SINGH et al, 1984; USSEGLIO-POLATERA, 1985). dont les conséquences biologiques dépendent de l'ampleur de la perturbation et de l'adaptabilité spécifique (LANGFORD & DAFFERN, 1975; LANGFORD, 1975).

Si le décalage induit par une élévation de la température est important, libérant précocement les imagos alors soumis à des réactions météorologiques létales ou si la perturbation thermique accentue les différences entre les périodes d'émergence des mâles et des femelles de telle sorte qu'il n'y ait plus de recrutement, l'espèce est éliminée (LANGFORD & DAFFERN, 1975; LANGFORD, 1975; RESH ROSENBERG, 1984). Ceci a notamment été mis en évidence en aval de centrales électriques (LANGFORD & DAFFERN, 1975; LANGFORD, 1975).

Par contre, si les adultes sont susceptibles de résister aux nouvelles conditions physiques et biotiques inhérentes à la précocité saisonnière de l'émergence, une augmentation de la production annuelle peut être envisagée car une seconde génération estivale peut se développer (LEWIS et TAYLOR, 1964). C'est certainement le cas pour des espèces comme *Cheumatopsyche lepida* qui, comme signalé plus haut, présentent déjà une amorce de seconde génération (ELLIOTT, 1986).

Ces différents comportements vis-à-vis du régime thermique sont à la base de la répartition altitudinale des espèces (DECAMPS, 1967) et des décalages de leurs périodes d'émergence.

Selon SINGH et al (1984), l'émergence chez de nombreux Trichoptères peut être liée au franchissement d'un seuil de température absolu : le pic d'émergence de Coléoptère *Dolophilodes distinctus* --- se produit à des températures de l'eau de 8,6°C, celui de *Rhyacophila minosa* BANKS à 11°C, *Goera stylata*, *Neophylax concinnus* émergent respectivement à 11,8°C et 11,6°C, mais le premier émerge à mi-été durant la période d'augmentation graduelle de la température de l'eau et le second durant la période décroissante, ce qui implique un mécanisme plus complexe ou l'intervention d'un autre facteur comme la lumière par exemple. L'accumulation d'un certain nombre de degrés-jour semble aussi pouvoir expliquer la période d'émergence de certaines espèces (ROSILLON, 1984).

1.4.2.2. Lumière et longueur du jour

La rythmicité journalière de l'intensité lumineuse conditionne les émergences. C'est ainsi qu'ils existerait des espèces à émergence de jour et à émergence de nuit (BRINDLE, 1951, in HICKIN, 1967; BECK, 1980).

Il semble d'autre part que la longueur du jour soit à l'origine de la synchronisation saisonnière spécifique de certains Trichoptères (MALICKY, 1976).

Le décalage dans les émergences dues à une certaine longueur du jour est estimé à une semaine au maximum par USSEGLIO-POLATERA (1985). Cet auteur remarque également que les variations les plus remarquables sont souvent observées chez les espèces à émergence plus précoce (avant le 15 mai), (ex. *Hydropsyche modesta*, mais la capture est alors soumise aux conditions météorologiques variables, souvent défavorables.

1.4.2.3. Le débit

Tout comme il existe une importance du paramètre débit sur les populations benthiques, LANGFORD (1975) met en évidence l'influence de ce paramètre sur l'émergence des Insectes.

Les captures de toutes les espèces d'Ephéméroptères sont apparemment influencées par les crues, les augmentations de niveau de la rivière et des débits (LANGFORD, 1975). Des observations suggèrent que les émergences peuvent être supprimées sous de mauvaises conditions hydrologiques. D'après ce même auteur, la plupart des espèces de Trichoptères ne sont toutefois pas influencées de façon si marquante par les débits du cours d'eau.

L'influence limitante des perturbations du régime hydrologique n'est pas limitée à un seul jour, car il est très probable qu'un fort débit soit suivi de débits élevés pendant plusieurs jours consécutifs (USSEGLIO-POLATERA, 1985).

Par ailleurs, une crue s'accompagne d'une réduction plus ou moins importante des stocks nymphaux donc des émergents entraînés par dérive (USSEGLIO-POLATERA, 1985). Les captures resteront par conséquent faibles tant que la recolonisation complète du cours d'eau et le retour à des conditions normales d'émergence ne sont pas réalisées (USSEGLIO-POLATERA, 1985).

1.4.2.4. Les cycles lunaires

Le cycle lunaire détermine la rythmicité des émergences de certaines espèces (LANGFORD et DAFFERN, 1975; LANGFORD, 1975). Ainsi, le Trichoptère *Athripsodes repandanus* --- montre deux pics d'activité durant les premier et dernier quartiers du cycle lunaire (CORBET, 1965, in USSEGLIO-POLATERA, 1985). L'Ephéméroptère africain *Povilla adusta* --- émerge principalement durant la pleine lune (HARTLAND-ROWE, 1958, in USSEGLIO-POLATERA, 1985).

BIDLINGMAYER (1964, in USSEGLIO-POLATERA, 1985) constate des augmentations moyennes de 122 et 55% du nombre de femelles en vol durant les phases de pleine lune d'une part, et de premier et dernier quartiers d'autre part, par rapport au niveau de nouvelle lune.

Mais si la rythmicité des émergences est évidente dans certains cas, la phase lunaire correspondant à l'activité maximale diffère suivant les espèces.

De plus, selon STATZNER (1976) un tel modèle d'émergence ne concerne que quelques espèces soumises à de faibles variations saisonnières des divers paramètres météorologiques importants en région tempérée (température crépusculaire, ...). Cet auteur ne trouve aucune diminution des émergences de Trichoptères à une phase particulière du cycle lunaire bien que travaillant au Zaïre, donc en région nycthémerale stable.

USSEGLIO-POLATERA (1985), d'après ses résultats obtenus en région tempérée, considère les influences des cycles lunaires comme non importantes.

1.4.2.5. Discussion et conclusion

L'action sporadique des régimes hydrologiques altère la succession saisonnière des émergences des Insectes adultes, de manière plus ou moins importante suivant la durée et l'amplitude des perturbations.

De même, le cycle lunaire semble pouvoir affecter l'émergence de certaines espèces, mais les auteurs (STATZNER, 1976; USSEGLIO-POLATERA, 1985) ne sont pas unanimes sur son impact qui semble de toute façon peu important en région tropicale.

Par contre, selon la littérature DANILEVSKY et al, in RICHARDSON, 1983; KERST et al, 1975; MALICKY, 1976, ...) la position dans l'année de la période d'émergence de beaucoup d'Insectes aquatiques des régions tempérées semblent constituer la réponse aux paramètres

température et lumière. Et ces mêmes Insectes, dont les Trichoptères, utilisent essentiellement la diapause pour coordonner leur développement avec ces paramètres environnementaux.

Par conséquent, la longueur du jour et la température semblent être les deux paramètres principaux affectant l'émergence sous conditions hydrologiques constantes. USSEGLIO-POLATERA (1985) note que des conditions physiques semblables débit faible, longueur du jour, basse température induisent des peuplements similaires.

1.4.3. Paramètres agissant sur le vol des imagos

L'activité des Insectes est spécifiquement influencée par les conditions météorologiques locales. Par conséquent, le niveau des captures est directement déterminé par l'action individuelle ou synergique des divers paramètres météorologiques sur le vol des différentes espèces.

1.4.3.1. Température de l'air

Comme vu précédemment, la quantité d'insectes en déplacement est tributaire de la densité et de l'émergence des peuplements en place, qui dépendent étroitement de la température de l'eau, dépendant elle-même de celle de l'air. La température de l'air a en outre un effet direct sur l'activité de vol des imagos.

CRICHTON (1965) considère d'ailleurs les températures moyennes et/ou minimales comme les principaux facteurs caractérisant l'activité des Insectes et donc leur fréquence de piégeage. C'est ainsi le cas de BLOMBERG et al (1978) qui obtiennent une corrélation positive entre le taux de capture au piège lumineux et la température crépusculaire d'une part, et la température minimale d'autre part.

USSEGLIO-POLATERA (1985) remarque une réponse préférentielle des Ephéméroptères aux variations de la température maximale. Comme la plupart des espèces de Trichoptères effectuent leur vol durant le crépuscule (CRICHTON, 1960), leur capture est particulièrement sensible aux températures crépusculaires.

Divers auteurs ont essayé de situer un seuil minimal et maximal de température affectant le vol.

MALICKY (1976) constate notamment une nette diminution de l'activité de vol en dessous de 15°C.

Pour USSEGLIO-POLATERA (1985) une valeur inférieure à 12° suffit à réduire significativement le vol de *Ceraclea dissimilis* (Stephens) et d'*Ephemerella ignita* (PODA). D'après cet auteur, aucun des autres taxons récoltés au bord du Rhône ne réagit autant aux variations de la température. En Norvège, ANDERSEN (1978) capture certains mâles de Trichoptères par piégeage lumineux, à des températures de 5°C, les premières femelles n'apparaissent que vers 7,5°C. D'après WILLIAMS (1940, in CRICHTON, 1960), une élévation de 2,8°C et la température

minimale double les captures, mais cet auteur n'observe pas d'effet significatif des variations journalières de température sur les résultats du piégeage.

Si la réponse des taxons à la température atmosphérique n'est pas toujours la même, cette température est donc un paramètre influençant de façon prépondérante le vol des imagos.

1.4.3.2. Les vents

BLOMBERG et al (1978) et LAPCHIN (1981) considèrent le vent comme un facteur de seconde importance, après la température, en ce qui concerne l'activité de vol des Insectes. CRICHTON (1960) remarque cependant que des conditions idéales de vol, dans des piégeages correspondent à des températures nocturnes élevées et à des vents de faible intensité. USSEGLIO-POLATERA (1985) constate ainsi qu'un vent d'intensité supérieure à 2m/sec. suffit à réduire significativement les captures des Ephéméroptères *Heptagenis sulphurea* (Müller) et *Rhitrogena diaphana* ____.

Les effectifs capturés des Ephéméroptères *Baetis fasciatis* (L.) , *Caenis macrussa* (Stephens), *Caenis luctrosa* (Burmeister), des Trichoptères *Straetoviella risi* Falber et du genre *Hydroptila* évoluent de façon identique lorsque la vitesse du vent atteint ou dépasse les 3m/sec.

Outre la force du vent, les vents entraînent aussi une déportation des Trichoptères plus loin que leur capacité de vol, la direction a également un impact considérable sur le vol des imagos.

Mais cette direction du vent affecte surtout le vol des Insectes se dirigeant dans une direction privilégiée, notamment vers l'amont, comportement surtout propre aux femelles. (USSEGLIO-POLATERA, 1985 SOLEM et al, 1987). Par contre, ce n'est pas le cas des espèces des genres *Atripsodes* et *Ceraclea* (Leptoceridae) caractérisés par comportement d'essaimage (SOLEM et al, 1984).

En conclusion, les éléments faunistiques les plus sensibles à l'intensité du vent sont principalement les Ephéméroptères et des Trichoptères de petite taille, comme les Hydroptilidae, connus pour leurs médiocres qualités de voiliers (USSEGLIO-POLATERA, 1985). Les plus sensibles à la direction du vent sont des taxons caractérisés par une direction de vol privilégiée.

Il existe une dualité d'action du vent, intensité - direction (LAPCHIN, 1981; USSEGLIO-POLATERA 1985). Notons que l'action du vent dépend de la situation topographique et géoclimatique de la station prospectée.

1.4.3.3. Pression atmosphérique

L'effet de la pression atmosphérique sur l'activité des Insectes reste discuté. En Grande-Bretagne, CRICHTON (1960) observe une augmentation de l'activité de vol chez certaines espèces nocturnes, surtout de Trichoptères pendant la période de haute pression. Cependant, LAPCHIN (1981) constate que l'abondance de Trichoptères capturés en France par piégeage

lumineux n'est pas corrélée significativement aux variations de pression.

EL ZIADY & OSMAN (1961, in USSEGLIO-POLATERA, 1985) observent également très peu d'effet de la pression atmosphérique sur les captures de Diptères. Par contre, USSEGLIO-POLATERA (1985) signale des différences d'effectifs capturés significatives pour des valeurs extrêmes de pression ($p > 995$ mmHg et $p \geq 1000$ mmHg)

En fait, il est possible que la sensibilité directe des Insectes aux variations de pression soit relativement limitée. En effet, ces variations de pression contribuent à la caractérisation de paramètres météorologiques sans doute beaucoup plus importants, comme la température et le régime des vents et auraient donc surtout un effet indirect.

1.4.3.4. Humidité relative - précipitations

Si une température élevée est indispensable à un bon rendement du piège lumineux, les nuits de captures exceptionnelles nécessitent un minimum de pluie (CRICHTON, 1960). BLOMBERG et al (1978) admettent qu'une pluie faible puisse promouvoir l'activité de vol, principalement durant les périodes sèches.

Par contre, des pluies importantes et continues empêchent toute activité des adultes. Cette inactivité provient peut-être des baisses de températures qui leur sont associées (USSEGLIO-POLATERA, 1985). En effet, STAZNER (1976) constate qu'au Zaïre, où la température varie peu, les précipitations élevées (jusqu'à 70mm de pluie par jour) n'affectent pas le vol des Trichoptères.

CRICHTON (1960) affirme que l'humidité relative n'explique pas les variations de captures des Limnephilidae en automne, dans la mesure où elle garde toujours des valeurs élevées.

L'influence de l'H.R. sur les résultats du piégeage lumineux paraît limitée aux mois de juin et septembre en climat tempéré.

Les précipitations favorables à l'activité des imagos en période estivale deviennent limitantes en automne car elles traduisent le passage à des conditions climatiques défavorables au vol (basses températures, vents forts, basses et hautes pressions) (USSEGLIO-POLATERA, 1985).

1.4.3.5. Nébulosité

BLOMBERG et al (1978) corréllent positivement la nébulosité et l'importance des vols de Trichoptères. Ce facteur agirait surtout de façon indirecte. Ils considèrent en effet qu'un ciel couvert limite le refroidissement nocturne. Le maintien d'une certaine température peut alors prolonger l'activité de vol des Insectes.

USSEGLIO-POLATERA (1985) ne semble pas d'accord avec cette hypothèse. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'à Lyon, une nébulosité élevée traduit essentiellement de mauvaises conditions météorologiques (pluies, faibles températures). Cet auteur a mis en évidence une

réaction inverse des Trichoptères et Ephéméroptères à ce paramètre, une augmentation de la nébulosité se traduisant par une diminution des captures.

De tels résultats contradictoires découlent donc en partie des rapports liant la nébulosité à la pluviométrie ou aux températures éventuellement différentes selon les régions.

1.4.3.6. Discussion et conclusion

Si les variables météorologiques, température, vent, humidité relative, précipitations, luminosité nocturne, nébulosité ont certainement un impact sur l'activité de vol des imagos, il est difficile de considérer qu'un seul de ces facteurs puisse expliquer des variations potentielles d'effectifs. En effet, bon nombre de ces paramètres agissent en synergie (LAPCHIN, 1981). Toutefois, la plupart des auteurs admettent une action prépondérante de la température.

D'une manière générale, les conditions optimales de piégeage correspondent à une stabilité météorologique qui implique automatiquement des variations limitées de la pression autour d'une valeur moyenne. En effet, les faibles températures accentuant la sensibilité des organismes à des paramètres tels que précipitations qui accompagnent les dépressions, sont perçues comme des événements limitants (USSEGLIO-POLATERA, 1985).

Il en est de même des surpressions qui maintiennent le plus souvent les températures à un niveau particulièrement bas. Si l'élévation de la pression en été et en automne concourt au même résultat, en été, les fortes températures qui précèdent souvent les phénomènes orageux dépressionnaires assurent une stimulation de l'activité de vol.

Cette stimulation compense largement une baisse de rentabilité imputable aux précipitations souvent ponctuelles où à l'action des vents.

Il existe donc une importance du sens de la variation de la pression. De plus, cet exemple démontre les interactions de divers paramètres climatiques. Tous les auteurs ne sont pas d'accord sur l'influence de ces paramètres. Ainsi ROJAS-CAMOUSSEIGHT (1985) démontre une absence d'influence des variables météorologiques sur les effectifs des Trichoptères observés lors d'une étude menée en période estivale sur une année déterminée. Ceci pourrait être dû à leur action combinée qui peut d'ailleurs aboutir à une certaine inertie globale des effets.

1.4.4. Paramètres agissant sur les captures

Outre les paramètres agissant sur les larves, l'émergence et le vol, il existe des paramètres liés directement au moyen de capture. Par exemple, il est connu que la pression atmosphérique et le vent agissent sur l'efficacité d'attraction des phéromones.

Dans le cas d'une utilisation de pièges lumineux, les facteurs agissant et affectant les captures sont surtout les lumières "parasites". En effet, pour une attraction optimale du piège lumineux, il serait nécessaire qu'il fonctionne dans une certaine obscurité générale.

Or dans un milieu naturel, il peut y avoir concurrence de facteurs liés à la météorologie tel que le rayonnement lunaire. Mais les facteurs anthropologiques comme l'éclairage public, constituent aussi une concurrence potentielle vis-à-vis du piège lumineux.

1.4.5. Conclusion

Si les populations larvaires subissent l'influence de nombreux paramètres autant physiques que chimiques ou biotiques, l'émergence et le vol des Insectes adultes semblent influencés surtout par des paramètres physiques principalement météorologiques.

parmi l'ensemble des paramètres physiques, la température joue un rôle primordial pour chacun d'eux. Il existe d'autres facteurs primordiaux pour l'ensemble de ces trois aspects.

Ainsi les facteurs influençant la qualité des eaux (pollutions thermiques, mais aussi pollutions organiques et chimiques) affectent non seulement des populations larvaires mais également des individus ailés qui en émanent, car les populations larvaires sont aptes à intégrer les modifications de leur environnement (VERNEAUX, 1973; CHANTARAMONGKOL, 1983). Autrement dit, chaque être vivant (e.a. larves et adultes qui en émanent) existe et se développe dans des conditions écologiques particulières, et sa présence ou son développement fournit donc des indications sur la nature du milieu où on l'observe.

1.5. Utilisation des Insectes comme indicateurs de la qualité des eaux

1.5.1. Introduction

Comme nous l'avons montré dans le chapitre précédent, les Insectes et les Invertébrés benthiques, en général, sont sensibles à divers facteurs caractérisant le milieu aquatique et particulièrement aux facteurs affectant la qualité des eaux.

En milieu aquatique (comme en milieu terrestre d'ailleurs), les pollutions sont souvent discontinues, ce qui limite évidemment la signification des mesures physico-chimiques instantanées.

Par contre, le caractère intégrateur des organismes subissant toutes les variations de la qualité du milieu permet de détecter des pollutions en-dehors d'éventuelles périodes de rejets.

Si différents taxons sont en fait susceptibles d'être utilisés comme indicateurs de la qualité des eaux, les Invertébrés se sont révélés particulièrement adéquats pour ce type d'étude (VERNEAUX, 1973; PERRIN, 1978, ...). Une des raisons en est que les Invertébrés sont relativement peu mobiles, ce qui permet la localisation approximative de l'origine des pollutions. De plus, certains Invertébrés ont un cycle de vie relativement long (plusieurs mois). C'est une facilité supplémentaire pour examiner les effets prolongés de décharges intermittentes ou des concentrations variables de polluants. Un cycle de vie étendu justifie également l'adoption d'échantillonnage périodique (HELLAWELL, 1986).

Pour mener une étude de la qualité des eaux grâce aux Invertébrés, deux approches peuvent être envisagées:

la première s'intéresserait à l'ensemble de la communauté des Invertébrés, l'autre à quelques espèces bien déterminées, qualifiées de bioindicateurs.

1.1.5.2. Approches biocénotiques

L'approche biocénotique se base sur un principe général, dans les eaux non altérées les espèces sont nombreuses et les effectifs moyens ou faibles; en cas de pollution, le nombre total d'espèces diminue fortement, et la dominance d'un petit nombre d'espèces résistantes s'accroît donc facilement.

L'approche biocénotique s'intéresse surtout à la diversité taxonomique. Outre le nombre de taxons, elle se base sur divers indices.

Il s'agit soit d'indices mesurant uniquement la diversité (comme les indices de Simpson ou de Shannon-Weaver), soit d'indices utilisés spécifiquement pour mesurer la pollution comme des indices saprobiques (SLADECECK 1973), des indices biotiques (WOODIWISS, 1964; TUFFERY et VERNAUX, 1967 et le score système de CHANDLER, 1972).

Ces indices sont d'utilisation généralisée car ils constituent une mesure biologique de la diversité ou de la pollution, facile à interpréter (CAIRNS et al, 1971). Mais il existe diverses limites inhérentes au choix d'un indice (MURPHY, 1978), d'où l'intérêt de l'utilisation de plusieurs indices. De plus, l'utilisation de certains indices implique une capacité d'identification de toute les catégories d'organismes rencontrés. Ce qui nécessite le concours de spécialistes très divers. Or, si un niveau d'identification non spécifique est prévu pour la plupart des indices de pollution, ce niveau spécifique est par contre souvent souhaitable pour les indices de diversité.

1.5.3. Bioindicateurs

La présence ou l'absence d'organismes est en relation avec les facteurs biotiques et abiotiques. La constance de cette relation peut être utilisée pour analyser des eaux. Les organismes sont en ce sens des bioindicateurs. La précision des indications apportées par un bioindicateur est fonction de son amplitude écologique, on choisira plutôt comme indicateurs des organismes sténoécés par rapport à un facteur ou un ensemble de facteurs. Le choix se porte également sur des organismes abondant nettement dans des conditions favorables à leur développement.

De nombreux auteurs citent notamment des taxons comme caractéristiques d'eau propre et d'autres d'eau polluée (KOLKWITZ et MARSSON, 1909, in HELLAWELL, 1986; VERNEAUX, 1973; BOURNAUD et AMOROS, 1984, ...).

Il faut toutefois noter que même dans un genre possédant des espèces sensibles vis-à-vis de certaines pollutions, il existe toujours une variance des tolérances écologiques des diverses espèces composant ce genre.

Ceci permet de trouver dans un même genre des espèces tolérantes, d'autres sensibles (RESH et UNZICKER, 1985). Une approche spécifique est par conséquent absolument nécessaire.

Or l'identification d'espèces est souvent délicate, principalement pour les stades larvaires pour lesquels les connaissances sont souvent lacunaires. De plus, même si l'espèce est identifiée, le problème de la connaissance des valences écologiques de beaucoup d'entr'elles constitue une difficulté supplémentaire. En général, pour contourner ce type de difficultés seul un groupe particulier est considéré. C'est ainsi que, récemment, les Trichoptères ont été utilisés par PUIG et al (1981); HIGLER et TOLKAMP (1985); ROJAS-CAMOUSSEIGHT (1985) et USSEGLIO-POTALERA (1985), entre autres.

Pour compléter l'approche des bioindicateurs, des méthodes basées sur la présence de plusieurs groupes taxonomiques ont été développés. Le système des saprobies fait partie de ces méthodes, et rejoint donc l'approche biocénotique, abordée précédemment.

1.5.4. Les Insectes adultes aériens comme indicateurs de la qualité des eaux.

Jusqu'à présent, ce sont surtout les stades aquatiques qui ont été utilisés comme indicateurs de la qualité des eaux. Cependant, étant donné les difficultés d'échantillonnage dans les grandes rivières, quelques chercheurs ont récemment proposé de se servir de stades aériens de formes aquatiques.

Ce type d'étude a notamment été menée sur le Danube par CHANTARAMONGKOL (1983), sur le Rhin, par MALICKY (1980) et sur le Rhône par USSEGLIO-POLATERA (1985) et ROJAS-CAMOUSSEIGHT (1985).

Ces stades abordent soit l'analyse des indices de diversité, soit celles des espèces, dont certaines peuvent être indicatrices, avec les limites inhérentes à ces deux types d'approches.

Apparemment, il semble toutefois que quelle que soit l'approche choisie, il n'existe pas d'opposition majeure à l'utilisation des Insectes adultes aériens, malgré certaines difficultés propres surtout liées à l'échantillonnage. Cette méthode nouvelle, encore peu courante, pourrait cependant s'avérer plus avantageuse, notamment par une identification spécifique plus rigoureuse et plus facile, que l'étude du benthos pour la prospection de grands cours d'eau (CHANTARAMONGKOL, 1983; USSEGLIO-POLATERA, 1985).

1.6. Conclusion

L'échantillonnage du benthos des grosses rivières pose de nombreux problèmes. C'est pourquoi échantillonner les insectes adultes aériens qui émanent de ce benthos a été proposé (RESH, 1976; MALICKY, 1984; CHANTARAMONGKOL, 1983 et USSEGLIO-POLATERA, 1985).

De nombreuses techniques ont été élaborées pour ce type de prélèvements.

Le plus adéquat pour échantillonner sur ces grosses rivières semblent être le piège lumineux. De nombreux auteurs (ANDERSON et al, 1978; CRICHTON & FISHER, 1978, 1981; ANDERSON, 1980, 1985; WARINGER, 1986; ...) confirment d'ailleurs l'intérêt des pièges lumineux pour la représentativité de la biocénose étudiée.

Toutefois, les prélèvements l'Insectes adultes aériens semblent dépendants de nombreux facteurs externes au milieu aquatique, comme par exemple les paramètres météorologiques.

Malgré cela, il semble que les Insectes n'en demeurent pas moins une source appréciable d'informations sur les peuplements en place.

Comme les larves, les Insectes adultes qui en émanent possèdent la capacité d'intégrer les modifications de leur environnement.

Aussi, compte tenu de ces caractéristiques, l'utilisation d'Insectes adultes, comme descripteurs écologiques semble effectivement pouvoir être envisagée.

Deux types d'approches peuvent alors être utilisées. L'une se base sur tous les composants de la biocénose, donne une mesure de la diversité comme réponse à un stress de l'environnement, mais implique souvent une identification spécifique de tous les ordres rencontrés. L'autre approche se base sur la présence d'espèces qui, par leur valence écologique, sont indicatrices des conditions du milieu.

La classe des Insectes se caractérise par une grande diversité, tant sur le plan taxonomique que sur les plans écologiques et éthologiques.

Si dans l'approche d'un écosystème, étudier précisément l'ensemble des Insectes serait idéal, cela s'avère en pratique irréalisable.

Les chercheurs se trouveraient en effet essentiellement confrontés à des problèmes d'identification, mais aussi de détermination des caractéristiques écologiques des diverses espèces ou familles rencontrées.

Lorsqu'on s'intéresse à un milieu aquatique par une méthode de piégeage comme le piège lumineux s'ajoute à cela la difficulté de savoir si chaque taxon récolté provient bien du milieu investigué.

Ce dernier problème peut s'avérer important pour certains groupes d'Insectes adultes aériens qui par leur capacité de vol, peuvent parfois s'éloigner assez fort de leur milieu originel.

Par nécessité, en général, les chercheurs se concentrent donc souvent sur un seul ordre.

En passant en revue les différences d'Insectes aquatiques de nos régions, il semble que

plusieurs s'avèrent peu ou pas utilisables, soit qu'ils sont trop peu développés (Planipennes, Mégaloptères, ...), soit qu'ils présentent à la fois des espèces à larve terrestre et à larve aquatique (Diptères, Coléoptères), soit qu'ils sont difficiles à échantillonner (Odonates), ou encore particulièrement hardus à identifier (Diptères, Chironomidae).

C'est pourquoi, en milieu aquatique, le choix se porte généralement sur les Trichoptères, ordre essentiellement aquatique, suffisamment bien diversifié dans ce milieu et facile à échantillonner. Les difficultés d'identification spécifique des Trichoptères sont susceptibles d'être résolues pour la plupart des groupes. Seuls quelques femelles restent difficiles ou impossibles à identifier. Outre l'avantage de pouvoir travailler dans une entité écologique cohérente, ceci permet de rassembler une information sur l'écologie des espèces récoltées.

En effet, pas mal de données sur les habitats, l'éthologie, le régime alimentaire et la physiologie de nos quelques 200 espèces belges (STROOT, 1985) ont été publiées dans la littérature.

Même si ces données sont encore fort lacunaires, elles devraient permettre une certaine interprétation des résultats, et notamment d'évaluer la vraisemblance de la découverte de telle ou telle espèce dans le milieu concerné surtout si d'autres biotopes favorables n'en sont pas éloignés. Grâce à leur diversité taxonomique et écologique, et par le fait que cet ordre est relativement bien connu, les Trichoptères peuvent donc constituer de bons indicateurs potentiels.

Toutefois, la variabilité géographique, notamment des cycles de vie de la diversité des types de vol constitue des difficultés particulières pour interpréter correctement un inventaire faunistique des Trichoptères adultes.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Choix méthodologique

2.1.1. Objectifs et démarche

Le choix méthodologique s'est effectué en fonction de notre objectif : considérer la possibilité d'étudier un grand cours d'eau, grâce aux prélèvements d'Insectes adultes aériens, principalement les Trichoptères.

2.1.2. Choix des stations

Notre choix s'est porté sur des stations à la fois assez différentes sur le plan qualité de l'eau, mais relativement comparables par ailleurs. C'est pourquoi deux stations à l'amont de Namur (Dinant, Tailfer) et une en aval (Andenne) ont été sélectionnées.

Ce choix s'est porté finalement sur ces stations, car elles ne sont guère éloignées l'une de l'autre. Afin d'éviter des déplacements trop considérables, lors du relevé des pièges.

2.1.3. Piégeage

La capture d'Insectes adultes par piège lumineux constitue une méthode adéquate pour diverses raisons.

Le milieu prospecté est un grand cours d'eau où l'étude du benthos n'est pas toujours aisée. De plus, l'intérêt bioécologique du prélèvement d'Insectes adultes émanant du benthos, grâce au piège lumineux a déjà été démontré par divers auteurs (CRICHTON, 1960; ULFSTRAND, 1970; ANDERSEN et al, 1978).

Lors de la mise au point méthodologique, il fût décidé de faire fonctionner le piège 2 heures, une heure avant et une heure après le coucher du soleil.

En effet, notre intérêt se porte essentiellement sur les Trichoptères et de nombreuses espèces de cet ordre volent au crépuscule (§ 1.2.4).

Toutefois, étant donné la spécificité du comportement animal vis-à-vis d'une source lumineuse de longueur d'onde déterminée, les captures ne peuvent directement constituer une représentation exacte du peuplement présent.

Il paraissait donc intéressant de déterminer dans quelle mesure et de quelle manière l'image du peuplement autochtone était biaisée.

Pour ce faire, l'utilisation simultanée du piège lumineux, et d'une méthode complémentaire d'investigations : le piège à glu fut décidé.

2.1.4. Schéma expérimental d'interprétation

La période déchantillonnage s'étend du 6 avril au 19 juillet 1987. l'échantillonnage débute en avril, car c'est approximativement à cette période que l'on observe le vol des premiers Trichoptères dans nos régions.

Durant cette période, 2 heures toutes les nuits sont inventoriées simultanément sur les 3 stations (1 heures avant et 1 heure après le coucher du soleil) et les pièges sont relevés 1 fois par semaine. un suivi des conditions météorologiques est effectué parallèlement.

Du 13/07 au 17/07/87, un 4ème piège est ajouté à Tailfer.

Quatre nuits furent alors totalement inventoriées soit une heure avant le coucher et 1 heure après le lever du soleil.

Du 16/07 au 17/07/87, les deux pièges fonctionnant l'un toute la nuit et l'autre ne fonctionnant que 2 heures sont relevés tous les jours.

2.2. Description du milieu et des stations

2.2.1. La Meuse

La Meuse prend sa source sur le plateau de Langres (France), à 402m d'altitude (VEREERSTRAETEN, 1972).

De sa source à son embouchure, la Meuse parcourt 925 km dont 492 en France, 194 en Belgique et 239 aux Pays-Bas.

Le Bassin hydrographique de la Meuse, s'étend sur une superficie de 36.071km² dont 40,7% en Belgique.

Dans un premier temps, elle s'écoule du Sud au Nord, drainant un bassin étroit pauvre en affluent, qui s'élargit en aval de Verdun. Ce n'est qu'à Bazeilles, à 337km de sa source qu'elle reçoit un premier affluent présentant un débit respectable : la Chiers.

Elle reçoit ensuite la Semois, le Viroin, puis la Houille à Givet où elle entre en Belgique.

La largeur de la Meuse en Belgique est d'environ 100m.

Elle subit une dénivellation d'environ 50m, ce qui leur donne une pente assez faible (0,25‰).

En Belgique, elle reçoit successivement les eaux de l'Hermeton, de la Lesse, du Bocq, de la Molignée, et à Namur de la Sambre, son affluent le plus important.

A cette confluence, la Meuse prend une direction Nord-Est jusqu'au Pays-Bas. Par opposition à la Haute Meuse, en amont de cette confluence.

En aval de Namur, le fleuve reçoit les eaux du Samson, de la Mehaigne, du Hoyoux, de l'Ourthe et du Geer.

A partir de Liège, la Meuse s'écoule de nouveau vers le Nord jusqu'à son embouchure.

Dans notre pays, la Meuse a perdu son caractère naturel. Elle est canalisée et son cours est interrompu par une série de barrages - écluses pour la rendre propice à la navigation.

Elle se présente donc comme une succession de biefs à pente très faible.

Le gabarit du fleuve en amont de Namur est de 1350T mais sera porté prochainement à 2000T; il est de 2000T en aval et des travaux qui se terminent actuellement le porte à 9000T (4 x 2250T).

Les impératifs de la navigation ont nécessité la consolidation des berges par des perrés obliques (amont de Namur) et par des murs verticaux ou obliques, le plus souvent bétonnés (aval de Namur, amont des barrages)

Le débit annuel moyen de la Meuse, mesuré à Ampsin-Neuville pendant les années 1980 à 1984, a été respectivement de 248, 278, 225, 229 et 252m³/sec. En période de crues, le débit quotidien dépasse 100m³/sec. En période d'étiage, il avoisine 50m³/sec. et peut descendre en dessous de 20m³/sec.

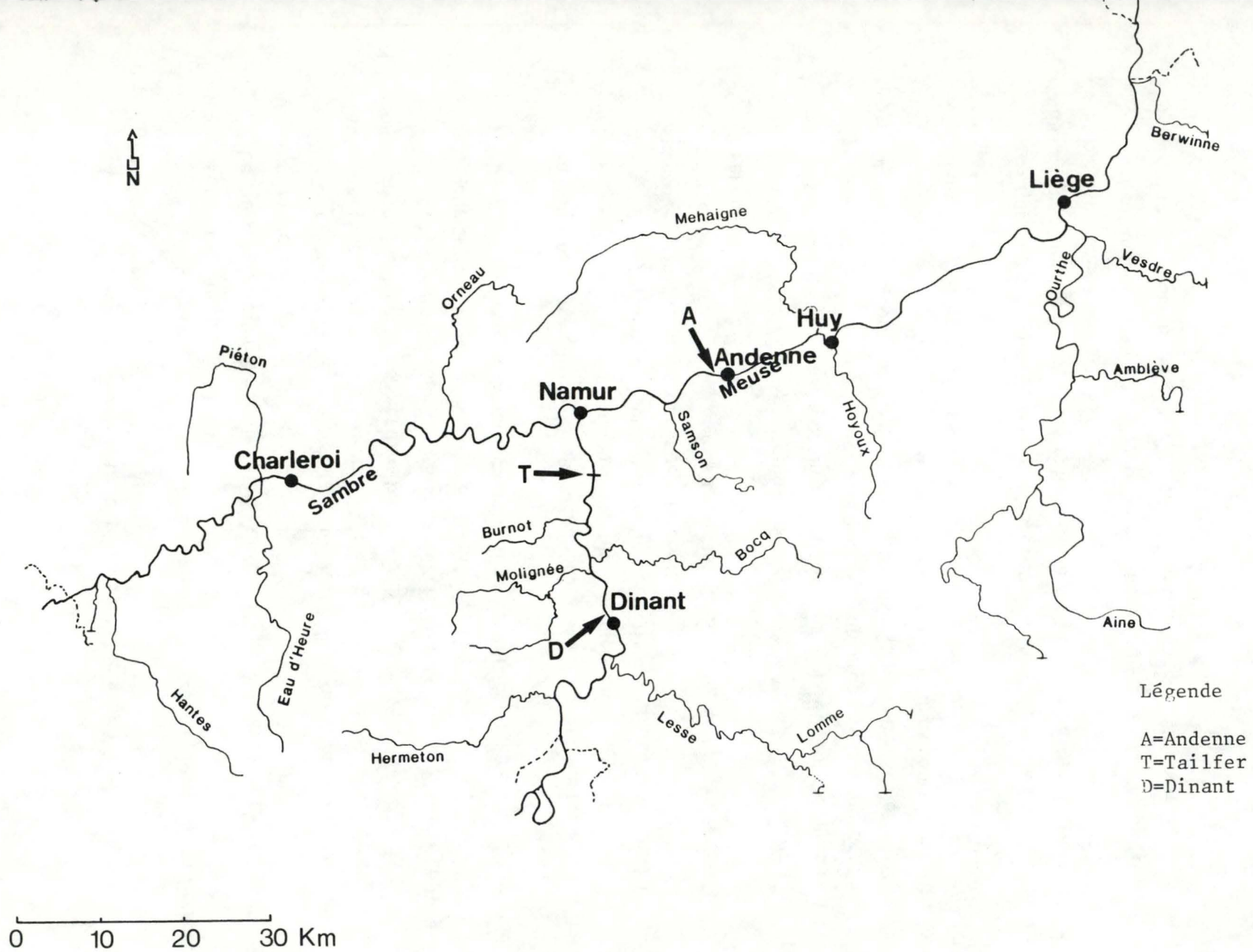


Figure 20 : Sites des prélèvements effectués en Meuse d'avril à juillet 1987.

La Meuse est donc une rivière à régime pluvial de zones tempérées, présentant un maximum en hiver et un minimum en été.

Le régime thermique de la Meuse est perturbé par plusieurs centrales nucléaires (Chooz et Tihange) ou thermiques (Les Awirs) et par le complexe sidérurgique liégeois.

En amont de la central nucléaire de Tihange, la température des eaux du fleuve fluctue entre 1°C (minima observé généralement en janvier et février) et 25°C (maxima observé généralement en juillet et août) au cours de cette période 1980 à 1984.

Les variations naturelles saisonnières sont donc importantes (KIRCHMAN et al, 1985).

Les caractéristiques physico-chimiques de la Meuse sont dans l'ensemble relativement homogènes. Ses eaux sont caractérisées par une composition ionique bien équilibrée, du type "calcaire riche", elles présentent un pH élevé, supérieur à 7,5 en conditions normales, une conductivité comprise entre 250 et 600 $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ à 25°C et un contenu minéral dominé par Ca^{++} et HCO_3^- (environ 3meq/l). Ces caractéristiques sont liées aux terrains carbonatés, assez nombreux, traversés par la Haute-Meuse et ses affluents (DESCY, 1973; VAN CRAENENBROECK et VAN DEN BOS, 1983; RIWA, 1985).

La confluence avec la Sambre provoque une augmentation des concentrations en Ammoniaque, en Nitrates et Phosphates, et de la conductivité suite à un apport de Chlorures, de Calcium et de Sodium.

En région liégeoise, outre les pollutions industrielles, on assiste à une diminution de la concentration en Oxygène dissous, et une nouvelle augmentation en Phosphates et Ammoniaques.

Les analyses physico-chimiques mettent en évidence une bonne qualité des eaux de la Haute-Meuse, et une altération progressive des eaux en aval de Namur.

Cette altération est imputable aux eaux très polluées de la Sambre mais également aux nombreuses sources de pollution : effluents industriels, confluence avec l'Ourthe-Vesdre dans la région liégeoise où la situation devient souvent critique en période d'étiage.

2.1.2. Description et localisation des stations de prélèvements

Comme nous l'avons signalé plus haut, trois stations ont été sélectionnées dont 2 en amont de Namur (Dinant et Tailfer) et une en aval (Andenne) pour effectuer nos prélèvements (fig. 20).

Ces différentes stations sont décrites ci-dessous d'amont vers l'aval. Les Insectes adultes aériens présentent parfois une grande capacité de vol (ex. Limnephilidae), les résultats peuvent être biaisés par des individus émergeant d'écosystèmes aquatiques voisins. C'est pourquoi pour chacune des stations, ces écosystèmes sont cités et localisés.

Les trois stations sont également caractérisées par les paramètres physico-chimiques de l'eau. Mais ne disposant pas de ces données pour Dinant et Andenne, nous avons choisi la station d'Hastière pour caractériser Dinant, et Namèche pour Andenne.

Tableau XI : Principaux paramètres physicochimiques de la Meuse caractérisant le tronçon étudié (d'après RIWA, 1985)

	Hastière	Tailfer	Nomeche
Débit (M ³ /sec)	109	126	146
Température (°C)	12,5	12,0	12,0
[O ₂]	11,2	10,4	12,5
Saturation	103	94	113
MES	17	24	37
3H (Bq/l)	23	23	22
pH	8,17	8,08	8,21
Conductivité (ms/m)	45	42	64
Cl ⁻ (mg/l)	22	21	71
SO ₄ ⁼ (mg/l)	32	30	40
NO ⁺ (mg/l)	11	10	32
K ⁺ (mg/l)	3,2	3,1	3,4
Ca ⁺⁺ (mg/l)	66	63	75
Mg ⁺⁺ (mg/l)	6,40	7,56	9,11
Dureté totale	1,94	1,88	2,26
Absorption U.V.	7,3	7,2	7,8
DOC	2,5	2,3	4,1
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,07	0,05	0,71
NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,57	1,68	2,83
PO ₄ ⁻³ (mg/l)	0,07	0,09	0,13
Fe (mg/l)	0,48	0,72	0,49
Ca (mg/l)	4	3	6
Pb (mg/l)	4	5	7
F ⁻ (mg/l)	0,11	0,12	0,16
Zn (mg/l)	-	-	43

Une comparaison de ces stations sur base de leurs paramètres physico-chimiques pourra être alors être abordée.

2.1.2.1. Dinant

Station dont les coordonnées U.T.M. sont FR 358 704.

A l'aval de Dinant se trouve encore un ancien barrage (en voie de démantèlement). Cet ancien barrage comprend de la rive gauche à la rive droite : une écluse, une passe dite navigable à fermettes et aiguilles.

La largeur de la Meuse à cet endroit est de plus ou moins 200m.

L'affluent le plus proche est le petit ruisseau "Les Fonds de Leffe", aboutissant juste en amont du barrage.

Quelques paramètres physico-chimiques d'Hastière sont repris dans le tableau XI.

2.1.2.2. Tailfer

FR 339 850

A Tailfer on trouve un barrage nouvellement construit. Ce barrage comprend en rive gauche une écluse et en rive droite le barrage proprement dit, constitué de 3 pertuis de 20m.

La largeur de la Meuse est de plus ou moins 110m au site de Tailfer. Proche du barrage de Tailfer se trouvent des sites aquatiques, d'où sont susceptibles d'émerger divers Insectes. Il s'agit de deux noues longeant la rive gauche, l'une à 200m en amont du barrage recouvre une surface de plus ou moins 660m² (60/11), l'autre juste en aval, plus grande approximativement 5900m² (290/18).

Divers petits cours d'eau aboutissent également à proximité. En rive droite à 800m se situe la confluence du grand ri, à 1,160km le Ry de Tailfer et à 1,900km le ruisseau de Dave.

Les données physico-chimiques relatives à Tailfer sont reprises dans le tableau XI.

2.1.2.3. Andenne

FR 468 957

A Andenne se trouve un complexe barrage - écluse et centrale hydro-électrique. Il présente des caractéristiques suivantes (fig. 21) :

En rive gauche, l'écluse, dont les dimensions du sas permettent le passage de convois de 9000T.

Le barrage est constitué de 5 pertuis de 22 mètres.

Une passerelle permettant le passage des véhicules de services.

Tableau XII : Principaux paramètres physicochimiques de la Meuse présentant des modifications singificatives en aval de Namur en 1985 (d'après RIWA, 1985) (- = non mesuré)

Paramètres	Haute Meuse		Basse Meuse					
	Hastière	Tailfer	Namèche	Liège				
pH	8,17	8,08	8,21	7,94				
Conductivité (ms/m à 20°C)	45	42	64	57				
Cl ⁻ (mg/l)	22	21	71	64				
SO ₄ ⁼ (mg/l)	32	30	40	45				
Na ⁺ (mg/l)	11	10	32	28				
DOC (mg/l)	2,5	2,3	4,1	3,9				
PAK (µg/l)	-	0,15	0,24	0,25				
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,07	0,05	0,71	0,60				
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,01	0,01	0,07	0,12				
Cu (µg/l)	4	3	6	7				
Pb (µg/l)	4	5	7	7				
F ⁻ (µg/l)	0,11	0,12	0,16	0,84				
Valeurs extrêmes								
O ₂ (mg/l)	3,0	22,5	7,4	14,8	9,1	16,2	4,5	15,4
Saturation O ₂ (mg/l)	91	120	87	122	100	168	47	112

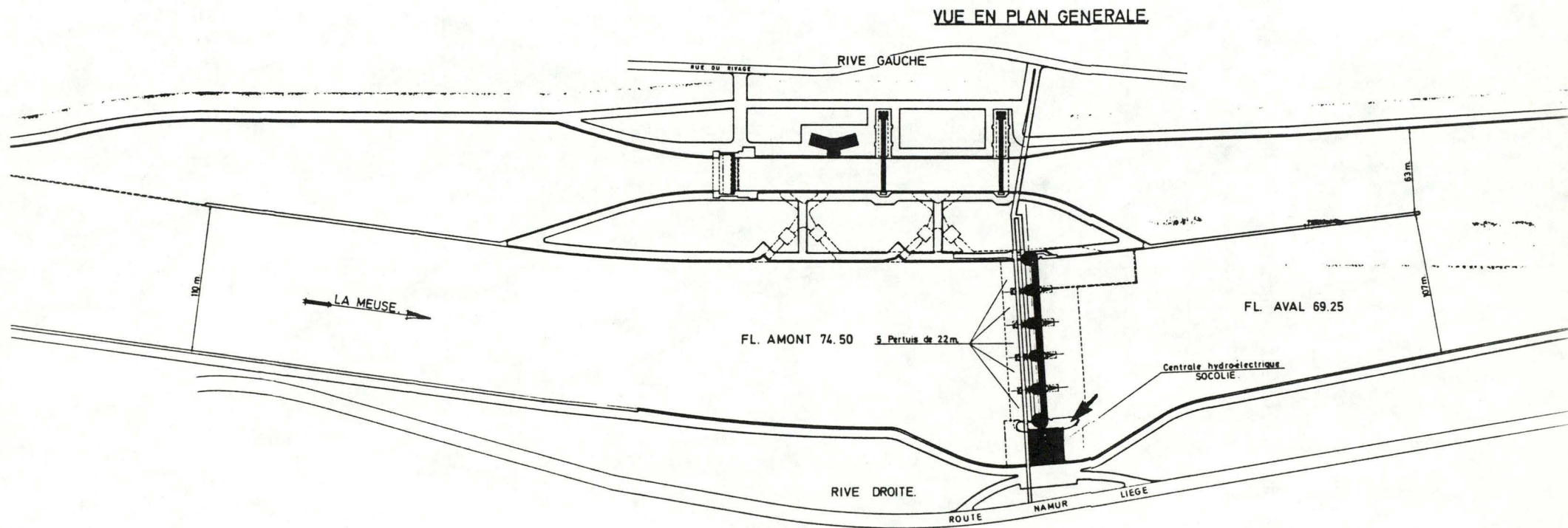


Figure 21 : Barrage d'Andenne (+ : localisation du piège lumineux).

En rive droite, une centrale hydroélectrique accolée, de 3 x 3000Kw, construite par la SO.CO.LIE

Proche de la rive gauche (approximativement 400m) se situe un étang d'une superficie de l'ordre de 10.000m².

Deux petits cours d'eau aboutissent de part et d'autre du barrage à 100m de celui-ci, en rive droite.
Quelques paramètres physico-chimiques de Namèche sont repris au tableau XI.

2.1.2.4. Comparaison des stations de prélèvements

Lorsqu'on examine les caractéristiques physico-chimiques de la Haute-Meuse, à Hastière et Tailfer (Tab. XII), on n'observe pas de différences importantes. Cette relative homogénéité des paramètres en Haute-Meuse, permettrait d'accepter la caractérisation des eaux de Dinant par les données enregistrés à Hastière.

Toutefois, l'exploitation touristique du bassin de la Lesse et de la région de Dinant doivent probablement provoquer une altération de la qualité des eaux. Mais selon DERMINE (1985), les mécanismes d'auto-épuration performants permettent de garder une bonne qualité des eaux de la Meuse, d'où les faibles variations entre Hastière et Tailfer

Par contre, l'observation des paramètres physico-chimiques de la Haute-Meuse et de la Meuse en aval de Namur montre un certain nombre de différences imputables aux eaux de la Sambre très polluées et aux affluents des industries de la région liégeoise.

On assiste ainsi à une augmentation de la conductivité suite à un apport en sels divers, de la teneur en matières organiques dissoutes (TOC), en hydrocarbures aromatiques (PAK), en ammonium, nitrate, nitrite, en métaux lourds : cuivre, Plomb, et en fluor.

La haute teneur en nitrate entraîne par moment une augmentation de la croissance du phytoplancton. Cette eutrophisation et l'abondance des rejets organiques y entraînent des variations extrêmes de la teneur en O₂.

La Sambre provoque donc une rupture assez brusque dans la qualité des eaux de la Meuse en Belgique.

De plus, à partir de cette confluence, le trafic fluvial augmente considérablement, les aménagements de la Meuse sont donc conséquents, modifiant encore davantage le milieu originel.

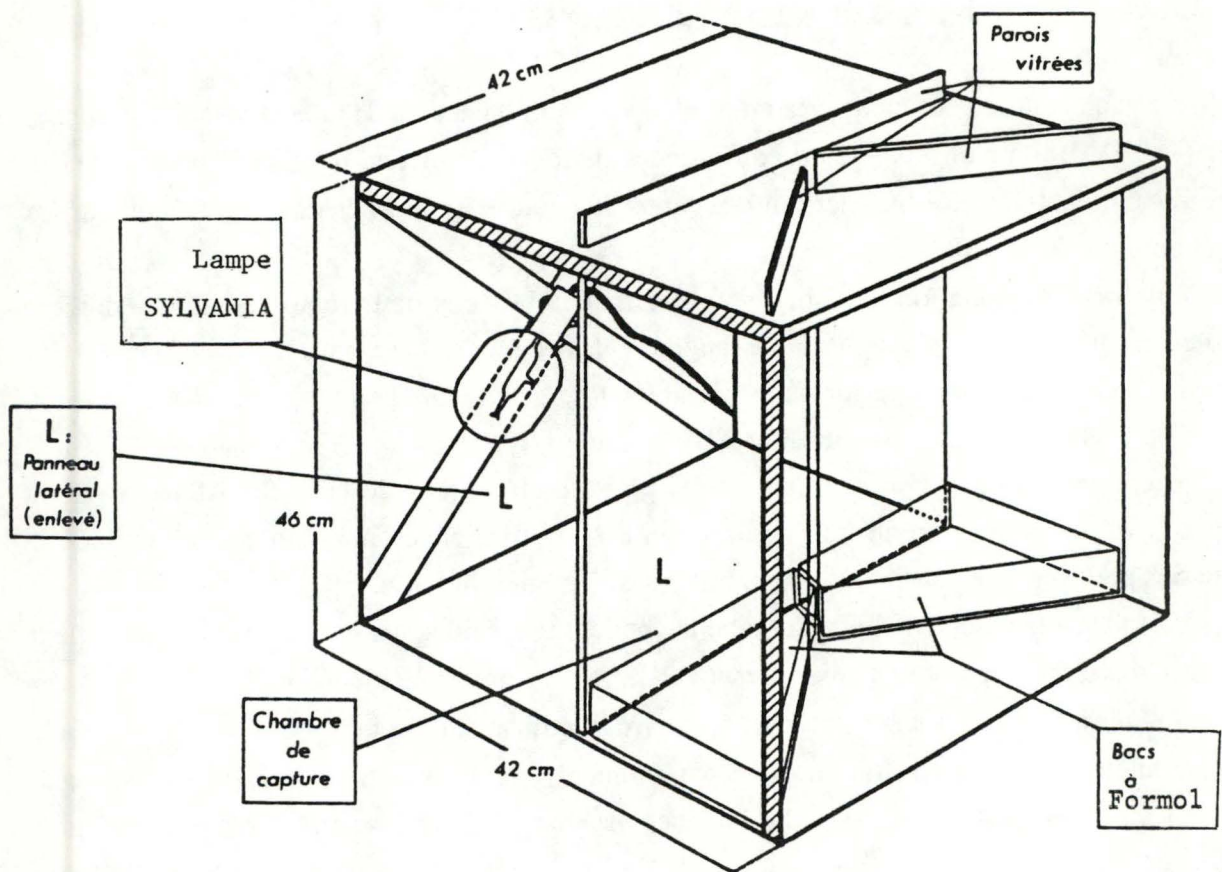


Figure 22 : Piège lumineux (Modifié d'après le piège d'USSEGLIO-POLATERA)

2.3. Description et disposition des pièges

2.3.1. Piège lumineux

a. Description

Le piège utilisé est un piège lumineux directionnel, analogue à celui utilisé par USSEGLIO-POLATERA (1985) (fig. 22) muni d'un tube SYLVANIA F8W/Blackwite 350.

Le piège est formé d'un corps en P.V.C., fermé sur cinq faces et séparé en deux parties par une paroi vitrée médiane coulissante. le compartiment arrière contient la source lumineuse.

Le compartiment avant est délimité vers l'extérieur par deux vitres amovibles disposées en entonnoir, il constitue la chambre de capture. Ces deux vitres ménagent entre elles une ouverture de 35mm; ceci afin d'éviter la pénétration des plus gros Lépidoptères ainsi que la sortie des Insectes capturés.

Sur les parois latérales de la chambre de capture sont disposées deux demi-plaquettes insecticides Mafu Mini-Strip 10 de Bayer, destinées à tuer les insectes séjournant dans cette chambre.

Les Insectes piégés sont alors recueillis dans deux bacs amovibles épousant la forme du plancher de la chambre de capture et contenant du formol à 10%. L'angle du rayon lumineux est de 38°.

Le temps de fonctionnement du piège est réglé par une minuterie Vynckier 039/2800-001.

Ce temps de fonctionnement est modifié chaque semaines en fonction de l'évolution de l'heure du coucher du soleil.

b. Disposition des pièges

Les pièges sont tous disposés sur l'infrastructure des barrages-écluses, en fonction des sources d'électricité disponibles. Ils sont orientés globalement au Nord-Est (20°) et vers l'aval.

A Dinant, le piège est placé sur la pointe aval du mur séparant le sas de l'écluse de l'aval du barrage par conséquent en rive gauche.

A Tailfer, le piège est disposé plus ou moins au centre de la Meuse, sur le deuxième pilier de soutien du barrage, à l'aplomb des vannes. Le piège utilisé pour la prospection de nuit complète a été placé sur le premier pilier de soutien, approximativement à 20 mètres du premier piège.

A Andenne, le piège se trouve sur la pointe de la jetée séparant la sortie de la centrale électrique de l'aval du barrage, en rive droite.

Le barrage de Dinant est un ancien barrage. Les nouveaux barrages de Tailfer et Andenne sont plus grands, les pièges y sont disposés plus haut au-dessus du niveau moyen des eaux (3,15m contre 2m à Dinant).

2.3.2. Le piège à glu

Le piège utilisé comme référence est un piège à glu. Ce piège est composé d'une plaque rectangulaire de plexiglass transparent de 60x70cm enduite sur ces deux faces d'une glu incolore (Tanglefoot), soluble dans la térébenthine.

La plaque est suspendue à la balustrade du barrage de Tailfer, à proximité du piège mais en arrière de celui-ci. Cette plaque à une orientation Nord-Ouest (340°).

2.3.3. Le piège de WARD

Un autre type de piège a été utilisé occasionnellement en guise de comparaison. Il s'agit du piège de WARD'S muni d'un tube Sylvania F8F5 (Blue light) et alimenté par une groupe portatif Honda.

Ce piège a été disposé en aval du barrage de Tailfer sur la rive gauche et a fonctionné un peu plus de deux heures au crépuscule.

2.4. Eléments d'analyse et d'interprétation des résultats

2.4.1. Traitement et identification du matériel

Après récupération du contenu des pièges, les organismes sont préservés dans une solution d'alcool à 70°.

Le matériel est ultérieurement trié, selon les grands groupes faunistiques. Les individus sont ensuite identifiés puis dénombrés.

L'identification a été réalisée jusqu'au niveau de la famille pour les différents groupes aquatiques ou potentiellement aquatiques.

Les ouvrages d'identifications utilisés sont :

- ELLIOTT et HUMPECH (1983) pour les Epheméroptères
- ELLIOTT (1977) pour les Megaloptères
- STROOT (non publié) et RICHOUX (1982) pour les Coléoptères
- OOSTERBROECK (1986) pour les Diptères.

L'identification est menée jusqu'au niveau spécifique pour les Trichoptères principalement à l'aide de MACAN (1973) et de MALICKY (1983).

L'identification des Trichoptères a été vérifiée par Ph. STROOT (U.N.E.C.E.D.-F.N.D.P.).

2.4.2. Données faunistiques

Les inventaires faunistiques obtenus dans le cadre de cette étude peuvent être comparés à des travaux de référence sur la faune de la Meuse. Pour les communautés d'Invertébrés, il existe peu d'études anciennes, sauf celle de DAMAS (1939), Par contre, deux études récentes, ont été très utilisées : celle de MEURISSE-GENIN et al (1987) et D'UDEKEM (1987) sur la faune benthique.

Les sources principales d'information sur l'écologie des Trichoptères sont les travaux :

de HICKIN (1967) en Grande-Bretagne

de ILLIES (1961)

de DECAMPS (1968) en France

et de WALLACE (1981) sur les Leptoceridae en Grande-Bretagne.

En ce qui concerne les périodes de vol des Trichoptères en Belgique, le fichier de Ph. STROOT (Banque des données Entomologiques, Gembloux) actualisé, a été utilisé.

2.4.3. Données météorologiques et hydrologiques

L'influence de nombreux facteurs sur les résultats du piégeage des Insectes adultes aériens rend aléatoire leur interprétation écologique.

Tableau XIII : Expressions, définitions et unités des variables météorologiques et hydrologiques retenus comme descripteurs écologiques de l'évolution hebdomadaire des captures d'Insectes aériens durant la période prospectée.

* : Temps universel correspond au temps d'été - 2 heures + 20 minutes

** : Les paramètres météorologiques température et pression sont mesurées toutes les heures, les moyennes hebdomadaires sont donc mesurées à partir de 7 x 24 valeurs journalières

*** : Ces moyennes hebdomadaires sont calculées à partir de 7 valeurs journalières de la semaine.

Variables	Dési- gnation	Unité
<u>Paramètres météorologiques</u>		
Température moyenne (**)		°C
Température maximale	T max	°C
Température minimale	T min	°C
Température crépusculaire moyenne	Tc	°C
Température crépusculaire maximale		°C
Température crépusculaire minimale		°C
Refroidissement crépusculaire	dT	°C
Pression atmosphérique moyenne (**)		mb
Nébulosité crépusculaire moyenne.		octat
Humidité atmosphérique moyenne.		%
Intensité moyenne des vents		noeud
Direction moyenne des vents		
Précipitation hebdomadaire		mm
Fraction illuminée de la lune-moyenne (***)		
<u>Paramètres hydrologiques</u>		
Débit moyen (***)		m ³ /sec
Température moyenne (***)		°C

Nous ne pouvons donc négliger l'ensemble des variables météorologiques et hydrologiques susceptibles à priori, de déterminer une partie des résultats.

Les données météorologiques proviennent du centre météorologique de Saint-Hubert, les données hydrologiques de la C.I.B.E. (Compagnie Intercommunale Bruxelloise des eaux) de Tailfer.

Ces données sont très détaillées, elles consistent par exemple en un suivi heure par heure de presque tous les descripteurs météorologiques.

En fonction des résultats de notre révision bibliographique (§ 1.4.3), nous avons retenu comme descripteurs écologiques potentiels, les variables météorologiques et hydrologiques suivantes (Tab. XIII) :

a. Variables météorologiques

Température moyenne hebdomadaire (°C) :

Nous disposons de mesures horaires de la température. La température moyenne de la semaine est la moyenne des températures moyennes journalières =

$$\sum \frac{\begin{array}{c} 24 \text{ heures} \\ (T^\circ) \\ 0 \text{ heure} \end{array}}{24}$$

Température maximale moyenne - Tmax (°C) :

La température maximale de la semaine étudiée, généralement observée au cours de l'après-midi.

Température minimale de la semaine - Tmin (°C) :

La température minimale de la semaine étudiée mesurée habituellement en fin de nuit.

Température crépusculaire journalière :

Moyenne des températures de 18 heures TU et 21 heures TU =

$$\frac{T^\circ 18h TU + T^\circ 21h TU}{2}$$

Température crépusculaire moyenne hebdomadaire - Tc (°C) :

Moyenne des températures crépusculaires journalières.

Température crépusculaire maximale de la semaine (°C) :

La température crépusculaire maximale mesurée durant la semaine.

Température crépusculaire minimale de la semaine (°C) :

La température crépusculaire minimale mesurée durant la semaine.

Refroidissement crépusculaire - dT (°C) : $dT = T_{max} - T_c$

Il correspond à la différence de la température maximale et de la température crépusculaire moyenne de la semaine.

Pression atmosphérique moyenne hebdomadaire (mb) :

Nous disposons de mesures horaires de la pression atmosphérique. La pression moyenne de la semaine est donc la moyenne des pressions atmosphériques moyennes journalières =

$$\sum \frac{\overset{24 \text{ heures}}{(P)} \text{ 0 heure}}{24}$$

Nébulosité crépusculaire journalière (octats) :

Moyenne des intensités des nébulosités de 18 heures TU et 21 heures TU =

$$\frac{N \text{ 18h TU} + N \text{ 21h T}}{2}$$

Nébulosité moyenne hebdomadaire (octats) :

Moyenne des nébulosités crépusculaires journalières. L'octat exprime un pourcentage moyen de recouvrement du ciel par les nuages.

Humidité atmosphérique moyenne hebdomadaire (%) :

Exprime le pourcentage de vapeur d'eau présent dans l'atmosphère par rapport à la saturation.

Intensité journalière des vents crépusculaire (noeuds) :

Moyenne des intensités des vents de 18 heures TU et 21 heures TU =

$$\frac{V \text{ 18h TU} + V \text{ 21h T}}{2}$$

Intensité du vent - moyenne crépusculaire hebdomadaire :

Moyenne des intensités journalières des vents (au crépuscule).

Tableau XIV : Données météorologiques et hydrologiques hebdomadaires sur la période
d'échantillonnage (avril - juillet, 1987)

SEMAINES	6/04 -	13/04 -	20/04 -	27/04 -	4/05 -	11/05 -	18/05 -	25/05 -	1/06 -	8/06 -	15/06 -	22/06 -	29/06 -	6/07 -	13/07 -
VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Caractéristiques météorologiques															
T° moyenne (°C)	6.0	9.0	9.8	10.4	8.2	4.9	6.3	11.3	11.5	10.1	9.2	13.1	18.1	16.7	15.3
T° max. (°C)	14.5	20.7	19.9	19.2	19.6	11.4	16.6	20.8	16.4	16.6	16.1	20.1	27.8	25.6	24.8
T° min. (°C)	0.0	0.5	2.3	0.0	0.5	-0.1	0.9	3.8	7.2	4.5	2.9	7.2	9.6	5.7	9.6
T° moyenne crépusculaire (°C)	4.7	7.9	9.0	8.7	6.3	4.7	6.1	10.4	10.4	8.6	8.4	12.1	15.8	15.1	14.0
T° crépusculaire max. (°C)	7.9	11.5	13.6	14.6	12.3	8.2	10.2	13.7	12.4	10.5	11.0	16.2	20.2	19.8	19.7
T° crépusculaire min. (°C)	1.0	3.3	3.7	1.2	3.3	1.0	3.5	5.6	7.8	6.2	5.8	9.2	12.7	10.0	10.9
dT = Tmax. - T(c) (°C)	9.8	12.8	10.9	10.5	13.3	16.7	10.5	10.4	6.0	8.0	7.7	8.0	12.0	10.5	10.8
Pression atmosphérique (mmb)	1011.7	1025.9	1021.8	1019.7	1020.7	1010.0	1017.3	1018.3	1012.0	1011.3	1012.0	1018.5	1021.5	1018.3	1008.7
Nébulosité (octat)	5	4	5	4	4	6	6	5	7	6	7	5	3	4	5
Humidité atmosphérique (%)	59	49	51	52	49	61	66	60	62	58	65	68	48	47	53
Vent intensité (noeud)	5	4	6	6	11	7	7	5	6	4	5	6	8	3	9
Vent direction	S-O	VA	VA	S-E	N	S-O	N-O	N-O	S-O	S-O	N-O	S-O	N-E	N-O	VA
Précipitation (mm)	36.50	1.25	20.20	8.90	18.55	39.20	37.68	16.05	1.52	20.22	7.33	4.45	0.00	0.30	25.85
Fraction illuminée de la lune	0.72	0.91	0.29	0.07	0.85	0.94	0.42	0.03	0.42	0.94	0.55	0.77	0.31	0.89	0.68
Caractéristiques "physiques" des eaux de la Meuse															
Débit (m3/s)	217	196	146	124	113	142	132	108	100	108	175	232	199	119	122
Température (°C)	10.8	12.9	14.9	15.4	12.9	12.4	12.4	15.4	15.6	16.5	14.4	16.2	20.3	21.5	21.2

Direction des vents - moyenne crépusculaire hebdomadaire

Exprime la direction d'où proviennent les vents dominants au crépuscule. La désignation VA exprime alors dans le tableau de données des directions des vents non stabilisées.

Précipitation hebdomadaire (mm) :

Somme des précipitations journalières, exprimée sous forme de hauteur d'eau (en mm) tombée au cours des 7 jours de piégeage.

Fraction illuminée de la lune - moyenne hebdomadaire :

Rapport entre la surface éclairée de la lune et la surface totale.

b. Variables hydrologiquesDébit moyen hebdomadaire (m³/ec)Température moyenne hebdomadaire de l'eau (°C)

Les données météorologiques et hydrologiques récoltées sur la période d'échantillonnage sont reprises dans le tableau XIV. Les figures 23 et 24 reprennent les températures et débits journaliers mesurés à Tailfer en 1987.

Nous avons observé durant la période d'échantillonnage des conditions météorologiques particulièrement mauvaises.

Le tableau de données met surtout en évidence deux mois où les conditions sont mauvaises les mois de mai et de juin. Les températures sont anormalement basses : température moyenne de mai 1987 : 7,7°C (norm. 12,8), et température moyenne du mois de juin 1987 : 11°C (norm. 14,9).

De plus, sur l'ensemble de la période, la fréquence des précipitations est exceptionnellement élevée.

Ces conditions ne semblent pas favorables au vol des imagos (§ 1.4.3). Seules quelques semaines paraissent se distinguer, principalement les 13^{ème} semaine (29/06 au 7/07) et 14^{ème} semaine (6/07 au 12/08) avec un réchauffement notable, une température crépusculaire assez élevée, pas ou peu de précipitations.

Les données hydrologiques montrent des débits anormalement élevés, principalement aux mois de juin-juillet (débit moyen de 1/06 au 13/07/87 : 168m³/sec) où les débits devraient être faibles puisque nous sommes en période d'étiage.

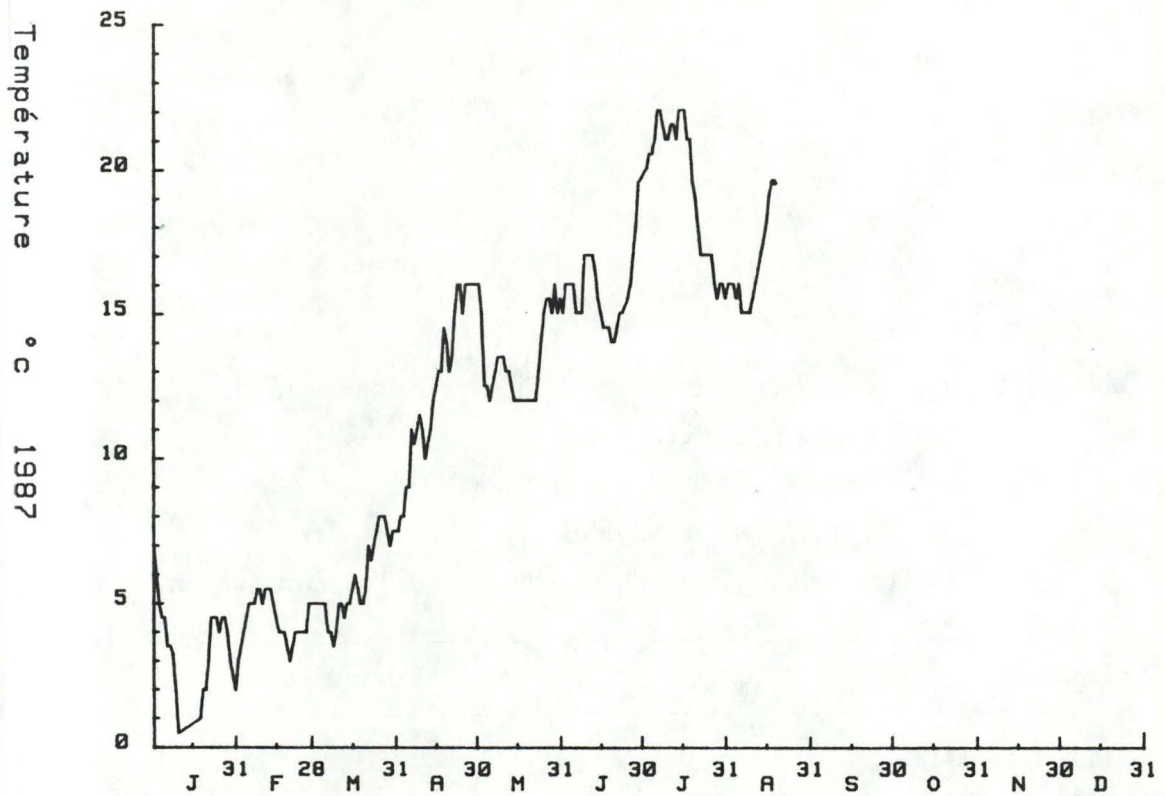


Figure 23 : Températures journalières (°C) mesurées à Tailfer (CIBE) - Année 1987.

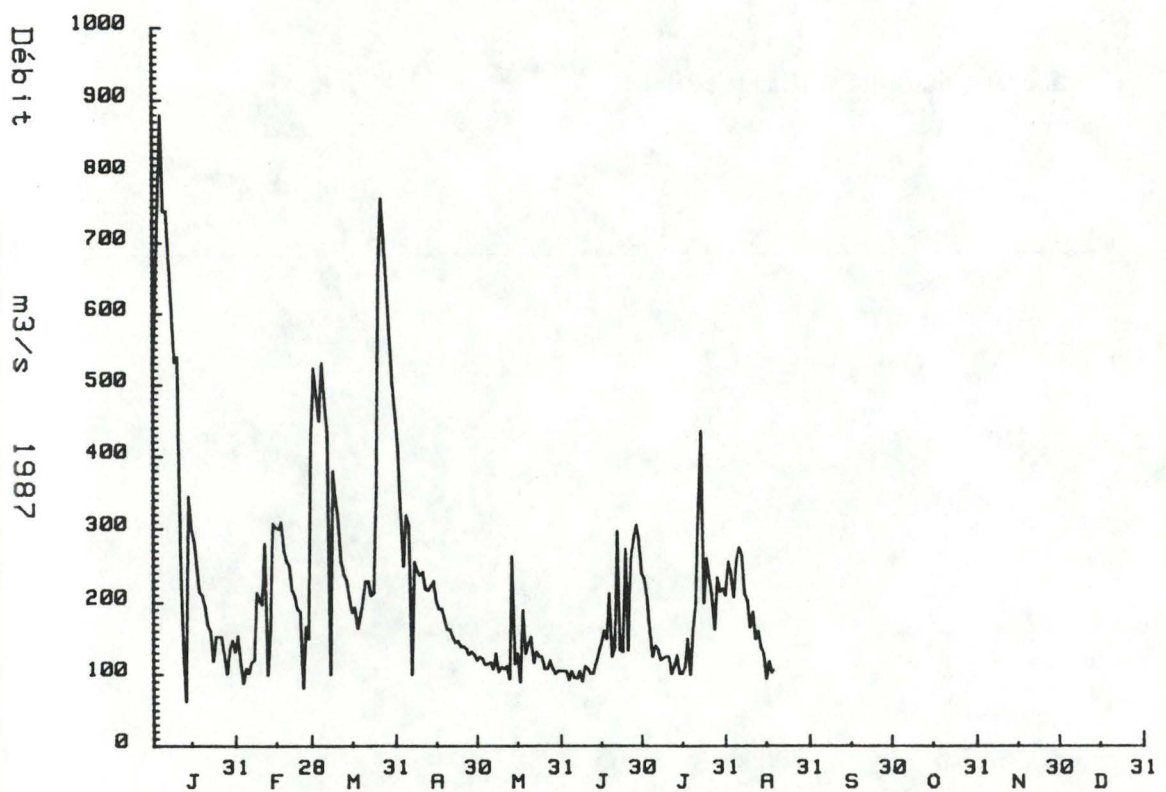


Figure 24 : Débits journaliers (m^3/sec) mesurés à Tailfer (CIBE) - Année 1987.

Tableau XV : Indices de diversité utilisés pour l'interprétation des résultats (PIELOU, 1977).

S = le nombre d'espèces

ni = le nombre d'individus de l'espèce i

N = le nombre total d'individus

x = la base du logarithme laissée au choix de l'expérimentateur - e dans notre cas

Indices	Formules
Indice de SIMPSON (1949)	$C = \sum_{i=1}^s \frac{ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$
Indice de SNANNON-WEAVER (1949)	$H = - \sum_{i=1}^s \frac{ni}{N} \log_x \frac{ni}{N}$
Indice d'équitabilité (PIELOU, 1969)	$I = \frac{H}{\log_x S}$

2.4.4. Les indices de diversité

La diversité peut-être utilisée comme mesure globale de la réponse des peuplements aux conditions du milieu, et par extension à une perturbation du biotope (HELLAWELL, 1987).

La diversité d'une biocénose se définit par sa richesse en espèces.

On ne peut toutefois mesurer cette diversité sur cette seule base. Car il est pratiquement impossible de prélever toutes les espèces d'un site étudié. De plus, le nombre d'espèces présentés est fonction de la taille de l'échantillon, plus celui-ci s'accroît (plus le nombre d'individus prélevés est important) plus la diversité peut être importante. Dès lors, comparer des stations présentant des diversités différentes est hasardeux.

La diversité se mesure en général au moyen d'indices qui prennent en considération non seulement le nombre d'espèces présentes, mais surtout en tenant compte de leur représentativité proportionnelle.

Pour chaque échantillons et pour chaque stations nous avons calculé trois indices de diversité indice de SIMPSON, SHANNON-WEAVER et d'équitabilité (PIELOU). L'indice de SIMPSON (1949 in PIELOU, 1977) accorde beaucoup de poids aux espèces les plus abondantes (POOLE, 1974). Par contre, l'indice de SHANNON-WEAVER (1949, in PIELOU, 1977) par une transformation logarithmique diminue le poids de ces espèces abondantes.

L'indice d'équitabilité ou Evenness, de PIELOU (1969), mesure la présentation proportionnelle des différentes espèces de la communauté, en rapportant l'indice de SHANNON-WEAVER à la diversité maximale qui pourrait être observée pour un même nombre d'espèces donné.

Les formules permettant le calcul de ces trois indices sont reprises au tableau XV.

Les indices de SIMPSON et de SHANNON-WEAVER présentent l'avantage d'être pratiquement indépendants de la taille de l'échantillon, leurs valeurs tendant rapidement vers une asymptote (WIHLM, 1972).

Ce n'est pas le cas de l'indice d'équitabilité, "H" demeurant pratiquement invariant, toutefois, "S" peut augmenter dans les grands échantillons par adjonction d'espèces rares.

Les indices de SIMPSON et SHANNON-WEAVER peuvent présenter une certaine ambiguïté, une même valeur indicielle pouvant être obtenue d'une part, par une communauté comprenant peu d'espèces, chacune d'elles étant numériquement bien représentées, et d'autre part, par une biocénose riche en espèces mais où quelques unes sont particulièrement abondantes (HELLAWELL, 1975). Ce n'est pas le cas de l'indice d'équitabilité d'où l'intérêt de son utilisation conjointe.

Tableau XVI : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Dinant du 6/04/87 au 19/04/87 au piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

SEMAINES	6/04 -	13/04 -	20/04 -	27/04 -	4/05 -	11/05 -	18/05 -	25/05 -	1/06 -	8/06 -	15/06 -	22/06 -	29/06 -	6/07 -	13/07 -	Σ
TAXONS	12/04	19/04	26/04	3/05	10/05	17/05	24/05	31/05	7/06	14/06	21/06	28/06	5/07	12/07	19/07	
	1	2	3*	4*	5	6	7*	8	9	10	11	12	13	14	15	
EPHEMEROPTERA																
Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	4
Ephemeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
TRICHOPTERA																
Rhyacophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Hydropsychidae	0	0	0	0	1	3	0	1	0	2	2	0	3	7	15	34
Polycentropodidae	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	1	2	2	1	1	13
Psychomyiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	71	3	84
Ecnomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	17	5	23
Brachycentridae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	37	5	52
COLEOPTERA																
Dytiscidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
DIPTERA																
Chironomidae	6	3	13	27	32	138	15	43	154	573	188	82	82	411	587	2354
Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	3	9
Limonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Lonchopteridae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Culicidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Simuliidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	17	8	33
Psychodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	17	14	6	52
Nbre d'unités taxonomiques	3	3	1	1	2	2	1	4	3	7	6	7	8	11	9	19
Nbre total d'individus	8	5	13	27	33	141	15	46	156	583	201	105	122	583	633	2671
Indice de SIMPSON	0.54	0.30	*	*	0.94	0.96	*	0.85	0.97	0.96	0.87	0.62	0.48	0.52	0.86	0.78
Indice de SHANNON-WEAVER	0.73	0.95	*	*	0.14	0.10	*	0.31	0.07	0.10	0.32	0.81	1.15	1.02	0.39	0.61
Indice d'équitabilité (PIELOU)	0.66	0.86	*	*	0.20	0.14	*	0.22	0.06	0.05	0.18	0.41	0.55	0.42	0.17	0.21

Tableau XVII : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Tailfer du 6/04/87 au 19/04/87 au piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

SEMAINES	6/04 -	13/04 -	20/04 -	27/04 -	4/05 -	11/05 -	18/05 -	25/05 -	1/06 -	8/06 -	15/06 -	22/06 -	29/06 -	6/07 -	13/07 -	Σ
	12/04	19/04	26/04	3/05	10/05	17/05	24/05	31/05	7/06	14/06	21/06	28/06	5/07	12/07	19/07	
TAXONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11*	12*	13	14	15	
EPHEMEROPTERA																
Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Ephemeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Ephemerellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TRICHOPTERA																
Hydropsychidae	0	0	0	1	1	2	0	0	2	2	0	0	5	0	11	24
Polycentropodidae	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	2	9	0	16
Psychomyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Ecnomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	102	137	274
COLEOPTERA																
Dytiscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
DIPTERA																
Chironomidae	1	11	187	11	67	57	113	271	2904	1275	14	2	190	172	304	5579
Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	2	1	11
Limoniidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Culicidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Psychodidae	0	4	4	0	1	0	0	1	4	1	0	0	38	18	0	71
Nbre d'unités taxonomiques	2	2	2	2	3	2	2	4	5	4	2	2	8	8	6	14
Nbre total d'individus	2	15	191	12	69	59	114	274	2912	1279	15	3	279	308	458	5990
Indice de SIMPSON	-	0.58	0.95	0.83	0.94	0.93	0.98	0.98	0.99	0.99	*	*	0.49	0.42	0.53	0.87
Indice de SHANNON-WEAVER	0.34	0.58	0.10	0.29	0.15	0.30	0.05	0.07	0.02	0.02	*	*	0.89	1.08	0.79	0.33
Indice d'équitabilité (PIELOU)	0.49	0.21	0.14	0.42	0.14	0.07	0.01	0.05	0.01	0.01	*	*	0.42	0.52	0.44	0.13

Tableau XVIII : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Andenne du 6/04/87 au 19/04/87 au piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

SEMAINES	6/04 -	13/04 -	20/04 -	27/04 -	4/05 -	11/05 -	18/05 -	25/05 -	1/06 -	8/06 -	15/06 -	22/06 -	29/06 -	6/07 -	13/07 -	Σ
	12/04	19/04	26/04	3/05	10/05	17/05	24/05	31/05	7/06	14/06	21/06	28/06	5/07	12/07	19/07	
TAXONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
EPHEMEROPTERA																
Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
Ephemeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
PLANIPENNES																
Sisyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
TRICHOPTERA																
Rhyacophilidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Hydropsychidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4	7
Polycentropodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3
Ecnomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	14	26
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	20	35	20	80
DIPTERA																
Chironomidae	11	11	12	34	1800	110	168	1502	1827	1736	164	11	300	4600	1800	14086
Tipulidae	0	0	0	0	3	1	0	2	1	3	0	0	7	34	17	68
Limonidae	0	0	0	0	0	2	3	1	3	0	0	0	0	0	0	9
Culicidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Simuliidae	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5	110	139	256
Psychodidae	2	3	16	14	5	5	4	5	0	1	4	2	38	7	7	113
Nbre d'unités taxonomiques	3	3	2	2	3	4	3	7	5	5	2	2	9	10	11	15
Nbre total d'individus	14	15	28	48	1808	118	175	1513	1837	1742	168	13	379	4797	2004	14659
Indice de SIMPSON	0,62	0,55	0,47	*	0,99	0,87	0,92	0,99	0,99	0,99	0,95	*	0,64	0,92	0,81	0,92
Indice de SHANNON-WEAVER	0,65	0,73	0,68	*	0,02	0,31	0,20	0,05	0,04	0,03	0,11	*	1,38	0,22	0,35	0,23
Indice d'équitabilité (PIELOU)	0,59	0,66	0,98	*	0,02	0,22	0,18	0,03	0,02	0,02	0,16	*	0,63	0,10	0,15	0,08

3. RESULTATS

3.1. Approche biocénitique

3.1.1. Evolution des captures

3.1.1.1. Piège lumineux

Dans les tableaux XVI, XVII, XVIII sont répertoriées les familles d'Insectes adultes à stades immatures aquatiques prélevés au piège lumineux chaque semaine du 6/04/87 au 19/07/87 dans les 3 stations échantillonnées (Dinant, Tailfer et Andenne).

Pour chacune des 15 semaines d'échantillonnage et pour l'ensemble de la campagne d'échantillonnage, on trouve dans ces tableaux le nombre d'individus par famille, le nombre total d'individus et le nombre d'unités taxonomiques rencontrées.

Une rapide observation de ces tableaux de données permet de constater une augmentation générale du nombre de captures et de leur diversité dans les 3 stations entre le 6 avril 1987 et le 10 mai 1987 environ.

Les écarts à cette tendance générale peuvent notamment être attribués à des problèmes techniques divers : mauvais fonctionnement de la minuterie du 20/04 au 26/04/87 à Dinant et du 15/06 au 28/06/87 à Tailfer, ou coupure du courant du 18/05 au 24/05/87 à Dinant ainsi que du 27/04 au 9/05/87 et du 22/06 au 28/06 87 à Andenne.

En dehors de ces semaines où les problèmes techniques sont apparus, les captures les plus faibles se situent les deux premières semaines pour les trois stations. Les taux les plus élevés du 1/06 au 7/06 et 6/07 au 12/07 à Dinant (583 individus), du 1/06 au 7/06 à Tailfer (2912 individus) et du 6/07 au 12/07 à Andenne (4797 individus). Ces fluctuations des captures sont probablement imputables aux variations des conditions météorologiques.

On constate finalement pour l'ensemble de la période échantillonnée, une nette abondance des captures à Andenne; 14659 individus prélevés pour 5990 à Tailfer et 2671 à Dinant.

3.1.1.2. Piège à glu

Le tableau XIX répertorie les familles d'Insectes adultes prélevés chaque semaine grâce au piège à glu du 27/04 au 12/07/87 à Tailfer.

Nombre d'individus par famille, nombre total d'individus par semaine et sur l'entiéreté de la période échantillonnée sont signalés dans ce tableau. Sur les onze semaines échantillonnées, on n'observe pas vraiment une augmentation graduelle des captures. Toutefois, ces captures font plus que tripler entre le 27/04 et le 31/05/87.

Tableau XIX : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Tailfer du 27/04/87 au 12/07/87 au piège à glu. (* : Mise au point méthodologique)

SEMAINES	6/04 -	13/04 -	20/04 -	27/04 -	4/05 -	11/05 -	18/05 -	25/05 -	1/06 -	8/06 -	15/06 -	22/06 -	29/06 -	6/07 -	Σ
	12/04	19/04	26/04	3/05	10/05	17/05	24/05	31/05	7/06	14/06	21/06	28/06	5/07	12/07	
TAXONS	1*	2*	3*	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
EPHEMEROPTERA															
Caenidae				0	0	0	1	1	0	7	5	17	20	44	95
Heptageniidae				0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Ephemeridae				0	0	0	0	0	0	1	0	2	6	0	9
Baetidae				0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PLANIPENNES															
Sisyriidae				0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
TRICHOPTERA															
Hydroptilidae				0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
Hydropsychidae				3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	7
Polycentropodidae				0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Psychomyidae				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Ecnomidae				0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	13
Leptoceridae				0	0	0	0	0	6	5	1	1	1	7	21
DIPTERA															
Chironomidae				74	153	62	102	131	488	463	386	494	460	210	3023
Simuliidae				0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Psychodidae				0	1	0	1	5	2	0	0	4	9	6	28
Nbre d'unités taxonomiques				2	2	3	4	4	3	4	6	5	9	7	14
Nbre total d'individus				77	154	64	105	138	496	476	395	518	506	277	3206
Indice de SIMPSON				0.92	0.99	0.97	0.96	0.90	0.97	0.95	0.95	0.91	0.83	0.60	0.89
Indice de SHANNON-WEAVER				0.17	0.04	0.16	0.15	0.24	0.09	0.15	0.14	0.52	0.46	0.83	0.31
Indice d'équitabilité (PIELOU)				0.25	0.06	0.15	0.11	0.17	0.08	0.11	0.08	0.32	0.21	0.43	0.55

Au total, 3206 individus sont prélevés. Les 518 individus prélevés entre le 22/06 et le 28/06 constituent la capture la plus importante.

3.1.1.3. Discussion

En ce qui concerne le piège lumineux, les valeurs sont relativement faibles par rapport à celles que l'on peut trouver dans la littérature sur base de méthodes comparables (CRICHTON, 1960; USSEGLIO-POLATERA, 1985; ROJAS-CAMOUSSEIGHT, 1985; BURMEISTER, 1985).

Comme ce sont particulièrement les Trichoptères qui sont considérés dans ces études, et que ce sont surtout les Trichoptères qui s'avèrent peu nombreux, cet aspect sera abordé dans le chapitre qui leur est consacré (cf.3.2.1). Il semble toutefois que ces faibles captures soient au moins en partie le résultat d'une conception parfois différente du piège lumineux (cf. 3.2.1) mais ce n'est certainement pas la seule raison.

De toute façon, en dehors de ces considérations techniques, il existe d'autres facteurs affectant la capture d'Insectes adultes. Ainsi, les facteurs météorologiques et hydrologiques affectent le vol des imagos (§ 1.4.3), les données relatives à ces facteurs sont reprises dans le tableau IV. Exception faite des semaines à "problèmes techniques", il semblerait que les variations hebdomadaires d'abondance et hydrologiques puissent être mises en relation avec les conditions météorologiques particulièrement défavorables au printemps 1987 (température moyenne hebdomadaire et température moyenne crépusculaire basses, précipitations abondantes, vents de force importante, ...) n'ont probablement pas favorisé le vol des imagos. Toutefois, ce n'est pas la semaine du 23/06 au 5/07 où les conditions météorologiques ont par contre été particulièrement favorables que l'on observe les plus fortes captures (122 individus prélevés à Dinant, 279 à Tailfer, 379 à Andenne). La semaine du 6/07 au 12/07/87 est caractérisée par les facteurs météorologiques sans doute un peu moins favorables (température légèrement plus basse) et pourtant les captures sont nettement plus abondantes. Ceci doit probablement être en relation avec les précipitations faibles qui selon la littérature (§ 1.4.3) peuvent promouvoir l'activité de vol, principalement durant les périodes sèches. Ce peut aussi être dû à un délai entre le réchauffement et l'émergence des Insectes.

Ces fluctuations d'abondance associées aux paramètres météorologiques et hydrologiques semblent moins nettes lorsque les captures sont effectuées grâce au piège à glu. Les Insectes adultes peuvent en effet profiter au cours de la journée d'une brève accalmie pour voler, mais sont certainement plus affectés par des conditions crépusculaires si leur activité se concentre principalement durant ce crépuscule, période beaucoup plus courte.

Finalement, le secteur de la Meuse étudié se distingue peut-être des autres grands fleuves par une pauvreté relative de sa faune, ce qui pourrait expliquer les faibles abondances observées, mais ceci n'est qu'une hypothèse. Notons cependant que D'UDEKEM (1987) constate une diminution considérable de la densité du benthos dans la partie belge de la Meuse, puis à partir d'Hastière et de Dinant.

3.1.2. Comparaison qualitative

3.1.2.1. Les stations (piège lumineux)

La lecture des tableaux XVI, XVII, XVIII et surtout la comparaison du nombre total de taxons rencontrés sur la période échantillonnée, montrent un nombre plus élevé à Dinant : 19 contre 14 à Tailfer et 15 à Andenne.

Or, si l'on excepte les familles de Trichoptères, il n'existe pas de grosses différences qualitatives entre les trois stations de Dinant, Tailfer et Andenne, nous y retrouvons à peu près les mêmes familles.

De plus, on remarque l'absence des Baetidae dans nos prélèvements, alors qu'ils sont présents dans le benthos selon MEURISSE-GENIN et al (1987). Par contre, au cours de l'automne 1986, D'UDEKEM n'a récolté aucun Baetidae à partir de Dinant

Il faut noter les difficultés parfois importantes, déjà évoquées à l'issue de la synthèse bibliographique pour distinguer taxons aquatiques et taxons terrestres. Ces taxons terrestres peuvent constituer certaines semaines une proportion non négligeable des prélèvements.

Parmi ces taxons terrestres, on trouve des Lépidoptères, des Psocoptères, de Hémiptères (Homoptères et Hétéroptères), des Hyménoptères, des Thysanoptères, des Diptères (Brachycères, Nématocères : Bibionidae, Scatopsidae, Sciaridae, Cecicomyiidae) et des Coléoptères divers. Comme prévu dans la synthèse bibliographique, la difficulté de distinguer les taxons terrestres des aquatiques est considérable pour les Coléoptères et surtout les Diptères, chez qui la distinction n'est pas évidente du tout, parfois pour les espèces mais aussi les familles.

3.1.2.2. Les méthodes de piégeage

Les données nécessaires à cette comparaison se trouvent dans les tableaux XVII et XIX.

Les nombres de taxons prélevés par les deux méthodes de piégeage, piège lumineux et piège à glu, sont identiques (14 taxons), ce qui laisserait envisager une ressemblance qualitative. Cependant, les taxons récoltés par les 2 méthodes sont parfois différents. Le piège à glu a en effet permis de prélever les familles des Heptageniidae, Baetidae (Ephéméroptères), des Sisyridae (palnipennes), des Hydroptilidae (Trichoptères) et de Simulidae (Diptères) que l'on ne retrouve pas dans le piège lumineux correspondant.

Celui-ci a par contre été le seul à prélever des Ephemeridae (Ephéméroptères) des Dytiscidae (Coléoptères) des Tipulidae, des Limoniidae et de Culicidae (Diptères). Tous ces taxons n'ont toutefois été récoltés qu'en nombre réduit. Ces deux méthodes de capture montrent la nette dominance des Chironomidae.

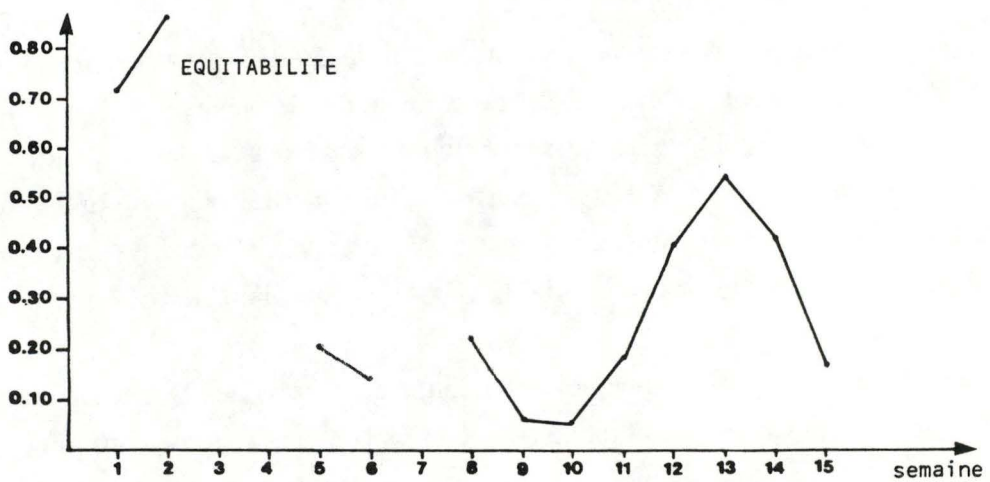
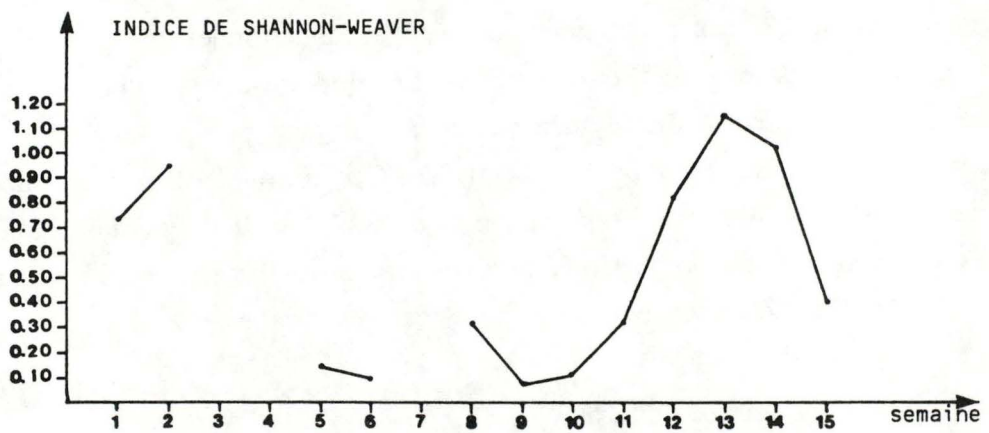
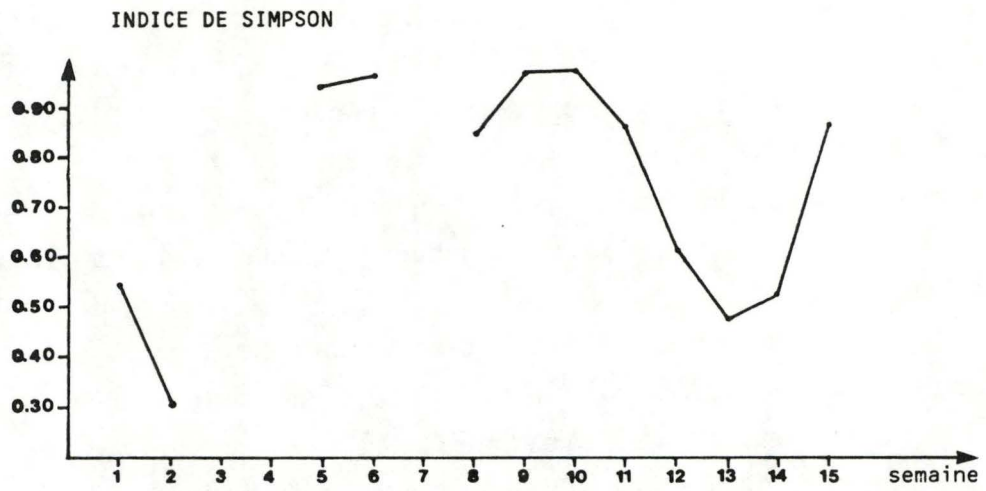


Figure 25 : Evolution hebdomadaire des indices de diversité à Dinant, du 6/04 au 19/07/87 - Piège lumineux.

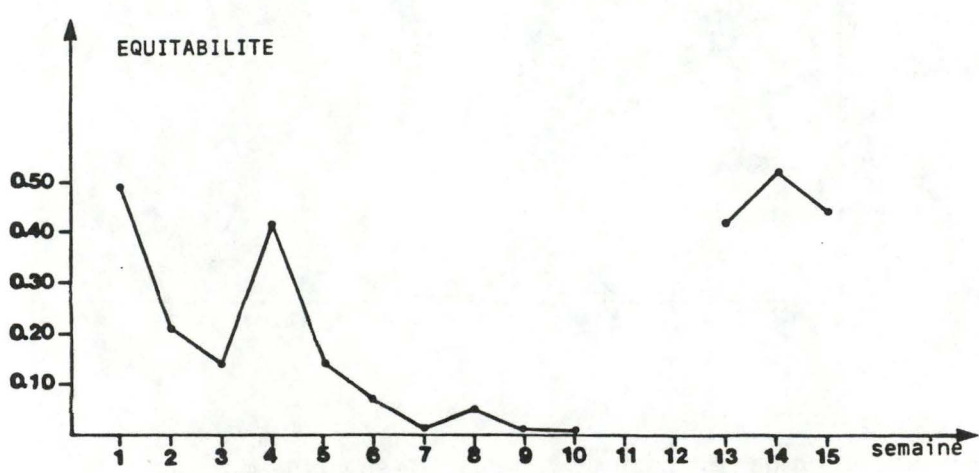
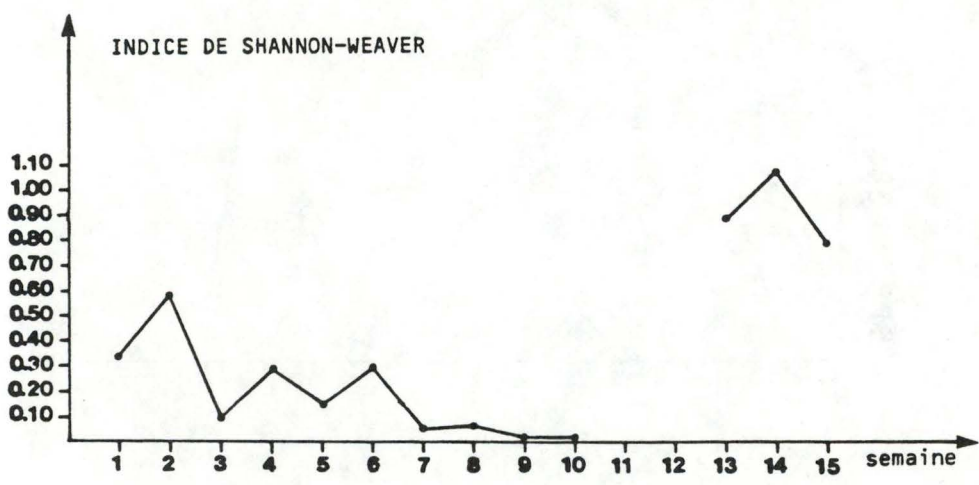
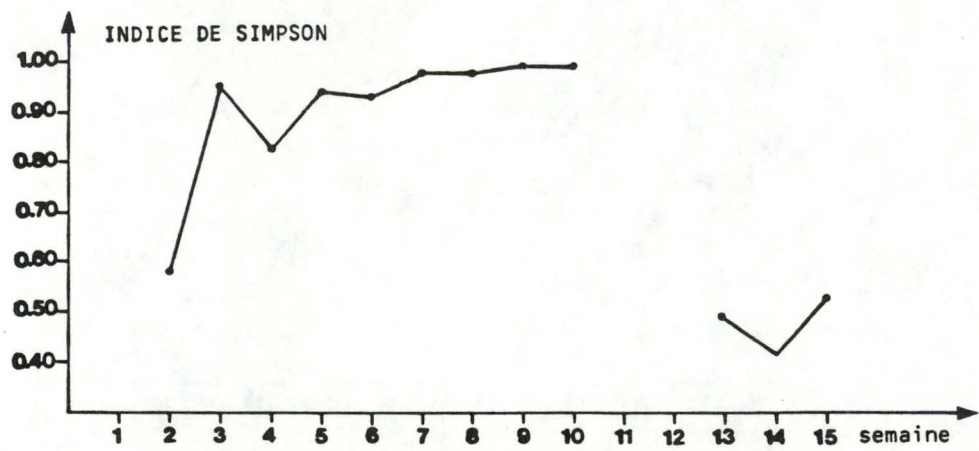


Figure 26 : Evolution hebdomadaire des indices de diversité à Tailfer, du 6/04 au 19/07/87 - Piège lumineux.

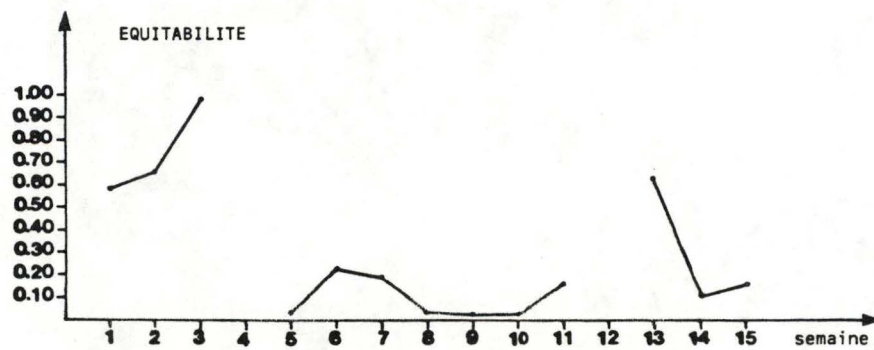
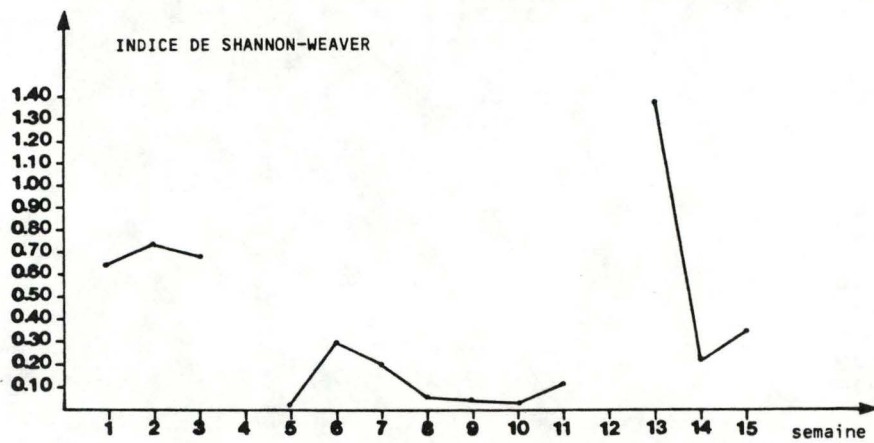
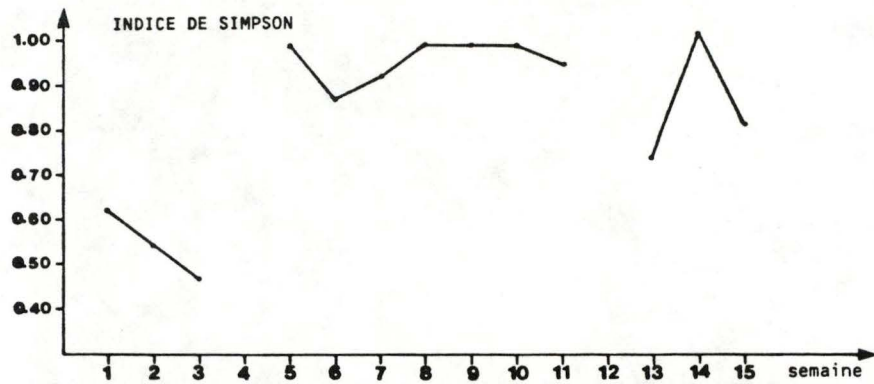


Figure 27 : Evolution hebdomadaire des indices de diversité à Andenne, du 6/04 au 19/07/87 - Piège lumineux.

3.1.3. Comparaison par utilisation d'indices

3.1.2.1. Les stations

Les tableaux XVI, XVII, XVIII reprennent pour chaque semaine pour la totalité de la période d'échantillonnage et pour chaque station, les valeurs des indices de SIMPSON, de SHANNON-WEAVER et de PIELOU (équitabilité). Les figures 25, 26, 27 soulignent pour chaque station l'évolution temporelle des indices.

L'indice de SIMPSON présente une évolution inverse des indices de SHANNON-WEAVER et de PIELOU. Nous avons vu dans les tableaux XVI, XVII, XVIII que les chironomidae dominent dans les trois stations. L'indice de SIMPSON traduit surtout cette dominance et efface en grande partie l'importance du nombre de taxons. Il paraît par conséquent plus adéquat de considérer uniquement les indices de SHANNON-WEAVER et de PIELOU qui diminuent l'importance prise par cette famille et font mieux intervenir la diversité taxonomique. Les faibles valeurs que peuvent prendre ces deux derniers indices, peuvent alors exprimer la dominance des Chironomidae.

Une variation importante de la diversité au cours de deux semaines successives pourrait traduire un impact des variables météorologiques. Toutefois, ceci est assez difficile à mettre en évidence notamment à cause des problèmes techniques déjà mentionnés.

On pourrait tout de même signaler une augmentation assez importante de la diversité lors de la treizième semaine (23/06 au 5/07/87) d'échantillonnage.

Si l'on se réfère au tableau des données météorologiques (Tab. XIV), on constate durant cette treizième semaine que l'ensemble des paramètres météorologiques selon la littérature est enfin favorable aux captures d'Insectes adultes aériens : température moyenne importante, de plus une température crépusculaire assez élevée, pas ou peu de précipitations, fraction illuminée de la lune faible. On pourrait opposer à cette semaine, les semaines précédentes : 9ème, 10ème et 11ème semaines (1/06 au 21/06/87) mais les problèmes techniques limitent notre interprétation.

De même, les mesures de la diversité globale pour chacune de ces stations sont difficilement comparables car le nombre de semaines et les semaines échantillonnées ne sont pas identiques dans chaque station.

Malgré tout, les indices de SHANNON-WEAVER et de PIELOU montrent une diversité diminuant d'amont vers l'aval avec une chute importante à Tailfer.

Or, si l'étude des paramètres physico-chimiques (Tab. XI) montre une différence de qualité de l'eau entre Tailfer et Andenne et permet par conséquent de justifier une baisse de la diversité entre ces deux stations, il n'en est pas de même entre Dinant et Tailfer.

Et pourtant si les paramètres physico-chimiques ne montrent pas vraiment une différence de qualité d'eau entre ces deux stations, la diminution de la diversité est peut-être quand même l'expression d'une altération de l'eau.

Le rejet d'une partie des affluents domestiques de Dinant en aval du site de prélèvement, les impacts

des agglomérations situées sur le tronçon Dinant-Tailfer se manifestent probablement par une altération du milieu aquatique.

Mais ces rejets ne dépassent peut-être pas la capacité d'auto-épuration du cours d'eau (DERMINE,1985), ou la tolérance des taxons rencontrés.

La diminution de la diversité entre Dinant et Tailfer pourrait donc traduire soit l'impact des nouveaux aménagements en Haute-Meuse (à Dinant se trouve un ancien barrage, à Tailfer un nouveau), soit une pollution plus marquée, mais non décelée par les analyses physico-chimiques au niveau de Tailfer, soit tout simplement une meilleure efficacité d'attraction du piège de Dinant car il se trouve très proche de la surface de l'eau (2,0m à Dinant contre 3,5m à Tailfer).

Nous opterions toutefois pour l'impact des aménagements et/ou pour une pollution non décelée par les analyses physico-chimiques, car les Insectes adultes aériens, dont les Trichoptères, peuvent être observés en vol à des hauteurs nettement supérieures à 3,50m, notamment autour de sources lumineuses des éclairages publics.

3.1.3.2. Les méthodes de piégeage

La méthode complémentaire d'investigation qu'est le piège à glu devrait montrer dans quelle mesure les résultats obtenus par la technique du piège lumineux sont biaisés par une attraction sélective des Insectes adultes.

Les valeurs des 3 indices de diversité utilisés, sont repris dans le tableau XVII pour le piège lumineux et XIX pour le piège à glu.

La figure 28 donne une représentation de l'évolution hebdomadaire des trois indices pour ces deux méthodes.

A priori, on peut penser que les évolutions hebdomadaires des diversités biocénétiques obtenues par le piège à glu et par le piège lumineux devraient montrer une évolution similaire (le vol des Insectes adultes étant toujours soumis aux mêmes paramètres météorologiques et hydrologiques), et des valeurs plus importantes pour le piège à glu (celui-ci capturant les Insectes d'une manière non sélective).

Globalement la comparaison des diversités hebdomadaires obtenues par ces deux méthodes permet de confirmer ces deux hypothèses préliminaires.

Toutefois, il existe des semaines où la valeur de la diversité, surtout indices de SHANNON-WEAVER et de PIELOU, est plus importante au piège lumineux : c'est le cas des semaines du 27/04 au 3/05, du 3/05 au 10/05, du 29/06 au 15/07 et du 6/07 au 12/07.

Si nous nous référons au tableau des données météorologiques et hydrologiques (tableau XIV), il semblerait que ces semaines se caractériseraient par une température crépusculaire élevée par rapport à celle des semaines précédentes et suivantes.

Ce qui signifierait que lorsque les conditions crépusculaires sont bonnes, 2 heures d'échantillonnage au crépuscule seraient suffisantes pour permettre des prélèvements importants.

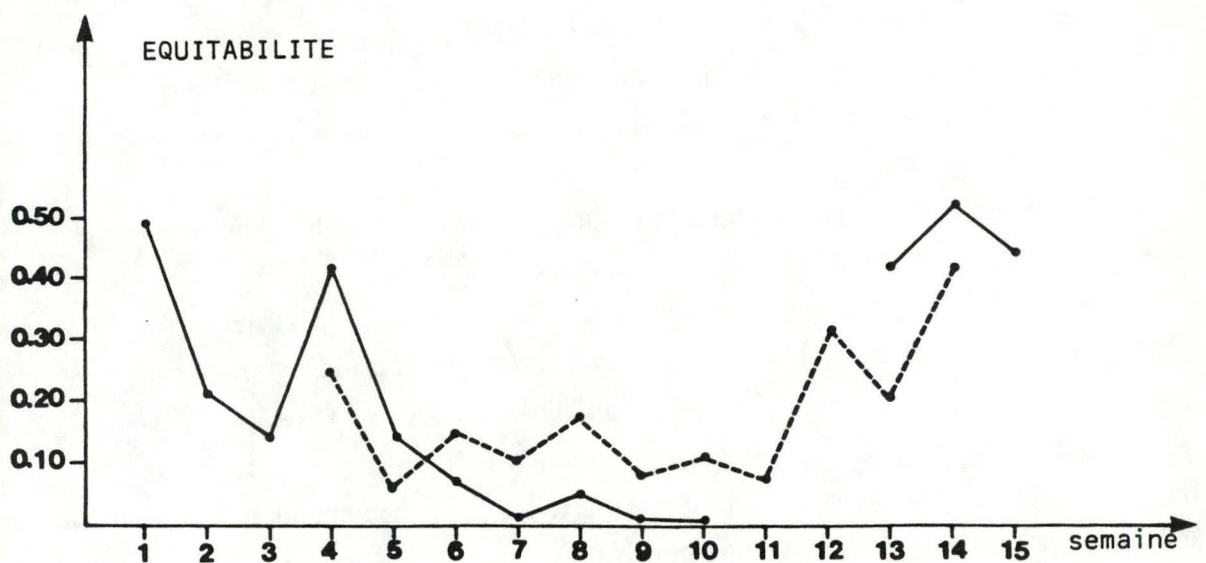
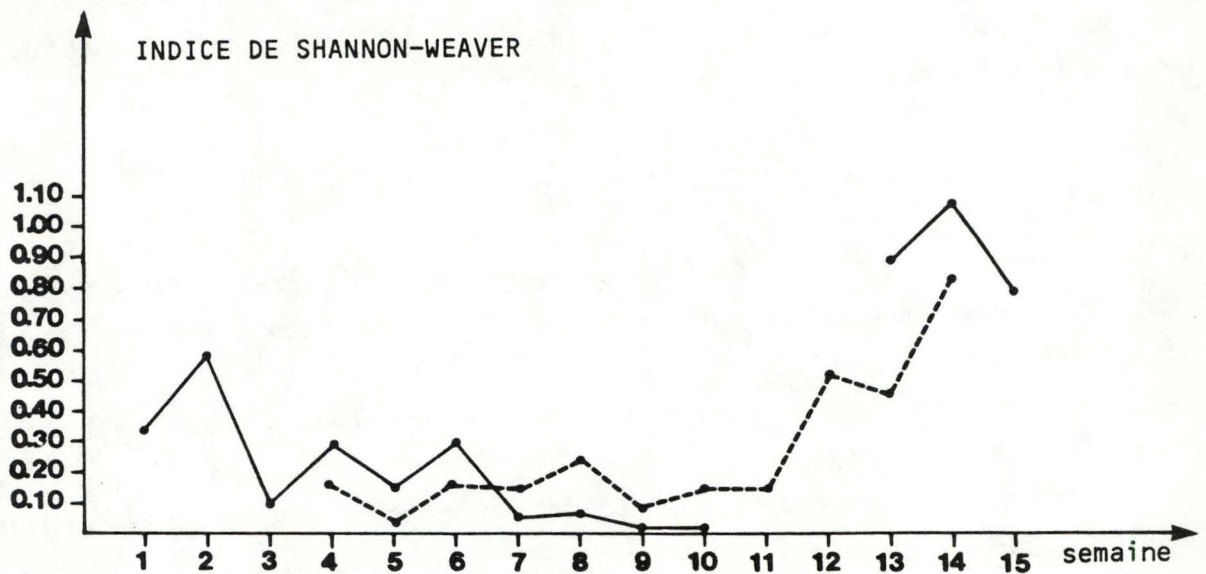
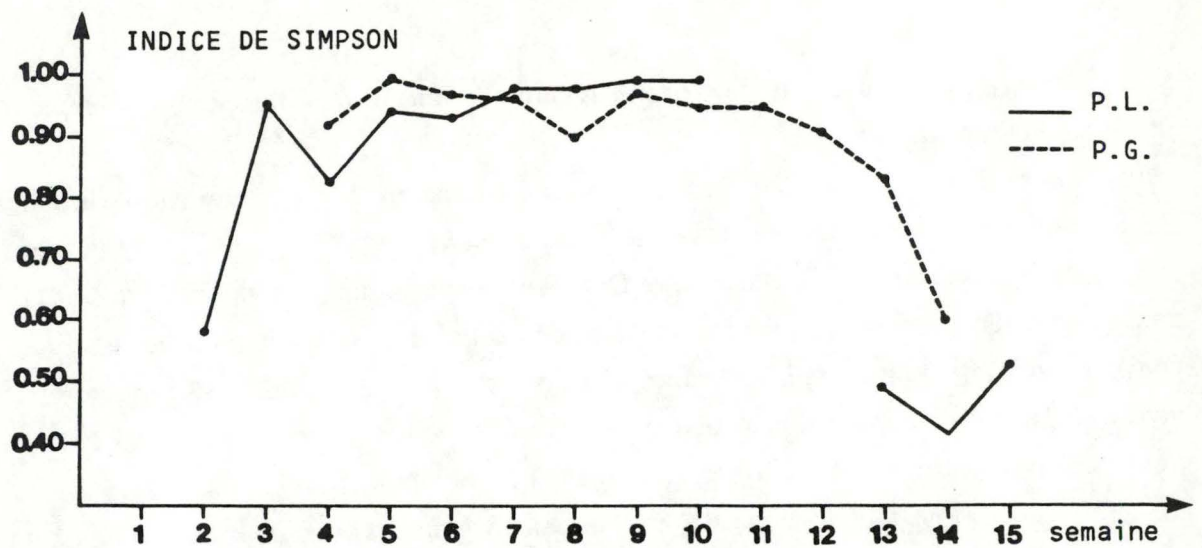


Figure 28 : Comparaison de l'évolution des indices de diversité à Tailfer, avril à juillet 1987.
 (---- : Piège lumineux; - - - - : Piège à glu)

Toutefois, les faibles différences existant parfois entre les indices calculés pour ces deux méthodes ne sont pas nécessairement significatives.

La diversité mesurée pour la totalité de la période d'échantillonnage pour les 2 méthodes de capture sont de nouveau difficilement comparables car le nombre et les semaines échantillonnées sont différentes (2 semaines de problèmes techniques en ce qui concerne le piège lumineux, 3 semaines de mise au point et une semaine non échantillonnée (du 13/07 au 19/07) pour le piège à glu.

3.1.4. Conclusion

L'évolution des captures des diverses familles des Insectes adultes aériens fournit peu d'informations si ce n'est en impact probable des conditions météorologiques. Cet impact paraît de manière plus évidente au piège lumineux. Ceci se justifie par l'influence importante de ces conditions lorsque les prélèvements s'effectuent sur une courte période (ex: au crépuscule).

La diminution amont-aval des diversités est en accord avec l'altération des paramètres physico-chimiques.

Diversités et valeurs des indices de diversité de la biocénose sont donc une première et seule source d'information sur les conditions abiotiques du milieu lorsqu'on considère un inventaire des familles d'Insectes adultes même si leur évolution temporelle peut être l'expression d'une influence météorologique toujours existante.

Dans le cadre d'une analyse biocénotique, basée sur l'identification des familles des Insectes aquatiques, les résultats obtenus pour les diversités et les valeurs de diversités peuvent toutefois être biaisés par des éléments non aquatiques. Nous avons en effet déjà relevé plus d'une fois les difficultés de distinction des taxons aquatiques, parfois au sein d'une même famille, surtout chez les Diptères. Il reste la possibilité d'une identification spécifique, mais celle-ci serait impossible à mener pour l'ensemble des ordres d'Insectes.

Tableau XX : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Dinant du 6/04/87 au 19/07/87 par piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

SEMAINES	6/04 -	13/04 -	20/04 -	27/04 -	4/05 -	11/05 -	18/05 -	25/05 -	1/06 -	8/06 -	15/06 -	22/06 -	29/06 -	6/07 -	13/07 -	Σ
	12/04	19/04	26/04	3/05	10/05	17/05	24/05	31/05	7/06	14/06	21/06	28/06	5/07	12/07	19/07	
TAXONS	1	2	3*	4*	5	6	7*	8	9	10	11	12	13	14	15	
TRICHOPTERA																
Rhyacophilidae																
Rhyacophila dorsalis (Curtis)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
(R. fasciata Hagen)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1)
Glossosomatidae																
Agapetus ochripes (Curtis)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Hydroptilidae																
A. sexmaculata (Curtis)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Hydropsychidae																
Hydropsyche spp.	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	2	2	0	3	13	24
H. contubernalis McLachlan	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
H. exocellata Dufour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
Cheumatopsyche lepida (Pictet)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	6
Polycentropodidae																
Neureclipsis bimaculata (L.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	0	0	7
Polycentropus flavomaculatus (Pictet)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Cyrnus trimaculatus (Curtis)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	4
Psychomyiidae																
Psychomyia pusilla (Fabricius)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	71	3	84
Ecnomidae																
Ecnomus tenellus (Rambur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	17	5	23
Brachycentridae																
Oligoplectrum maculatum (Fourcroy)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Leptoceridae																
C. dissimilis (Stephens)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	31	4	44
C. gr. fulva (Rambur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
O. notata (Rambur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
Leptocerus tineiformis (Curtis)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
Nbre d'unités taxonomiques			*	*	1	2	*	3	1	5	3	4	7	9	10	18
Nbre total d'individus			*	*	1	3	*	3	1	7	4	9	22	133	31	215
Indice de SIMPSON			*	*	-	0.33	*	-	-	0.14	0.16	0.27	0.56	0.36	0.24	0.22
Indice de SHANNON-WEAVER			*	*	-	0.63	*	1.10	-	1.19	1.04	1.15	1.69	1.36	1.81	1.94
Indice d'équitabilité (PIELOU)			*	*	-	0.91	*	1.00	-	0.74	0.95	0.83	0.87	0.62	0.79	0.67

Tableau XXI : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Tailfer du 6/04/87 au 19/07/87 par piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

SEMAINES	6/04 -	13/04 -	20/04 -	27/04 -	4/05 -	11/05 -	18/05 -	25/05 -	1/06 -	8/06 -	15/06 -	22/06 -	29/06 -	6/07 -	13/07 -	Σ
	12/04	19/04	26/04	3/05	10/05	17/05	24/05	31/05	7/06	14/06	21/06	28/06	5/07	12/07	19/07	
TAXONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11*	12*	13	14	15	
TRICHOPTERA																
Hydropsychidae																
Hydropsyche spp.	0	0	0	1	1	2	0	0	2	2	0	0	4	8	9	29
H. exocellata Dufour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
Cheumatopsyche lepida (Pictet)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Polycentropodidae																
Neureclipsis bimaculata (L.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Cyrnus trimaculatus (Curtis)	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
Psychomyiidae																
Psychomyia pusilla (Fabricius)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Ecnomidae																
Ecnomus tenellus (Rambur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6
Leptoceridae																
Ceraclea annulicornis (Stephens)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
C. dissimilis (Stephens)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	87	127	244
C. gr. fulva (Rambur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	15	9	28
Oecetis lacustris (Pictet)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Leptocerus tineiformis (Curtis)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Nbre d'unités taxonomiques				1	1	2	1	1	2	2	*	1	7	6	8	12
Nbre total d'individus				1	1	2	1	1	3	3	*	1	43	114	153	323
Indice de SIMPSON				-	-	-	-	-	0.33	0.33	*	*	0.50	0.60	0.69	0.59
Indice de SHANNON-WEAVER				-	-	-	-	-	0.64	0.64	*	*	1.10	0.78	0.71	1.02
Indice d'équité (PÉLOU)				-	-	-	-	-	0.92	0.92	*	*	0.56	0.44	0.34	0.41

Tableau XXII : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Andenne du 6/04/87 au 19/07/87 par piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

SEMAINES	6/04 -	13/04 -	20/04 -	27/04 -	4/05 -	11/05 -	18/05 -	25/05 -	1/06 -	8/06 -	15/06 -	22/06 -	29/06 -	6/07 -	13/07 -	Σ
	12/04	19/04	26/04	3/05	10/05	17/05	24/05	31/05	7/06	14/06	21/06	28/06	5/07	12/07	19/07	
TAXONS	1	2	3	4*	5	6	7	8	9	10	11	12*	13	14	15	
TRICHOPTERA																
Rhyacophiliidae																
Rhyacophila dorsalis (Curtis)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Hydroptilidae																
A. sexmaculata (Curtis)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Hydropsychidae																
Hydropsyche spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4	6
Polycentropodidae																
Neureclipsis bimaculata (L.)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3
Cyrnus trimaculatus (Curtis)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Ecnomidae																
Ecnomus tenellus (Rambur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	14	26
Leptoceridae																
C. dissimilis (Stephens)	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	20	33	15	74
C. gr. fulva (Rambur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6
Mystacides sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Nbre d'unités taxonomiques	0	0	0	*	0	0	0	3	1	2	0	*	3	4	7	9
Nbre total d'individus	0	0	0	*	0	0	0	3	5	2	0	*	26	43	40	119
Indice de SIMPSON	0	0	0	*	0	0	0	-	1	-	0	*	0.61	0.61	0.27	0.44
Indice de SHANNON-WEAVER	0	0	0	*	0	0	0	1.10	-	0.69	0	*	0.64	0.73	1.47	1.18
Indice d'équitabilité (PIELOU)	0	0	0	*	0	0	0	1.00	-	1.00	0	*	0.58	0.53	0.75	0.54

3.2. Les Trichoptères

3.2.1. Evolution des captures.

Dans les tableaux XX, XXI, XXII, pour le piège lumineux, et XXIII pour le piège à glu sont repris les inventaires faunistiques hebdomadaires réalisés à Dinant, Tailfer et Andenne.

Durant les premières semaines peu de Trichoptères sont prélevés surtout à Andenne, les captures de Trichoptères se concentrent surtout en fin du mois de juin et en juillet.

D'après les données des périodes d'émergence habituelles dans nos régions pour les espèces de Trichoptères rencontrées en Meuse (STROOT, 1985 et fichier personnel), nous constatons un retard considérable des émergences des espèces à vol printanier. C'est le cas par exemple du Psychomyidae *Psychomyia pusilla* que l'on capture seulement à partir de la 12^{ème} semaine alors qu'il émerge habituellement dès le mois de mai. Ce décalage des émergences peut très probablement être mis en relation avec les mauvaises conditions climatiques de ce printemps 1987.

Seule l'émergence d'espèces du genre *Hydropsyche* semble assez peu affectée par les facteurs météorologiques. En effet les premiers prélèvements de Trichoptères (du 27/04 au 3/05/87) sont exclusivement composés d'Hydropsychidae.

215, 323 et 119 individus sont prélevés respectivement à Dinant, Tailfer et Andenne par le piège lumineux et 46 individus au piège à glu.

Le taux de capture le plus élevé se situe la quatorzième semaine (du 6/07 au 12/07/87 pour les stations au piège lumineux et la station prospectée au piège à glu.

Il faut toutefois remarquer à propos du piège à glu, que sur 12 semaines d'échantillonnage, nous observons des Trichoptères seulement pendant 6 semaines. Il reste donc très peu d'informations à déduire sur l'évolution des captures des Trichoptères sur ce type de piège.

Comme nous l'avons mentionné dans l'approche biocénotique (§ 3.1.1.), les effectifs de captures dans notre étude sont très faibles lorsqu'on les compare aux valeurs obtenues par d'autres chercheurs ayant utilisé la même technique (CRICHTON, 1960; USSEGLIO-POLATERA, 1985; BURMEISTER, 1985).

Ce dernier auteur obtient par exemple plus de 28.10^6 Trichoptères en une seule campagne de piégeage de deux heures sur la rivière Alz en Bavière.

Ces considérables différences d'abondance sont certainement dues en partie à une conception du piège lumineux parfois différente, et au type de lampe utilisée. Dans le cas de BURMEISTER (1985) par exemple, le piège est en effet de conception légèrement différente, ne comprend notamment pas d'écran entre la lampe et la chambre de capture; mais la lampe employée est comparable.

Cette lampe est par contre différente dans les deux autres études citées : CRICHTON (1960) et USSEGLIO-POLATERA (1985). Il s'agit d'une ampoule à vapeur de mercure. Il semble que cette lampe soit plus puissante et permette par conséquent des prises plus abondantes.

Tableau XXIII : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Tailfer du 27/04/87 au 12/07/87 par piège à glu. (* : Mise au point méthodologique)

SEMAINES	6/04 -	13/04 -	20/04 -	27/04 -	4/05 -	11/05 -	18/05 -	25/05 -	1/06 -	8/06 -	15/06 -	22/06 -	29/06 -	6/07 -	Σ
	12/04	19/04	26/04	3/05	10/05	17/05	24/05	31/05	7/06	14/06	21/06	28/06	5/07	12/07	
TAXONS	1*	2*	3*	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
TRICHOPTERA															
Hydroptilidae															
Agraylea multipunctata (Curtis)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Hydropsychidae															
Hydropsyche spp.				2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4
H. contubernalis McLachlan				1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
H. exocellata Dufour				0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Polycentropodidae															
Neureclipsis bimaculata (L.)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Cyrnus trimaculatus (Curtis)				0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Psychomyidae															
Psychomyia pusilla (Fabricius)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Ecnomidae															
Ecnomus tenellus (Rambur)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	13
Leptoceridae															
Ceraclea annulicornis (Stephens)				0	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	11
C. dissimilis (Stephens)				0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	7	10
Indices de diversité															
Nbre d'unités taxonomiques				2	0	0	0	0	1	1	3	1	5	5	10
Nbre total d'individus				3	0	0	0	0	6	5	3	1	11	17	46
Indice de SIMPSON				0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.31	0.18
Indice de SHANNON-WEAVER				0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	1.19	1.10	1.84
Indice d'équité (PIELOU)				0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.55	0.51	0.85

Tableau XXIV : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés à Tailfer, le 2 juillet 1987 - Piège de WARD.

TAXONS	2/07
TRICHOPTERA	
Hydropsychidae	
Hydropsyche spp.	235
H. exocellata Dufour	1
Ecnomidae	
Ecnomus tenellus (Rambur)	7
Leptoceridae	
Ceraclea annulicornis (Stephens)	1
C. dissimilis (Stephens)	132
C. gr. fulva (Rambur)	2
O. ochracea (Curtis)	1
Nbre d'unités taxonomiques	7
Nbre total d'individus	379

Ce type de lampe avec émission importante d'U.V. est toutefois difficile à obtenir actuellement, des normes européennes exigent du constructeur la pose d'un écran de protection contre les U.V., sur l'ampoule elle-même.

Quoiqu'il en soit, en ce qui concerne notre piège, une diminution des captures se justifie certainement par une interception d'une partie des radiations U.V. par les surface de plexiglass interposées entre la source lumineuse et le biotope prospecté.

L'utilisation à Tailfer d'un piège de WARD muni de la même source lumineuse mais dépourvu de tout écran séparant la lampe du milieu corrobore cette hypothèse.

En effet en un peu plus de 2 heures, en une seule soirée, le 2/7/87, ont été récoltés environ quinze fois plus de Trichoptères dans le piège de WARD que dans notre piège habituel exposé 2 heures par soirée pendant toute la semaine correspondante (Tab. XXI et Tab. XIV). Cette différence considérable est certainement en grande partie imputable à l'arrêt d'une partie des rayons U.V. par les plaques de plexiglass.

A noter que si le piège de BURMEISTER (1985) est lui totalement dépourvu de telle plaque, celui d'USSEGLIO-POLATERA (1985) est muni de plaque de verre, arrêtant lui aussi une partie des U.V.

Il n'a pas été possible d'obtenir des renseignements sur la proportion d'U.V. arrêtés par le verre et le plexiglass.

A l'avenir, il serait souhaitable de tester notre piège avec des écrans de verre.

Les faibles abondances ne sont très probablement pas la conséquence unique de l'utilisation de piège lumineux plus ou moins différents, mais comme déjà supposé dans le § 3.1.1.3. par une pauvreté relative de la Meuse. Le piège à glu prélève d'ailleurs, comme le piège lumineux, peu d'individus.

3.2.2. Comparaison qualitative

3.2.2.1. Les stations (Tableaux XX, XXI, XXII)

Au total 10 familles comprenant 19 espèces de Trichoptères ont été prélevées pendant la période d'échantillonnage.

Sur ces 19 espèces, 18 sont représentées à Dinant dont une espèce rare en Meuse, *Oligoplectrum maculatum* 12 espèces à Tailfer et 9 à Andenne.

En fait, considérer 19 espèces de Trichoptères n'est pas totalement correcte : les *Hydropsyche* femelles ne sont pas identifiés spécifiquement, ils sont comptés comme un taxon à part entière. Or, il peut s'agir des espèces dont les mâles ont aussi été récoltés *H. contubernalis* et *H. exocellata*, mais aussi d'espèces comme *H. siltaläi* Döhler, *H. pellucida* Curtis dont les larves ont été récoltées en Meuse dans plusieurs stations, ou encore d'une espèce comme *H. bulgaromanorum* Malicky, attendue en Meuse bien qu'elle n'ait pas encore été récoltée, et dont la femelle est inconnue.

Il faut aussi noter le fait que parmi les 18 espèces récoltées à Dinant, une ne provient certainement pas de la Meuse. Il s'agit de *Rhyacophila fasciata* dont un seul exemplaire a d'ailleurs été récolté à Dinant. C'est en effet une espèce sténotherme d'eau froide, strictement inféodée aux ruisseaux de petite taille (HICKIN, 1967).

En outre, sa cohabitation semble impossible ou très réduite avec la principale espèce qui lui succède dans les plus gros ruisseaux et rivières, *Rh. dorsalis* (STROOT, 1984) qui est elle représentée en Meuse (MEURISSE-GENIN et al, 1987) et dans nos récoltes (Tab XX et XXII). L'imago de *Rhyacophila fasciata* récolté pourrait provenir des Fonds de Leffe.

La plupart des espèces de Trichoptères semblent se localiser principalement (voir peut-être uniquement) en Haute-Meuse.

Ceci s'observe par exemple pour *Rhyacophila fasciata*, *Agapetus ochripes*, *Cheumatopsyche lepida*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Oligoplectrum maculatum*, *Ceracles annulicornis*, *Oecetis lacustris*, *O. notata* et *Leptocerus tineiformis*.

Le seul taxon uniquement présent en aval dans nos prélèvements est *Mystacides* sp., mais la présence d'un seul individu n'est pas interprétable.

Parmi les espèces capturées, certaines sont aussi communes en amont et en aval. En fait, seules quelques espèces libres (à larve sans fourreau) sont encore communes en aval de Tailfer, il s'agit de l'Ecnomidae *Ecnomus tenellus*, des Polycentropodides *Neureclipsis bimaculata*, *Cyrnus trimaculata*.

Parmi les larves à fourreau, on trouve encore en aval les Leptoceridae *Ceraclea dissimilis* et *Ceraclea gr. fulva* et l'Hydroptilidae *Agraylea sexmaculata*.

Le nombre de taxons et donc la diversité plus importante à Dinant confirment les meilleures conditions abiotiques décrites par les paramètres physico-chimiques en cette station. Les résultats obtenus sont également en accord avec les inventaires faunistiques de MEURISSE-GENIN et al (1987). Seule la famille des Limnephilidae est totalement absente dans nos prélèvements alors que cette famille avait été signalée en amont et en aval par MEURISSE-GENIN et al (1987). Son absence de nos prélèvements ne signifie pas grand chose puisque selon ces mêmes auteurs, cette famille est faiblement représentée dans le benthos.

Les familles de Trichoptères les plus fréquemment capturées sont les Psychomyiidae (39%), les Leptoceridae (25%) et les Hydropsychidae (16%) à Dinant, les Leptoceridae (85%) et les Hydropsychidae (7,4%) à Tailfer, les Leptoceridae (68%) et Ecnomidae (22%) à Andenne. On voit par conséquent que les Leptoceridae sont assez nettement dominants dans nos prélèvements principalement à Andenne et Tailfer.

Une des familles de Trichoptères les plus abondantes dans nos prélèvements : les Hydropsychidae peuvent être considérés comme des bioindicateurs (HIGLER et TOLKAMP, 1982). Au niveau des sections particulièrement perturbées des grands fleuves, les peuplements de Trichoptères se réduisent souvent à une seule espèce du genre *Hydropsyche*, *H. contubernalis*, alors capturés en grand nombre. Ainsi, MALICKY (1980) à Mainz, obtient des nombres considérables

d'individus de cette espèce (115000 individus en une seule campagne de piège lumineux). MALICKY considère *Hydropsyche contubernalis* comme un des Trichoptères les plus résistants aux conditions difficiles des grands fleuves d'Europe centrale. MEURISSE-GENIN et al (1987) avaient également constaté la plus grande résistance de cette espèce à la pollution, ainsi que sa raréfaction dans les zones les plus polluées et une disparition de *H. exocellata* en aval de Namur, pourtant présente en grande abondance en aval. Ce fait avait été attribué à une dégradation du milieu plus qu'à une quelconque zonation, car *H. contubernalis* et *H. exocellata* étaient autrefois récoltées en Meuse liégeoise (STROOT, 1984).

De plus *H. contubernalis* qui n'est plus récolté en Meuse liégeoise par MEURISSE-GENIN et al (1987) se rencontre de nouveau aux Pays-Bas dans la Meuse et dans le Rhin néerlandais après avoir disparu pendant plusieurs dizaines d'années. Cette réapparition et ce développement des populations d'*H. contubernalis* dans le Rhin semblent selon HIGLER et TOLKAMP (1982) étroitement liés à une amélioration sensible de ses eaux.

Bien qu'*H. exocellata* paraisse plus sensible (HIGLER & TOLKAMP, 1982; MEURISSE-GENIN et al, 1987), elle supporte selon TOBIAS et TOBIAS (1981) des eaux à forte contamination urbaine et industrielle, tant que celle-ci n'a pas de conséquences notables sur le taux d'oxygène, qui serait donc le facteur limitant. Les larves parviennent en effet à se maintenir dans les eaux oligohalines (3,00mg/l de Cl⁻, température constante entre 26 et 28°C) du Jourdain (CORTAZ et POR, 1978, in USSEGLIO-POLATERA, 1985). MEURISSE-GENIN et al (1987) constatent surtout la disparition de cette espèce en aval de Namur.

Ceraclea dissimilis domine dans nos prélèvements à Tailfer et Andenne et dans une moindre mesure à Dinant. *Ceraclea dissimilis* fait partie intégrante de la biocénose de l'épi et métapotamon des grands fleuves (DECAMPS, 1968, VERNEAUX, 1973; MALICKY, 1980; TOBIAS et TOBIAS, 1981). Les larves de *Ceraclea dissimilis* sont trouvées sur les substrats composés de cailloux et de graviers, exposées à des vitesses modérées de courant (WALLACE, 1981). WALLACE (1981) les signale même en bordure des lacs dans les biotopes constitués par les racines immergées. Le genre *Ceraclea* est signalé en amont et en aval par MEURISSE-GENIN et al (1987). Toutefois, l'espèce *C. dissimilis* n'y a pas été répertoriée à l'état larvaire, ce qui peut être attribué au fait que lors de leurs prélèvements, *Ceraclea dissimilis* était aux premiers stades de son développement donc sous forme de petites larves non ou très difficilement échantillonnées et identifiables au delà du genre.

L'Ecnomidae *Ecnomus tenellus* est une forme des eaux lentes et calmes, rencontrée dans les lacs et les réservoirs. Cette espèce résisterait à une pollution organique si le taux d'oxygène reste satisfaisant (TOBIAS et TOBIAS, 1981).

MEURISSE-GENIN et al (1987) avaient observé une répartition assez uniforme de cette espèce en Meuse belge mais elle se distinguait tout comme dans nos prélèvements, par une augmentation d'abondance d'amont vers l'aval. Cette espèce est malgré tout faiblement capturée à Tailfer.

Le Psychomyidae *Psychomyia pusilla* est qualifié d'ubiquiste par ZACWILICHOWSKA (1970 in USSEGLIO-POLATERA, 1985), considéré comme une forme caractéristique du potamon et des

grands fleuves par MALICKY (1981). Les larves seraient eurythermes, rhéophiles et vivraient en eau agitée (DECAMPS, 1968).

En Grande-Bretagne, EDINGTON et HILDREW (1981) observent la présence simultanée de *Psychomyia pusilla* et des diatomées à blooms printaniers, ces blooms s'accompagnent d'une accélération de la croissance en avril-mai.

Les densités de *Psychomyia pusilla* se trouvent réduites par les fortes teneurs en matières en suspension (MES) et par une sédimentation se traduisant par un colmatage des milieux interstitiels (CLAVEL et al, 1977, in USSEGLIO-POLATERA, 1985). Il est possible que ce soit un des facteurs abiotiques principaux distinguant Dinant et Tailfer et expliquant peut-être par conséquent une diminution nette des fréquences de captures de cette espèce à Tailfer et son absence totale à Andenne. Une régression des captures de *P. pusilla* d'amont en aval concorde avec les résultats obtenus par MEURISSE-GENIN et al (1987).

Neuriclipis bimaculata est définie par ILLIES et BOTOSANEANU (1967) comme l'une des espèces les plus caractéristiques du potamon paléarctique occidental.

Les larves, carnivores, vivent en milieu lotique, à vitesse modérée.

Il s'agit d'une espèce de potamon lent, car son filet en forme d'entonnoir à large ouverture n'est pas adapté pour résister aux forts courants (TACHET et BOURNAUD, 1981).

Les formes larvaires sont largement représentées dans une gamme de vitesses du courant variant entre 25 et 75 cm . sec⁻¹. On les trouve alors sur substrat sableux ou sur du gravier (BAGGE et SALMELA, 1978, in USSEGLIO-POLATERA, 1985), mais aussi dans la végétation aquatique et les branchages immergés (LEPNEVA, 1970, in USSEGLIO-POLATERA, 1985).

Les exutoires des lacs sont un milieu favorable pour cette espèce (TOBIAS et TOBIAS, 1981). MEURISSE-GENIN et al (1987) ont souligné l'apparente euryécie de cette espèce.

Sa représentation a peu près équivalente dans trois stations est en accord avec cette remarque.

En conclusion, on voit donc qu'avec un nombre assez restreint d'espèces de Trichoptères, pourtant en majorité assez euryèces, il est possible tout en vérifiant leur provenance du potamon d'évaluer globalement les conditions du milieu où elles se développent. Ceci serait particulièrement valable pour l'espèce *Psychomyia pusilla*, dont la présence et l'abondance seraient liées aux concentrations en matières organiques en suspension.

3.2.2.2. Les méthodes de piègeage

Dans le tableau XXIII sont répertoriés les Trichoptères prélevés par piège à glu à Tailfer et dans le tableau XXI ceux obtenus par piège lumineux.

La seule espèce de Trichoptères trouvée exclusivement sur le piège à glu est *Agraylea multipunctata*, Hydroptilidae à vol crépusculaire (HICKIN, 1967). En raison de son apparente rareté (1 seul individu), cette information n'est pas interprétable. La présence d'*Hydropsyche contubernalis* à Tailfer est confirmée grâce au piège à glu. Les espèces *Cheumatopsyche lépida*, *Ceraclea gr fulva*,

Oecetis lacustris, *Leptocerus tineiformis* trouvent par contre exclusivement dans le piège lumineux. A noter surtout les dominances d'*Ecnomus tenellus*, de *Ceraclea annulicornis* et de *Ceraclea dissimilis* au piège à glu. A ce propos celui-ci se distingue d'ailleurs du piège lumineux par des prises plus importantes d'*Ecnomus tenellus* (13 individus au P.G. pour 6 au P.L.) et de *Ceraclea annulicornis* (10 individus au P.G. - 1 individu au P.L.). Toutes ces espèces apparaissent comme des espèces à vol surtout diurne. Notons qu'elles sont cependant tout de même récoltées au piège lumineux.

3.2.3. Comparaison par utilisation d'indices

3.2.3.1. Les stations

Le nombre d'espèces prélevées, et les valeurs hebdomadaires et globales des indices de SIMPSON, SHANNON-WEAVER et PIELOU pour chaque station sont reprises dans les tableaux XXI, XXII et XXIII.

Comme nous l'avons déjà relevé dans le paragraphe précédent, il existe en amont (Dinant et Tailfer) assez bien d'espèces qu'on ne retrouve plus en aval, l'inverse étant beaucoup plus rare. On a d'ailleurs constaté une diversité taxonomique plus importante en amont.

Paradoxalement, cette évolution amont-aval du nombre d'espèces ne se traduit pas de la même façon si on utilise les indices de diversité. Les indices de SHANNON-WEAVER et de PIELOU montrent des valeurs plus importantes à Dinant (indice S.W. = 1,34; indice de P = 0,67), valeurs diminuant à Tailfer (S.W. = 1,02; P = 0,41), pour réaugmenter à Andenne (S.W. = 1,18; P = 0,54).

En fait, ces résultats nous montrent que nous sommes dans les limites d'utilisation de ces indices. Ainsi, le nombre d'individus est relativement faible pour ce type de calcul. D'autres limites sont inhérentes à l'indice lui-même, ainsi l'indice de SHANNON-WEAVER diminue l'importance prise par un taxon dominant, sans toutefois l'annuler complètement. Les limites principales sont cependant inhérentes à l'échantillonnage, les divers problèmes techniques ne nous ont pas permis un échantillonnage régulier. Comparer des indices de diversité calculés sur base d'échantillons différents (nombre et semaines échantillonnées différents) n'est certes pas absolument rigoureux. L'indice de SHANNON-WEAVER serait toutefois moins affecté puisqu'il est calculé sur base d'un rapport nombre d'individus d'une espèce et nombre total d'individus.

Ces indices obtenus sont de toute façon le seul support chiffré qui nous permette une comparaison quantitative de nos stations même si cela se fait avec de nombreuses réserves. En raison de leurs limites, ils semblent ici sujets à caution.

En effet, sans cette analyse, il faut constater une divergence entre observations qualitatives et comparaison de ces indices. Comme signalé au début de ce paragraphe diversité brute et valeurs des indices évoluent de manière inverse entre Andenne et Tailfer. Il n'est pas évident du tout que l'information apportée par les indices soit plus judicieuse ou plus interprétable.

3.2.3.2. Les méthodes de piégeage

Le nombre d'espèces prélevé, les valeurs hebdomadaires et globales des indices de SIMPSON, SHANNON-WEAVER et PIELOU pour l'échantillonnage par le piège^{à glu} sont reprises dans le tableau XXIV, pour le piège lumineux dans le tableau XXII.

De nouveau, nous remarquons pour un nombre de taxons plus faible au piège à glu (10 taxons contre 12 au piège lumineux), des indices de diversité de SHANNON-WEAVER (1.84 contre 1.02) et PIELOU (0.85 contre 0.41) plus élevés.

De nouveau c'est probablement l'expression de la dominance du Leptoceridae *Ceraclea dissimilis* qui explique surtout les faibles valeurs des indices de SHANNON-WEAVER et PIELOU au piège lumineux.

Toutefois, les nombres de semaines et les semaines d'échantillonnage étant différentes, les limites d'une comparaison globale des indices de diversité obtenus par ces deux méthodes persistent toujours.

Ce qu'il est permis de comparer par contre, ce sont les diversités obtenues pour la 13^{ème} semaine d'échantillonnage (29/06 au 5/07/87). Nous avons en effet déjà remarqué que cette semaine se caractérisait par la diversité la plus importante au piège lumineux. Abondances des captures, et diversités observées à partir de cette semaine sont mises en relation avec les bonnes conditions météorologiques. Cette augmentation des captures et de la diversité s'observent également au piège à glu.

3.2.4. Discussion et conclusion

Au total, piège lumineux et piège à glu confondus, 22 taxons de Trichoptères appartenant à 9 familles ont été recensés.

MEURISSE-GENIN et al (1987) avaient recensé sur l'ensemble du cours de la Meuse, 11 familles de Trichoptères comprenant 27 taxons, ceci en ne considérant que les stades aquatiques. Mais si l'on considère un secteur de la Meuse (de Dinant à Bas Oha) à peu près équivalent ou même plus étendu que le nôtre, ces auteurs ne répertorient que 12 taxons appartenant à 6 familles.

Le piège lumineux seul a permis le recensement de 21 taxons de Trichoptères appartenant à 9 familles. Cette technique nous a donc permis d'observer un nombre relativement important d'espèces de cet ordre, sur une courte période d'échantillonnage.

Comme nous l'avons déjà signalé dans l'approche biocénotique, la méthode complémentaire qu'est le piège à glu devrait nous montrer donc dans quelle mesure les résultats obtenus par la technique du piège lumineux sont biaisés.

Ainsi, les espèces de Trichoptères n'ont pas toutes un vol crépusculaire. Le piège à glu aurait peut-être dû, par conséquent, se distinguer du piège lumineux par la prise d'un plus grand nombre de taxons, surtout à vol diurne, ou nocturne.

La seule espèce de Trichoptères trouvée exclusivement sur le piège à glu est *Agraylea multipunctata*, Hydroptilidae à vol crépusculaire (HICKIN, 1967), dont seulement 2 exemplaires ont pu être récoltés, ce qui n'est pas significatif.

Par contre, des espèces comme *Neureclipsis bimaculata* à activité diurne (HICKIN, 1961), se capturent à la fois au piège lumineux et au piège à glu, ce qui confirme également les observations de CRICHTON (1967) selon qui, les espèces à activité diurne voleraient également le soir et pourraient donc être prélevées la nuit.

Les résultats relatifs aux espèces de Trichoptères prélevées par piégeage lumineux et piégeage à glu confirment aussi l'importance d'un dispositif attractif pour capturer en abondance suffisante des espèces à activité crépusculaire. Par contre sur base de ses résultats BURMEISTER (1985) considère l'espèce comme crépusculaire.

Les résultats relatifs aux espèces de Trichoptères prélevées par piège lumineux et piège à glu confirment également l'importance d'un dispositif attractif pour capturer en abondance suffisante des espèces à activité crépusculaire.

Le temps d'exposition du piège à glu ne compensant que partiellement le manque d'attraction. En effet, les espèces à activité "prolongée" ne sont pas prélevées en abondance nettement plus importante.

D'un point de vue typologique et d'après ses caractéristiques hydrologiques et thermiques, le secteur belge de la Meuse appartiendrait au Potamon d'ILLIES et BOTOSANEANU (1963) (MEURISSE-GENIN et al, 1987).

Ceci se confirme d'ailleurs pas l'analyse de l'écologie des espèces rencontrées. Toutes ces espèces sont plus ou moins exclusivement caractéristiques du Potamon. C'est surtout le cas d'espèces comme *Hydropsyche contubernalis* ou *exocellata* ou *Ceraclea dissimilis*.

Il existe une modification notable de la faune de l'amont vers l'aval de la Meuse, principalement détectable à Andenne, c'est-à-dire après Namur et la confluence avec la Sambre. Ceci a d'ailleurs été mis en évidence à partir du benthos par MEURISSE-GENIN et al (1987). En accord avec ces auteurs, cette modification peut certainement être mise en relation au moins partiellement avec une altération de la qualité de l'eau due à la Sambre, considérablement polluée (MICHA et al, 1976). Toutefois, si la majorité des espèces voient leurs effectifs chuter ou même disparaître en aval, d'autres comme *Ecnomus tenellus* semblent s'y développer préférentiellement. Ces conclusions sont en accord avec les observations faites par MEURISSE-GENIN et al (1987). *E. tenellus* espèce assez résistante, à larve surtout prédatrice, profiterait là d'une compétition réduite (TACHET & STROOT, in press).

Les espèces prélevées semblent en général assez euryèces et notamment assez tolérantes aux pollutions; les faibles abondances des captures et les difficultés d'identification spécifique des *Hydropsyche* femelles très abondantes limitent cependant fortement l'interprétation. Mais la diminution de la diversité en aval, nous permet tout de même de considérer que certaines espèces possèdent une valeur bioindicatrice.

Ce serait notamment le cas d'*H. exocellata*, de *Cheumatopsyche lepida*, de *Psychomyia pusilla* et peut-être *Ceraclea annulicornis*.

En conclusion, l'étude des Trichoptères adultes permet, tout en confirmant l'appartenance de la Meuse au Potamal de déceler l'altération de la qualité des eaux, déjà mise en évidence par les paramètres physico-chimiques. Une étude plus approfondie, prenant en compte les caractéristiques écologiques précises des diverses espèces, pourrait en outre permettre de déceler les caractéristiques moins souvent mesurées lors d'analyses de la qualité de l'eau, comme ce serait le cas pour la réduction des effectifs de *Psychomyia pusilla* hypothétiquement imputable à l'augmentation des matières en suspension.

Tableau XXV : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés à Tailfer du 13/07/87 au 17/07/87 par piège lumineux - 2 heures et nuit complète.

	2 heures					Nuit				Σ
	13/04	14/04	15/04	16/04	Σ	13/04 - 14/04	14/04 - 15/04	15/04 - 16/04	16/04 17/04	
TAXONS										
EPEHEMEROPTERA										
Caenidae	0	2	1	0	3	6	65	47	0	118
Ephemeridae	0	0	0	0	0	0	4	1	0	5
PLECOPTERA										
Nemouridae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
TRICHOPTERA										
Hydropsychidae	0	5	0	2	7	72	345	0	246	663
Psychomyidae	0	1	0	0	1	0	1	0	1	2
Ecnomidae	1	1	0	1	3	3	19	0	5	27
Leptoceridae	2	129	0	0	131	27	166	0	2	195
DIPTERA										
Chironomidae	33	998	141	21	1193	275	3490	3380	664	7809
Tipulidae	0	0	0	0	0	1	5	3	1	10
Simuliidae	0	13	1	0	14	1	147	10	0	158
Psychodidae	2	6	5	0	13	7	9	13	2	31
Nbre d'unités taxonomiques	5	8	4	3	9	8	11	6	7	11
Nbre total d'individus	38	1155	148	24	1365	392	4252	3454	921	9019
Indice de SIMPSON	0.71	0.76	0.9	0.77	0.77	0.53	0.68	0.96	0.59	0.76
Indice de SHANNON-WEAVER	0.63	0.44	0.16	0.46	0.48	0.95	0.73	0.13	0.66	0.58
Indice d'équitabilité (PIELOU)	0.39	0.21	0.12	0.42	0.22	0.46	0.31	0.07	0.34	0.24

Tableau XXVI : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères capturés à Tailfer du 13/07/87 au 17/07/87 par piège lumineux - 2 heures et nuit complète.

	2 heures					Nuit				Σ
	13/04	14/04	15/04	16/04	Σ	13/04 14/04	14/04 15/04	15/04 16/04	16/04 17/04	
TAXONS										
TRICHOPTERA										
Hydropsychidae										
Hydropsyche spp.	0	5	1	2	8	71	344	222	243	880
H. contubernalis McLachlan	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
H. exocellata Dufour	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Cheumatopsyche lepida (Pictet)	0	0	1	0	1	0	0	4	2	6
Psychomyidae										
Psychomyia pusilla (Fabricius)	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
Tinodes waeneri (L.)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Ecnomidae										
Ecnomus tenellus (Rambur)	1	1	0	1	3	3	19	7	5	34
Goeridae										
Goera pilosa (Fabricius)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Leptoceridae										
C. dissimilis (Stephens)	2	124	0	0	126	27	161	126	2	316
C. gr. fulva (Rambur)	0	4	4	0	8	0	5	10	0	15
Leptocerus tineiformis Curtis	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Nbre d'unités taxonomiques	2	6	3	2	7	5	7	5	6	10
Nbre total d'individus	3	136	6	3	148	103	532	159	254	1258
Indice de SIMPSON	0.33	0.83	0.29	0.33	0.72	0.52	0.51	2.28	0.92	0.55
Indice de SHANNON-WEAVER	0.48	0.17	0.26	0.48	0.37	0.32	0.26	1.41	0.51	0.24
Indice d'équitabilité (PIELOU)	0.69	0.09	0.24	0.69	0.19	0.20	0.13	0.25	0.28	0.10

Tableau XXVII : Données journalières des paramètres météorologiques et hydrologiques du 13/07 au 17/07/1987

	13/07	14/07	15/07	16/07	17/07
<u>Paramètres météorologiques</u>					
Température moyenne (°C)	15,6	18,3	17,6	17,7	13,5
Température maximale (°C)	20,6	24,8	20,7	23,5	17,5
Température minimale (°C)	10	10,6	15,8	13,6	10,9
Température crépusculaire (°C)	13,5	19,7	15,8	15,4	11,6
Pression (mb)	1019	1016,6	1011,9	1005	995,3
Nébulosité (octat)	2	6	1	8	7
Humidité relative (%)	39	46	56	53	71
Intensité des vents (noeud)	9	8	8	10	15
Direction des vents	N-E	N-O	S-O	S	S-E
Précipitation (mm)	0	0,35	2,4	8,35	6,05
Fraction illuminée de la lune	0,35	0,88	0,79	0,70	0,89
<u>Paramètres hydrologiques</u>					
Température moyenne (°C)	21	22	22	22	21
Débit (m3/sec)	127	101	101	110	150

3.3. Note technique sur la durée de piégeage.

A partir de l'observation faite avec le piège de WARD concentration des captures en fin des deux heures habituellement échantillonnées, nous avons voulu comparer les prélèvements effectués sur une nuit entière, 1 heure avant le coucher du soleil et 1 heure après le lever du soleil, à ceux normalement réalisés pour cette étude.

Il fut alors décidé de déposer un quatrième piège lumineux au site de Tailfer, l'un fonctionnant toute la nuit, et l'autre selon le schéma habituel : 2 heures au crépuscule.

Cette expérience a été menée du 13/07 au 17/07/87 les pièges étant relevés tous les jours. Les tableaux XXV et XXVI reprennent les inventaires faunistiques, les abondances des individus récoltés et une mesure de la diversité par les indices de SIMPSON, SHANNON-WEAVER et PIELOU.

Lorsque l'échantillonnage est effectué toute la nuit, nous pouvons observer une augmentation parfois importante des abondances des captures (ex. 13/07/87 : 103 Trichoptères prélevés, le 14/07 : 532), mais par contre une diminution de la diversité (indice de SIMPSON et SHANNON-WEAVER, le 13/07/87 : 0,32, le 14/07 : 0,26).

Ceci reflète sans doute l'importance prise par un ou deux taxons (*Hydropsyche* spp. et *Ceraclea dissimilis*).

Ce type de prélèvements journaliers présente l'avantage de mieux mettre en évidence l'impact des facteurs météorologiques et hydrologiques journaliers (ceux-ci sont repris dans le tableau XXVII).

Ces conditions météorologiques semblent assez bonnes, mais s'y distingue surtout la journée du 14/07 avec la température moyenne de la journée et la température crépusculaire les plus élevées de cette période de prospection, de plus si on ajoute à ces deux facteurs, les précipitations basses, la nébulosité importante et surtout ce qui n'est pas relevé par les paramètres météorologiques un temps orageux, on observe ainsi cinq facteurs très favorables au vol des imagos et par extension à leur capture.

On observe d'ailleurs cette abondance des captures la nuit du 14/07/87. Cette augmentation des captures est toutefois beaucoup plus évidente pour les prélèvements effectués pendant les 2 heures du crépuscule. Ainsi, 132 individus prélevés le 14/07 au lieu de 3 le 13/07, les captures passent par contre de 103 individus le 13/07 à 402 individus le 14/07 lorsque les prélèvements se font sur la nuit entière.

Les valeurs ci-dessous sont tirées du tableau XXVI donc de la liste des Trichoptères, mais ces observations sont également valables pour la biocénose entière (cf. Tab. XXV).

Tableau XXVIII : Liste faunistique de tous les Trichoptères récoltés en Meuse belge (Dinant, Tailfer et Andenne) du 6/04/87 au 19/07/87 avec tous les pièges - P.G. : Piège lumineux ; P.L. : Piège à glu. (+ : Présent; - : Absent)

Stations	Dinant 2 heures P.L. 06/04 au 19/07/87	Tailfer 2 heures P.L. 06/04 au 19/07/87	Andenne 2 heures P.L. 06/04 au 19/07/87	Tailfer P.G. 27/04 au 12/07/87	Tailfer nuit P.L. 13/07 au 16/07/87	Tailfer 2 heures 2/07 (WARD'S)
<i>Rhyacophila dorsalis</i>	+	-	+	-	-	-
<i>R. fasciata</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Agapetus ochripes</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Agraylea multipunctata</i>	-	-	-	+	-	-
<i>A. sexmaculata</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Hydropsyche</i> spp.	+	+	+	+	+	+
<i>H. contubernalis</i>	+	-	-	+	+	+
<i>H. exocellata</i>	+	+	-	+	+	-
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	+	+	-	-	+	-
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	+	+	+	+	-	-
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	+	+	+	+	-	-
<i>Psychomyia pusilla</i>	+	+	-	+	+	-
<i>Tinodes waeneri</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Ecnomus tenellus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Oligopteryx maculatum</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Goera pilosa</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Ceraclea annulicornis</i>	-	+	-	+	-	+
<i>C. dissimilis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>C. gr. fulva</i>	+	+	+	-	+	+
<i>Mystacides</i> sp.	-	-	+	-	-	-
<i>Oecetis lacustris</i>	-	+	-	-	-	-
<i>O. notata</i>	+	-	-	-	-	-
<i>O. ochracea</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Leptocerus tineiformis</i>	+	+	-	-	-	-
Total taxa	18	12	9	10	10	7

3.4. Discussions et conclusions

De l'ensemble des résultats, on peut observer que les facteurs déterminant les captures sont les variables météorologiques et évidemment la composition de la biocénose.

C'est à Dinant, où les conditions abiotiques seraient les plus favorables que la diversité totale de la biocénose semble la plus importante. Cette diversité décroît vers l'aval pour atteindre son minimum à Andenne. La diversité biocénotique nous renseignerait donc déjà sur les conditions du milieu. L'interprétation de ces informations générales semblent cependant limitée.

En ce qui concerne les Trichoptères à Dinant, Tailfer et Andenne, toutes méthodes et toutes expériences confondues, 25 taxons appartenant à 10 familles ont été recensés entre avril et juillet 1987 (Tab. XVIII).

Parmi ceux-ci, 2 espèces plus rares en Meuse, *Oligoplectrum maculatum* et *Goera pilosa* ont été récoltées.

Cet inventaire est assez concordant avec celui des 27 taxons de Trichoptères (4 familles) recensés dans le benthos par MEURISSE-GENIN et al (1987) entre 1980 et 1984.

Les espèces recensées (Tab. XXVIII) semblent à priori surtout euryèces et seulement, indicatrices d'un caractère plus ou moins lotique du milieu.

Cependant, une espèce comme *Psychomyia pusilla*, par sa relation avec la concentration en matière en suspension (M.E.S.), pourrait être indicatrice de conditions beaucoup plus particulières de son biotope. En effet, son développement serait lié à une concentration en M.E.S.

C'est à ce facteur que nous pourrions hypothétiquement attribué sa diminution, puis sa disparition en aval de Dinant.

Les *Hydropsyche* peuvent également servir de bioindicateurs (HIGLER et TOLKAMP, 1982).

La présence exclusive d'*H. contubernalis* à Andenne nous aurait peut être permis de confirmer cette hypothèse admise par de nombreux auteurs (dont HIGLER et TOLKAMP, 1982; MEURISSE-GENIN et al, 1987).

Un approfondissement de la taxonomie des *Hydropsyche* femelles, récoltés en grand nombre devrait permettre de ne plus perdre de l'information comme c'est le cas à Andenne.

Une des principales limites de notre interprétation est due à l'abondance relativement faible de nos récoltes. En effet, plusieurs espèces n'ont pas été récoltées en grand nombre, et leur présence n'est par conséquent pas toujours interprétable. De plus cela rend l'utilisation des indices de diversité très peu fiable.

En fait, sur l'ensemble de la période d'échantillonnage; le taux de capture paraît assez faible. Ceci serait la conséquence de plusieurs facteurs. Les conditions météorologiques particulièrement mauvaises de ce début d'été 1987 semblent en cause. Mais également une efficacité faible du piège.

Cette efficacité est susceptible d'être améliorée, ce qui est absolument nécessaire pour pouvoir réaliser l'échantillonnage plus pondéral (d'une semaine par exemple) et en tirer suffisamment d'informations.

Nous avons notamment constaté des captures nettement plus abondantes lors de l'utilisation d'un piège ne comportant pas de surface de plexiglass interposée entre la lampe et le milieu prospecté (le piège de WARD), ces surfaces interceptant certainement une partie des U.V. emis par la lampe.

Nous n'avons trouvé aucune information sur la différence d'interception de ces courtes longueurs d'ondes par le plexiglass et le verre. Toutefois, si nous avons utilisé le même type de piège lumineux que USSEGLIO-POLATERA (1985), son piège se distinguait par la présence de surfaces vitrées et par des abondances de captures nettement plus importantes. Tester notre piège avec des plaques de verre devrait être envisagé. Une lampe plus puissante pourrait être également proposée.

Modifier le schéma expérimental par une étude systématique de nuits entières ne fournirait probablement pas d'informations supplémentaires.

Il apparaît, en effet, qu'une comparaison systématique de prospections de 2 heures et de nuits entières montre essentiellement des différences d'abondances de captures et non de diversité. Sur base d'observation visuelle il se pourrait cependant que le décalage de la période de capture vers la nuit puisse augmenter ces captures.

Il est toujours possible de trouver des espèces de Trichoptères à vol nocturne ou diurne, ces espèces débutent ou terminent leur vol souvent au crépuscule (BRINDLE, 1957, in HICKIN, 1967) et semble donc potentiellement capturable lors d'une campagne de piégeage menée de 1 heure avant le coucher et 1 heure après le coucher (ex. *Neureclipsis bimaculata*).

Malgré les problèmes d'efficacité soulevés, la prospection du milieu assurée par le piège lumineux (323 Trichoptères appartenant à 24 taxons) apparait nettement supérieure à celle réalisée par le piège à glu (46 individus appartenant à 10 taxons). De plus, la plupart des taxons récoltés sur le piège à glu se retrouvent également, voir en nombre moindre, dans le piège lumineux, qui s'avère donc plus intéressant.

En conclusion, le piège lumineux peut donc constituer une méthode adéquate pour dresser un inventaire faunistique des Trichoptères. Son utilisation en vue d'établir une typologie du fleuve et une évaluation de la qualité de son eau semble effectivement pouvoir être envisagée, moyennant une mise au point de la technique de piégeage. Cela implique également d'approfondir d'autres aspects comme les problèmes d'identification des Hydropsyche femelles et la connaissance de l'écologie des Trichoptères.

IV. RESUME ET CONCLUSIONS

L'objectif de ce mémoire était d'étudier la possibilité d'utiliser les Insectes adultes pour caractériser des milieux comme les grands cours d'eau, difficiles d'accès pour l'étude directe du benthos.

Ce travail entre également dans le cadre plus large d'une étude globale de l'écologie de la Meuse.

Dans une première partie, une synthèse bibliographique, destinée à préciser les possibilités et les limites de la méthode envisagée, est développée. Y sont abordés les aspects de la diversité et de l'écologie des Insectes aquatiques, les diverses méthodes permettant de les échantillonner, les facteurs susceptibles d'influencer ces captures, et finalement fort de ces renseignements, le type d'informations susceptible d'être retiré d'un inventaire d'Insectes aériens.

Les diverses informations rassemblées confirment que c'est l'ordre des Trichoptères qui semble le plus adéquat pour permettre de caractériser des milieux aquatiques.

Plusieurs techniques de prélèvement des Insectes adultes aériens ont été envisagées. Parmi elles, celles du piège lumineux malgré sa selectivité de principe, paraît constituer la méthode la plus adéquate pour échantillonner dans un grand cours d'eau. C'est d'ailleurs le plus utilisé dans la littérature.

Prélever des Insectes adultes suppose également l'intervention et donc l'étude de facteurs qui agissent non seulement sur les populations larvaires (essentiellement des paramètres caractérisant le milieu aquatique), mais également sur l'émergence et le vol des adultes (paramètres météorologiques).

De l'inventaire de ces facteurs ressort surtout le rôle primordial de la température sur chacun des trois aspects considérés, mais également l'impact des facteurs influençant la qualité de l'eau, car les populations larvaires sont aptes à intégrer les modifications de leur environnement, celles-ci affectent donc aussi les Insectes adultes qui en émergent.

C'est d'ailleurs sur base de ce principe qu'il est permis d'envisager l'utilisation d'Insectes adultes comme "indicateurs" écologiques des conditions du milieu aquatique. Pour se faire 3 stations sont comparées sur base de leur faune émergente : 2 à priori assez semblables en amont de Namur (Dinant et Tailfer) et 1 en aval (Andenne), se révélant, sur base d'études antérieures plus altérées.

A l'issue de l'exposé des matériels et méthodes, décrivant notamment ces 3 stations, est abordée l'évolution d'un certain nombre de paramètres météorologiques et hydrologiques au cours de la période échantillonnage. La synthèse bibliographique a en effet relevé l'importance de ces variables sur l'activité et donc la capture des Insectes adultes. Certains de ces facteurs concernent plutôt l'émergence (conditions circadiennes ou hebdomadaires), d'autres l'activité de vol au moment du piégeage (conditions crépusculaires).

L'examen de l'évolution de ces paramètres révèle des conditions globalement défavorables jusque la mi-juillet, ce qui a certainement influencé les captures, particulièrement limitées pendant toute cette période.

Les données faunistiques sont considérées selon deux points de vue dans les résultats.

La première considère l'ensemble de la communauté, l'autre seulement les Trichoptères.

L'étude de l'ensemble de la communauté récoltée, sur base d'une identification au niveau de la famille, est limitée par certains inconvénients déjà soulevés au cours de la synthèse bibliographique, dont surtout la difficulté de séparer les Insectes terrestres ou issus d'un autre milieu que la Meuse. Malgré ce problème considérable, qui rend l'interprétation peu fiable, la diversité des organismes supposés aquatiques diminue d'amont en aval, en accord avec les études antérieures réalisées sur le benthos. Mais ce qui ressort le plus de cette analyse, ce sont les limites de cette approche générale, consécutives surtout à l'imprécision de l'identification.

Par contre dans la seconde approche considérant seulement les Trichoptères, l'aspect diversité confirme, mais avec une sécurité accrue, les résultats obtenus à partir de la biocénose entière. Toutefois les espèces rencontrées peuvent également être indicatrices de conditions du milieu et confirment ainsi cette altération progressive. C'est le cas d'*Hydropsyche contubernalis* et *H. exocellata* dont les abondances relatives peuvent être révélatrices des conditions.

C'est le cas aussi de *Psychomyia pusila*, dont l'abondance (diminue de Dinant à Tailfer) ou l'absence (n'est plus récoltée à Andenne) pourraient, selon la littérature, être liées à des conditions plus particulières, comme la concentration croissante en matières en suspension.

Bien qu'un certain nombre d'éléments aient pu être mis en évidence, notre interprétation est restée assez limitée en raison de la relative inefficacité de notre échantillonnage. En effet en comparaison des résultats publiés dans la littérature, nos captures se sont avérées peu abondantes, ce qui ne peut pas entièrement être imputé aux conditions météorologiques, aux aléas techniques (pannes) et à une éventuelle pauvreté de la production des Insectes en Meuse.

Nous avons donc envisagé certaines solutions pour améliorer les captures, condition essentielle pour une utilisation rationnelle de la méthode à des fins de caractérisation du milieu.

Nos résultats montrent que, le piège à glu, bien que non sélectif, ne constitue pas un mieux par rapport au piège lumineux. Par contre, l'efficacité de celui-ci pourrait être améliorée de diverses manières.

Il faudrait d'abord tester notre piège avec des plaques de verres plutôt que de plexiglass apparemment responsables de l'arrêt d'une trop grande partie des U.V.. De même si l'on se base sur des observations visuelles faites sur le terrain, un décalage de la période crépusculaire de capture vers la nuit devrait améliorer sensiblement l'efficacité du piège. Au cas où ces modifications faciles n'apporteraient pas d'améliorations notables, la conception générale du piège devrait être revue.

Outre la réflexion sur cette méthode et son essai d'utilisation en rivière, notre étude a permis de recenser 24 espèces de Trichoptères appartenant à 10 familles. Parmi celles-ci, plusieurs sont intéressantes d'un point de vue faunistique (*Oligopteryx maculatum*) ou, bien que communes, n'avaient pas été révélées lors des études du benthos (*Ceraclea dissimilis*)

Notre étude des Insectes aquatiques adultes aériens a donc finalement montré l'importance des paramètres météorologiques pour leur capture. Malgré un certain manque d'efficacité de l'échantillonnage réalisé, elle a également montré que l'examen, surtout celui des Trichoptères, permettrait de déceler une certaine altération de la qualité d'un milieu comme la Meuse. De ce point de vue, l'approche semble prometteuse, notamment en ce qui concerne certaines espèces bioindicatrices. Mais il semble nécessaire pour des recherches futures d'approfondir encore les aspects écologiques des espèces et modalités d'échantillonnage.

BIBLIOGRAPHIE

- AGUESSE, P. 1968. - Les Odonates de l'Europe Occidentale, du Nord de l'Afrique et des Iles Atlantiques. Masson et Cie Ed. Paris, 258p.
- ANDERSEN, T.; BELLHEIM, A.; LARSEN, R. & OTTO, C. 1978.- Relative abundance and flight periods of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera in a regulated West Norwegian river. *Norw. J. Ent.* Vol. 25, 139-144.
- ANDERSEN, T. 1980. - Relative abundance and flight periods of Trichoptera at lake Vassbzyvann, West Norway. *Fauna norv. Ser. B*, 27, 25-31.
- ANDERSEN, T. 1985.- The flight period of caddis-flies (Trichoptera) on the Island of Osteroy, Western Norway. *Fauna norv. Ser. B*. 30, 63-68.
- ANDERSEN, T. et TYSSE, A. 1985.- The adult Trichoptera community in two Western Norwegian rivers. *Notulae Entomologicae* 65, 81-91.
- AIKEN, R.B. 1979.- A size Selective under Water light trap. *Hydrobiologia*, vol. 65, 1, 65-68.
- APPERSON, C.S. and DENNIS, G.Y. 1976.- A light trap for collectin aquatic organisms. *Mosquito News*, Vol. 36, n°2, 205-206.
- AUBERT, J. 1956.- Contribution à l'étude des Plécoptères en Belgique. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.* 32 (15), 1-12.
- AUBERT, R.M. 1974.- The distribution of the Hydropsychidae in Great Britain. *Proc. First Int. Symp. on Trichoptera*, 49-58.
- BAGGE, P. 1987.- Emergence and distribution of Hydroptilidae in the littoral and outlet biocenoses of lake Konnevesi (Central Finland). *Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986*, 337-342.
- BALES, M.T. and BADCOCK, R.M. 1987.- Respiration rates and distribution of caddis larvae in relation to acclimation to temperature. *Proc. 5th Symp. Trichoptera 26 July 1986*, 179-184.

- BECK, S.D. 1980.- Insect photoperiodism. Reader's press, 387p.
- BERTRAND, H. 1954.- Les insectes aquatiques d'Europe. Paul Lechevalier Ed. Paris VIe. Vol. II, 546p.
- BLOMBERG, B.; ITÄMIES, I. et KUUSELA, K. 1978.- The influence of weather factors on insect's catches in traps equipped with different lamps in northern Finland. Ann. Ent. Fenn., 44, 56-62.
- BOSMANS et DETHIER. 1978.- Les Hétéroptères aquatiques de Belgique. Atlas provisoire des Insectes de Belgique, éd. par J. Leclercq. Cartes 1001 à 1060.
- BOURNAUD, M.; TACHET, H. et PERRIN, J.F. 1982.- Les Hydropsychidae (Trichoptera) du haut Rhône entre Genève et Lyon. Annls. Limnol. 18 (1), 61-80.
- BOURNAUD, M. & AMORAS, C. 1984.- Des indications biologiques aux descriptions de fonctionnement : quelques exemples dans un système fluvial. Bull. Ecol., T. 15, 1, 57-66.
- BOUVET, Y. 1976.- Ecologie et reproduction chez les Trichoptères cavernicoles du groupe *Stenophylax* (Limnophilidae *Stenophylax cini*). Proc. 1st. Int. Symp. Trichoptera, 105-109.
- BOUVET, Y. 1978.- Adaptations physiologiques et comportementales des *Stenophylax* (Limnophilidae) aux eaux temporaires. Proc. 2nd Int. Symp. on Trichoptera, 117-119.
- BURMEISTER, E.G. 1985.- Der Massenflug aquatischer Insekten (Imagines) - ein Charakteristikum unserer großen Flüsse am Beispiel der Alz (Chiemgau). Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen, Jahrgang 34, Nr 1.
- CAMMAERTS, R. 1979.- Les Odonates de Belgique et des régions limitrophes. Atlas Provisoire des Insectes de Belgique, Gembloux. I.R.S.N.B. Bruxelles, 6p., cartes 1333-1400.
- CANTON, S.P. and WARD, J.V. 1981.- Emergence of Trichoptera from Trout Creek, Colorado, U.S.A. Proc. 3rd. Int. Symp. Trichoptera 28 July - 2 August 1980, 39-46.

- CHANDLER, C.M. 1978.- A preliminary checklist of benthic Macroinvertebrates families from basked sampling during early summer in the west Fork of stone's river, Tennessee. *Journal of the Tennessee Academy of Sci.*, Vol. 53, n°1, January, 25-28
- CHANTARAMONCKOL, P. 1983.- Light-trapped caddisflies (Trichoptera) as water quality indicators in large Rivers. Results from the Danube at Veröce, Hungary. *Aquatic Insects*, vol. 5, n°1, 33-37.
- CHENG, L. 1974.- A simple emergence trap for small insects. *P. P. Entomologist*, vol. 50, n°3, 305-307.
- CHINERY, M. 1976.- *Les insectes d'Europe*. Ed. Elsevier, 198p.
- COFFMAN, W.P. 1971.- Energy flow in a woodlan stream ecosystem : I. Tissu support trophic structure of the automnal community. *Arch. Hydrobiol.*, 68, 2, 232-276.
- CRICHTON, M.I. 1960.- A study of capture of Trichoptera in a light trap near Reading, Berkshire. vol. 112, 12, 319-344.
- CRICHTON, M.I. 1965.- Observations on capture of Trichoptera in suction and light-traps near Reading, Berkshire. *Proc. R. ent. Soc. Lond. (A)*, 40 (7-9), 101-108.
- CRICHTON, M.I. 1974.- The interpretation of light trap catches of Trichoptera from the Rothamsted Insect Survey. *Proc. First Int. Symp. on Trichoptera*, 1974, 147-158.
- CRICHTON, M.I. & FISHER, D. 1978.- Life and distribution of British Trichoptera, excluding Limnophilidae and Hydrophilidae, based on the Rothamsted Insect Survey. *Holarctic Ecology*, 1, 31-45.
- CRICHTON, M.I. and FISHER, D.B. 1981.- Further observations on limnephilid life histories based on the Rothamsted insects survey. *Series Entomologica*, vol. 20, 47-55.
- CRICHTON, M.I. and FISHER, D.B. 1982.- Records of caddis flies (Trichoptera) from Rothamsted light traps at Field centres. *Field Studies* 5, 563-579.

- CRICHTON, M.I. 1984.- Trichoptera from a Rothamsted light trap in Mortimer Berkshire, 1965-1982. Series Entomologica, vol. 30, 99-103.
- CUMMINS, W.K. 1973.- Trophic relations of aquatic insects. Kellogg Biological Station, n°220, 183-205.
- DAJOZ, 1975.- Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. Gauthier. Villars, Paris, 550p.
- DALL, P.C.; HEEGAARD, H. & FULLERTON, A.F. 1984.- Life-history Strategies and production of *Tinodes waeneri* (L.) (Trichoptera) in Lake Esrom, Denmark. hydrob., 112, 93-104.
- DAMAS, 1939.- La faune de la Meuse belge. Association française pour l'avancement des Sciences. LXVIII, Congrès Liège, 150-159.
- DARLINGTON, S.T.; GOWER, A.M. and EBDON, L. 1987.- Studies on *Plectroenemia conspersa* (Curtis) in copper contaminated streams in South West. England. Proc. 5th Symp. Trichoptera 26 July 1986, 353-358.
- DAVIES, I.J. 1984.- Sampling Aquatic Insect Emergence (A manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity). I.B.P. Hand Book, 17, 161-227.
- DE BOVEE, F.; SOYER, J. et DELILLE, D. - Essai d'analyses en composantes principales des relations entre densités en Méiofaune et Facteurs du milieu dans l'archipel de Kergeulen. CNFRA, 197-210, in press.
- DECAMPS, H. 1967.- Ecologie des Trichoptères de la vallée d'Aure (Hautes-Pyrénées). Ann. Limn., T. 3, fasc. 3, 399-577.
- DECAMPS, H. 1970.- Les larves de Brachycentridae (Trichoptera) de la faune de France. Taxonomie et écologie. Annls. Limnol., 6 (1), 51-73.
- DENIS, C. 1981.- Action de la photopériode sur la maturation génitale des femelles de limnephilidae. Proc. 3rd. Int. Symp. Trichoptera 28 July - 2 August 1980, 57-66.

- DENIS, C. 1987.- Effet de la photopériode sur la maturation génitale des femelles de *Limnephilus rhombicus* d'Europe centrale. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 juillet 1986, 153-156.
- DERMINE, B. 1985.- Bilan des charges en nutriments dans la Meuse. Thèse de Doctorat, F.N.D.P.
- DESCY, J.-P. 1973. - La végétation algale benthique de la Meuse belge et ses relations avec la pollution des eaux. *Lejeunia*, 66, 1-62.
- DESCY, J.-P. et EMPAIN, A. 1981.- Inventaire de la qualité des eaux courantes en wallonie (Bassin wallon de la Meuse). Rapport de synthèse, vol. I, Univ. de Liège, Département de Botanique, 87p.
- DETHIER, M. et HAENNI, J.-P. 1986.- Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Insectes : Hétéroptères aquatiques et ripicoles Planipennes, Mégaloptères et Lépidoptères à larves aquatiques. Bull. mens. de la Soc. Linéenne de Lyon, 54ème année, n°10, 68p.
- DEUTSCH, W.G. 1984.- Oviposition of Hydropsychidae (Trichoptera) in a large river. *Journal canadien de Zoologie*, vol. 62, n°10, 1988-1994.
- DORST, J. 1977.- Biotypologie de l'écosystème "eau courante". Déterminisme approché de la structure biotypologique. Note de M. J. Verneaux. C.R. Acad. Sc. Paris, T. 284, 77-99.
- D'UDEKEM D'ACQZ, C. 1987.- Etude semi-quantitative et qualitative des macroinvertébrés benthiques des radiers de barrage de la Haute-Meuse. Mémoire de Licence, F.N.D.P., 101p.
- EDINGTON, J.M. et HILDREW. 1981.- A Key to the Caseless Caddis Larvae of the British Isles, with notes on their ecology. *Freshwater Biological Association Scientific Publication* n°43, 1-91.
- ELLIOTT, J.M. 1968.- The life histories and drifting of Trichoptera in a Dartmoor stream. *Freshw. Biol. Ass.*, Far. Sawrey, Westmorland, 615-625.

- ELLIOTT, J.M. 1971.- The distance travelled by drifting Invertebrate in a lake District Stream. J. Anim. Ent., 40, 235-252.
- ELLIOTT, J.M. 1972.- Effect of Temperature on the Time of Hatching in *Baïtis rhodani* (Ephemeroptera : Baetidae). Oecologia (Berl.), 9, 47-51.
- ELLIOTT, J.M. et CORLETT, J. 1972.- The Ecology of Morecambe Bay; IV : Invertebrate Drift into and from the River Leven. J. Appl. Ecol. 9, 195-205.
- ELLIOTT, J.M. 1977.- A Key to British freshwater Megaloptera and Neuroptera. Freshwater Biological association, Sc. Publ. n°35, 51p.
- ELLIOTT, J.M. et HUMPECH, U.H. 1983.- A Key to the adults of the British Ephemeroptera. Freshwater biological Association Sci. Publ., n°47, 101p.
- ELLIOTT, J.M. 1986.- Life cycle and growth of *Cheumatopsyche lepida* (Pictet) (Trichoptera : Hydropsychidae). Entomologist's Gazette, Vol. 37, 45-52.
- ERMAN, N.A. 1987.- Caddisfly adaptations to the variable habitats at the land-water interface. Proc. 5th Symp. Trichoptera 26 July 1986, 275-280.
- ERNST, M.R. and STEWART, K.N. 1985.- Emergence patterns and an assessment of collecting methods for adult stoneflies (Plecoptera) in a Ozark foothills stream. Journal Canadien de Zool., vol. 63, n°12, 2962-2968.
- FAESSEL, B. 1985.- Les trichoptères. Données biologiques, éthologiques et écologiques. Clés de détermination larvaire des familles et des principaux genres de France. Bull. Fr. Pisc., 1-41.
- GALE, W.F. and THOMPSON, J.D. 1975.- A Suction Samples for quantitatively Sampling Benthos on Rocky Substrates in Rivers. Transactions of the American Fisheries Society, vol. 104, n°2, 398-405.
- GASCHIGNARD, O. et BERLY, A. - Impact of large discharge fluctuations on the macroinvertebrates populations downstream of a Dam. Advances in Regulated Stream Ecology, in press.

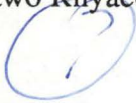
- GENARD, J. 1979.- Contribution à l'étude du peuplement en Macroinvertébrés benthiques du Viroin et des ses affluents : les Trichoptères. Mémoire de Licence, U.L.B., 80p.
- GIANOTTI, F.S. & MORETTI, G. 1978.- Zonazione di una faunula tricoterologica valutata attraverso i parametri ecologici i mediante analisi fattoriale multivariata in un sistema idrico confluente nel f. Tevere (Umbria-Perugia). Rivista di idrobiologia, vol XVII, Fasc. 1, 131-186.
- GISLASON, G.M. 1978.- Flight periods and ovarian maturation in Trichoptera in Iceland. Proc. 2nd Int. Symp. Trichoptera, 25 - 29 July 1977, 135-146.
- GISLASON, G.M. 1981.- Distribution and habitat preferences of Icelandic Trichoptera. Proc. 3rd Symp. on Trichoptera, 99-109.
- GISLASON, G.M. and SIGFUSSON, A.T. 1987.- The life cycle and food of *Apatania zonella* (Zett.) in a spring-fed stream in S.W. Iceland (Trichoptera : Limnephilidae). Proc. 5th Symp. Trichoptera 26 July 1986, 237-242.
- GIUDICELLI, J. and ORSINI, A. 1987.- Trichoptères de Corse, biogéographie, écologie et distribution des espèces dans les cours d'eau. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 325-330.
- GÖTHBERG, A. 1978.- Flight activity of Trichoptera imagines (abstract only). Proc. 2nd. Int. Symp. Trichoptera, 25 - 29 July 1977, 147-148.
- GRIMONSTER, J.-C. - Etude comparée des populations d'invertébrés benthiques de la Meuse en amont et en aval de la centrale nucléaire de Tihange. Mémoire de Licence, F.N.D.P., 61p.
- GULLEFORS, B. 1987.- Changes in flight direction of caddis flies when meeting changes in the environment. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 229-236.
- GULLIKSEN, B. & DEROS, K.M. 1972.- A lives-operated suction sampler for fauna on rocky bottom. Oikos 26 : 246-249.

- HAAG, K.M.; RESH, V.H. and NEFF, S.E. 1984.- Changes in the Adult caddisfly (Trichoptera) Community of the Salt River, Kentucky. *Trans. Kentucky Academy of Sci.*, vol. 45, n°3-4, 101-108.
- HELLAWELL, J.M. 1986.- Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. *Pollution Monitoring Series*, 545p.
- HICKIN, N.E. 1967.- Caddis larvae. *Larvae of the British Trichoptera*. Hutchinson of London, 476p.
- HIGLER, L.W.G. 1974.- Reactions of some Caddis larvae (Trichoptera) to different types of substrates in an experimental stream. *Freshwat. Biol.* 5, 269-281.
- HIGLER, L.W.G. 1981.- Caddis fly systematics up to 1960 and a review of the genera (Insecta : Trichoptera). *Proc. of the 3rd Int. Symp. on Trichoptera*, 117-126.
- HIGLER, L.W.G. and TOLKAMP, H.H. 1983.- Hydropsychidae as Bioindicators. *Environmental Monitoring and Assessment* 3, 331-341.
- HILDREW, A.G. 1978.- Ecological aspects of life history in some net-spinning Trichoptera. *Proc. 2nd. Int. Symp. Trichoptera 25-29 July 1977*, 269-282.
- HILEY, P.D. 1978.- Some aspects of the life histories of Limnephilidae (Trichoptera) related to the distributed of their larvae. *Proc. 2nd. Int. Symp. Trichoptera 25 - 29 July 1977*, 297-302.
- HOFFMAN, J. 19.- Faune des Trichoptères du grand-Duché de Luxembourg, II. *Lab. Bio. des cours Universitaires, L.G.L., Luxembourg*, 95-136.
- HORKINS, R.D. 1974.- An objective water quality index. *Journal WPCF*, vol. 46, n°3, 588-591.
- HUET, M. 1949.- La pollution des eaux. L'analyse biologique des eaux polluées. *Bull. du centre belge d'étude et de documentation des eaux*, n°5 et 6, 31p.
- HYNES, H.B.N. 1961.- The invertebrate fauna of a Welsh mountain Stream. *Arch. Hydrobiol.*, 57 (3), 344-388.

- HYNES, H.B.N. 1970.- The ecology of running waters. Liverpool University press, 555p.
- ILLIES, J. 1967.- Limnofauna europea. Gustav. Fisher Verlag - Stuttgart, 474p.
- ILLIES, J. 1975.- A new attempt to estimate production in running waters. Verh. Internat. Verein. Limnol., 19, 1705-1711.
- ILLIES, J. 1978.- Vergleichende Emergenzmessung in Breitenbach 1969-1976 (Ins. : Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera). Arch. Hydrobiol., 82 1/4, 432-448.
- ILLIES, J. 1982.- Längsprofil des Breitenbachs im Spiegel der Emergenz (Ins. : Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). Arch. Hydrobiol., 95, 1/4, 157-168.
- ITO, T. 1987.- A review of bionomics of the Japanese Lepidostomatidae (Trichoptera) with particular reference to the change of case materials and its ecological significance. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 july 1986, 269-274.
- IVERSEN, T.M. 1976.- Life cycle and growth of Trichoptera in a Danish Spring. Arch. Hydrobiol., 78, 4, 432-493.
- JEUNIAUX; LAMBINON; MICHA, J.-C.; NIHOUL & WOLLAST. 1984.-Surveillance écologique de la Meuse en aval du site de Tihange. Ministère de la région wallonne. Rapport de Synthèse, vol. 1, 101p.
- JONES, N.V.; LITTERICK, M.R. and PEARSON, R.G. 1978.- Stream flow and the Behaviour of caddis larvae. Proc. 2nd. Int. Symp. Trichoptera 25-29 july 1977, 259-266.
- KENNETH, L.M. & TODD, C.F. 1982.- Instar sizes, life cycles, and food habits of five *Rhyacophila* (Trichoptera : Rhyacophilidae) Species from the appalachian Mountains of South Carolina, U.S.A. Hydrob., 97, 281-285.
- KERST, C.D. & ANDERSON, N.H. 1974.- Emergence patterns of Plecoptera in a Stream in Oregon, U.S.A. Freshwat. Biol., vol. 4, 205-212.
- KERST, C.D. & ANDERSON, N.H. 1975.- The Plecoptera community of a small Stream in Oregon, U.S.A. Freshwat. Biol., vol. 5, 189-203.

- KLINGSTEDT, H. 1937.- "A taxonomical survey of the genus *Cyrns* including the description of a new species, with some remarks on the principales of taxonomy". Acta Soc. pro. Fauna et Flora fenn., 60, 573-598.
- KIRCHMANN, R. et al. 1985.- L'impact des rejets de la centrale nucléaire de Tihange (Belgique) sur l'écosystème Meuse : études in situ et recherches expérimentales durant la période 1981-1984, 1-48. BLG 573.
- KNÖFEL, B. 1983.- Beiträge zu Biologie und Ernährungsbeziehungen einer carnivoren Insekten larvae *Rhyacophila fasciata* Hagen 1859 (Trichoptera, Rhyacophilidae). Beitr. Naturkde Osthessen. Heft 19, 5, 91-134. Fulda, 91-134.
- LAMOTTE, M. et BOURLIERE, F. 1971.- Problème d'Ecologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques. Masson, Paris, 53-84.
- LANGFORD, T.E. & DAFFERN, J.R. 1975. - The Emergence of Insects From a British River Warmed by Power Station Cooling - Water. Part. I. The Use and performance of insect emergence traps in a large, spate-river and the effects of various factors on total catches upstream and downstream of the cooling water outfalls. Hydrobiologia, vol. 46, 1, 71-114.
- LANGFORD, T.E. 1975.- The Emergence of Insects from a British River warmed by Power Station Cooling - Water. Part. II. The Emergence patterns of some Species of Ephemeroptera, Trichoptera and Megaloptera in relation to water temperature and river flow, upstream and downstream of the cooling water outfalls. Hydrobiologia, vol. 47, 1, 91-133.
- LAPCHIN, L. 1977.- Utilisation de substrats artificiels pour l'étude des populations d'invertébrés benthiques. Résultats préliminaires dans un ruisseau à Salmonidés de Bretagne. Ann. Hydrobiol., 8 (1), 33-44.
- LAPCHIN, L. 1981.- Application d'une analyse typologique du climat à l'étude de l'activité de vol des trichoptères. Bull. Cent. Etud. Rech. sc. Biarritz, 13 (4), 445-474.
- LECLERCQ, J. et GASPAR, C. 1978.- Atlas provisoire des Insectes de Belgique. Fac. des Sc. Agr. de Gembloux. Cartes 1001 à 1200.

- LECLERCQ, J. et GASPAR, C. 1978.- Atlas provisoire des Insectes de Belgique. Fac. des Sc. Agr. de Gembloux. Cartes 1333 à 1400.
- LESTAGE. 1928.- Les Ephéméroptères de la Belgique. Ext. ann. et Bull. de la Soc. Ent. de Belgique, T. LXVIII, 251-264.
- LESTAGE, J.A. 1940.- Notes trichoptérologiques. XVII - Recherches sur l'éthologie et la biocénose de la forme montagnarde *Choetopteygopsis maclachlanis* Stein découverte en Belgique. Bull. et Ann. de la Soc. Ent. Belg., T.80, 37-54.
- LEUVEN, R.S.E.W.; VANHEMELRIJK, J.A.M. and VAN DER VELDE, G. 1987.- The distribution of Trichoptera in Dutch Soft waters differing in pH. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 359-366.
- LEWIS, T. and TAYLOR, L.A. 1964.- Diurnal periodicity of flight by Insects. Trans. A. Ent. Soc. Lond., 116 (15), 393-476.
- MACAN, T. 1965.- A revised Key to the British Water Bugs (Hemiptera - Heteroptera) . Freshwat. Biol. Assn. Sci. publ. 16, 78p.
- MACAN, T. 1970.- A key to the Nymphs of British species of Ephemeroptera. Freshw. Biol. Assoc. Sci. Publ., n°20, 35p.
- MACAN, T. 1973.- A Key to the Adult of the British Trichoptera. Sci. Publ., n°28, 151p.
- MAJECKI, J. 1987.- Remarks on the life history of *Anabolia fureata* Brauer (Trichoptera). Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 253-256.
- MALICKY, H. 1976.- Trichopteren-Emergenz in zwei Lunzer Bächen 1972-74. Arch. Hydrobiol., 77 (1), 51-65.
- MALICKY, H. 1980.- Lichtfallenuntersuchungen über die Köcherfliegen (Trichoptera) des Rheins. Mainzer Naturw. Archiv., 18, 71-76.
- MALICKY, H. 1983.- Atlas des trichoptères d'Europe. Dr. W. Junk Publishers, 298p.

- MALICKY, H. 1984.- Evidence for reseasonal migration of larvae of two Species of philopotamid caddisflies (Trichoptera) in a mountain Stream in Lower Austria. *Aquatic Insects*, 2 (3), 153-160.
- MAQUET-LECLERCQ, B. 1986.- La dérive des invertébrés d'une rivière Salmonicole non perturbée. Structure et dynamique des peuplements en place et en dérive. Impact sur la faune benthique. Thèse de Doctorat, F.N.D.P.-U.N.E.C.E.D., 167p.
- MARLIER. 1951.- La biologie d'un ruisseau de plaine : le Smohain. *Inst. r. Sci. Nat. Belg.*, Mémoire 114, 98p.
- MARLIER, G. et BOTOSANEANU, L. 1968.- Trichoptères du Ghana et de la cote d'Ivoire. *Bull. Inst. r. Sci. Nat. Belg.*, 44, 16.
- MARLIER, G. 1978.- Les Insectes aquatiques. *Les naturalistes belges*, 97p.
- MARLIER, G. 1980.- Etudes sur la productivité des étangs de Haute Belgique. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, 20, IX, 16p.
- MARTIN, I.D. 1985.- Microhabitat selection and life cycle patterns of two *Rhyacophila* species (Trichoptera : Rhyacophilidae) in Southern Ontario Streams. ____ 
- Mc CAULEY, J.E. 1976. Efficiency of a trap for catching and retaining insects emergency from standing water. *Oikos*, 27, 339-345.
- MEURISSE-GENIN, M.; REYDAMS-DETOLLENAERE, A.; STROOT, Ph. et MICHA, J.-C. 1987.- Les macroinvertébrés benthiques de la Meuse belge : Bilan de cinq années de recherches (1980-1984). *Arch. Hydrobiol.*, 109, 1, 67-88.
- MICHA, J.-C.; KAISER, R. et DE MOFFARTS, E. 1976.- Pollution and the production of Invertebrates and Fish in a canalized river. *F.A.O. E.F.A.C.*, 76 S.H., 11, 107-119.
- MICHA, J.-C. 1980.- La pollution des eaux de surface en Wallonie. *Dossier inter environnement wallonie*, 33p.

- MICHA, J.-C. 1985.- Inventaire préliminaire des nuisances dans la province de Namur. F.N.D.P. - U.N.E.C.E.D., 27p.
- MOL, A.W.M. 1984.- Limnofauna Neerlandica. Nieuwbrief European Invertebrate Survey-Nederland, n°15, 124p.
- MOSS, 1980.- Ecology of Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 86-110.
- MUNDIE, J.M. 1964.- A sampler for catching Emergency insects and Drifting Materials in streams. Limnol. Oceanogr., 2, 456-454.
- MUNDIE, J.M. 1964.- A sampler for catching Emergency Insects and Drifting Materials in Streams. Limnol. Océanogr., 9, 456-459.
- MUNDIE, J.M. 1966.- Sampling emergency insects and drifting materials in deep flowing water. Gewässer ans Abwässer 41/42, 5, 159-162.
- MURPHY, P.M. 1978.- The Temporal variability in biotic indices. Environ. Pollut. (17), 227-236.
- NELSON, V.A. 1987.- Light trap collections of Trichoptera near the source of Hopp Brook, New Haven country, Connecticut. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 203-206.
- NIELSEN, A. 1976.- Pollution and caddis-fly fauna. Proc. of the First Symp. on Trichoptera, 1974. Junk, The Hague, 159-161.
- ODUM, F.R. 1971.- Fundamentals of Ecology. 3rd Ed. Saunders Philadelphia. Toronto, 574p.
- OEMKE, M.P. 1987.- The effect of temperature and diet on the larval growth of *Glossosoma nigror*. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 257-263.
- OOSTERBROECK, P. 1981.- De Europese Diptera. Wetenschappelijke nederdelingen K.N.N.V., n°148, 81p.
- PERRIN, J.F. 1978.- Signification écologique des peuplements benthiques du Haut-Rhône français. Thèse de Doctorat. Univ. Claude-Bernard, Lyon I, 171p.

- PETERSEN, R.C. 1987.- Seston quality as a factor influencing Trichoptera populations. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 287-292.
- PHILIPSON, G.N. & MOORHOUSE, B.H.S. 1974.- Observations on Ventilatory and net-spinning activities of larvae of the genus *Hydropsyche* Pictet (Trichoptera, Hydropsychidae). Freshwat. Biol., 4 : 525-533.
- PIELOU, E.C. 1969.- An Introduction to Mathematical Ecology, John Wiley & Sons. New-York, 286p.
- PIELOU, E.C. 1977.- Mathematical Ecology. John Wiley & Sons. New-York, 385p.
- PINDER, L.C.V. 1978.- A Key adult males of British Chironomidae. Biol. Assoc. Freshw., vol. 2, fig. 77-189.
- PILETTE, S. 1986.- Etude du cycle de vie de *Tinodes rostocki* et de *Rhyacophila dorsalis* dans le Samson. Etude du régime alimentaire de *Rhyacophila dorsalis*. Mémoire de Licence, F.U.N.D.P., Namur, 53p.
- PITSH, T. 1987.- Contribution to larval taxonomy; ecology and distribution of the central European Species of the genus *Philopotamus* (Trichoptera : Philopotamidae). Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 331-336.
- POOLE, R.W. 1974. - An Introduction to Quantitative Ecology McGRAW-HILL, New-York, 532p.
- PRAT, N. 1981.- The influence of reservoir discharge on benthic fauna in the River Tar, N.E. Spain. Proc. 3rd. Int. Symp. Trichoptera 28 July - 2 August 1980, 293-302.
- PUIG, M.A.; BAUTISTA, I.; TORT, M.J. et PRAT, N. 1981.- Les larves de Trichoptères de la rivière Llobregat (Catalogne : Espagne). Distribution longitudinale et relation avec la qualité de l'eau. Proc. 3rd. Int. Symp. Trichoptera 28 July - 2 August 1980, 303-310.
- RECASENS, L. y MURILLO, J. - Ciclo vital de *Agapetus fuscipes* Curtis 1834 et *Hydropsyche siltalai* Dohles, 1963 (Trichoptera) en la Riera de Vallidrerria (Catalunya : N.E. Espagne). Actas de los VIII Jornadas A. E, 1224-1231.

- RECASENS, L. and PUIG, M.A. 1987.- Life cycles and growth patterns of Trichoptera in the Matarrana, a kastic river. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 247-252.
- RECASENS i ALBALDEJO 1987.- Cicle vital d'*Hydropsyche siltalais* (Trichoptera ; Hydropsychidae) à la riera de l'Avenco (Vallés oriental). Bull. Inst. Cat. Hist. Nat., 52 (Sec. Zool., 6), 129-133.
- RESH, V.H. 1976. - Changes in the Caddis-fly Fauna of Lake Erie, Ohio, and of the Rock River, Illinois, over a fifty years period of environmental deterioration - Proc. 1st. Int. Symp. Trichoptera, 167-170.
- RESH, V.H. 1977.- Habitat and Substrat influence on population and production dynamics of a stream caddisfly, *Ceraclea ancylus* (Leptoceridae). Freshw. Biol., 7, 261-277.
- RESH 1978.- Preliminary observations on spatial distribution patterns of stream caddisfly populations. Proc. 2nd. Int. Symp. Trichoptera 25-29 July 1977, 331-336.
- RESH, V.H.; FLYNN, T.S.; LAMBERTI, G.A.; McELRAVY, E.P.; SORG, K.L. and WOOD, J.R. 1981.- Responses of the Sericostomatid caddisfly *Gumaga nigricula* (McL.) to environmental disruption. Proc. 3rd. Int. Symp. Trichoptera 25 July - 2 August 1980, 311-318.
- RESH, V.H. et ROSENBERG, D.M. 1984.- The ecology of aquatic Insects. Praeger (New-York), 625p.
- RESH, V.H. and UNZICKER, J.D. 1985.- Water quality monitoring and aquatic organisms : the importance of species identification. Journal Water Pollution control, vol. 47, n°1, 9-19.
- RICHARDSON, J.S. 1987.- Patterns of geographic variation in adult flight phenology of some nearctic Trichoptera. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 211-217.
- RICHARDSON, J.S. et CLIFFORD. 1983.- Life history and microdistribution of *Neureclipsis bimaculata* (Trichoptera : Polycentropodidae) in a lake outflow stream of Alberta, Canada. Dep. Zool. Univ. Alberta, Canada T6G2E9, 2434-2445.

- RICHOUX, Ph. 1982.- Introduction pratique à la systématique des organismes aquatiques des eaux continentales françaises. Insectes : Coleoptères aquatiques. Association Française de Limnologie, 56p.
- RINGE, F. 1974.- Chironomiden-Emergenz 1970 in Breitenbach und Rohrwiesenbach Schlitzer Produktions-biologische studien (10). Arch. Hydrobiol./suppl. 45, 2/3, 212-304.
- RIWA. 1985.- Samenwerkende Rijn -en Maas- waterleidingbedrijven doel B : de Maas, 76p.
- ROJAS-CAMOUSSEIGHT, F. 1985.- Etude préliminaire sur l'utilisation des Trichoptères adultes comme description écologique. Thèse Doctorat. Univ. de Lyon, France, 215p.
- ROSILLON, D. 1983.- Etude quantitative de l'impact d'une pollution organique sur la biocénose benthique d'une rivière salmonicole : la Lhomme (Belgique). Annls. Soc. r. Zool. Belg., T. 113, Fasc.1, 19-30.
- ROSILLON, D. 1984.- Dynamique des Populations des Macroinvertébrés benthiques d'une rivière salmonicole (le Samson) : Approche des facteurs régulateurs. Thèse de Doctorat, F.U.N.D.P., Namur, 199p.
- ROSILLON, D. 1985.- Etude d'une rivière calcaire salmonicole. Phénologie des Ephéméroptères. Bull. Annls. Soc. r. belge Ent., 121, 153-167.
- ROUX, C. and CASTELLA, E. 1987.- Les peuplements larvaires de Trichoptères des anciens lits fluviaux dans les trois secteurs de la plaine alluviale du Haut-Rhône français. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 july 1986, 305-312.
- SCHUHMACHER, H. 1970.- Untersuchungen zur Taxonomie, Biologie und Ökologie einiger Köcherfliegenarten den Gattung *Hydropsyche* Pict. (Insecta, Trichoptera). Int. Revue ges. Hydrobiol., 55 (4), 511-557.
- SCHMID, F. 1953.- Contribution à l'étude de la sous-famille des Apataniinae I. - Tijdschr. Ent. 96, 109-167.
- SCHMID, F. 1954.- Contribution à l'étude de la sous-famille des Apataniinae II. Tijdschr. Ent. 97, 1-71.

- SCHMID, F. 1962.- A propos de deux récents ouvrages sur la phylogénie et la zoogéographie des Trichoptères. *Miseelanea Zoologica*, 1, 1-27.
- SCHMID, F. 1984. - Un essai d'évaluation de la faune mondiale des Trichoptères (Abstract) - 3rd Proc. Int. Symp. Trichoptera; 30 : 337.
- SCOTT, D. 1958.- Ecological studies on the Trichoptera of the River Dean, Cheshire. *Arch. Hydrobiol.*, 54, 340-392.
- SIEGENTHALER, C. 1987.- Results of four years intensive light trapping in Western Switzerland. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 197-202.
- SINGH, M.P.; SMITH, S.M. and HARRISON, A.D. 1984.- Life cycles, microdistribution, and food of two species of caddisflies (Trichoptera) in a wooded stream in Southern Ontario. *Can. J. Zool.*, 62, 2582-2588.
- SINGH, M.P.; SMITH, S.M. et HARRISON, A.D. 1984.- Emergence of some caddisflies (Trichoptera) from a wooded stream in Southern Ontario. *Hydrobiologia* 112, 223-232.
- SOLEM, J.O. 1984.- Adult behaviour of North European caddisflies. *Ser. Entomologica*, vol. 30, 375-382.
- SOLEM, J.O. 1985.- Female sex Pheromones in *Ryacophila nubila* (Trichoptera, Ryacophilidae) and arrival pattern to sticky traps. *Fauna norv. Ser. B*, 32, 80-82.
- SOLEM, J.O. 1985.- Distribution and biology of caddisflies (Trichoptera) in Dovrefjell mountains, Central Norway. *Fauna norv. Ser. B*, 32, 62-79.
- SOLEM, J.O. and BONGARD, T. 1987.- Flight patterns of three species of lotic caddisflies. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 223-228.
- SPEIR, I.A. et ANDERSON, N.H. 1974.- Use of Emergence data for estimation annual production of aquatic Insects. *Limnol. Océanogr.*, 19 (1), 154-156.

- STANFORD, J.A. and WARD, J.V. 1981.- Preliminary interpretations of the distribution of Hydropsychidae in a regulated river. Proc. 3rd. Int. Symp. Trichoptera 28 July - 2 August 1980, 323-328.
- STATZNER, B. 1976.- Die Köcherfliegen-Emergenz (Trichoptera, Insecta) aus dem zentralafrikanischen Berbach Kalengo. Arch. Hydrobiol., 78, 1, 102-137.
- STATZNER, B. 1978.- The effects of flight behaviour on the larval abundance of Trichoptera in Schierenseebrooks (North Germany). Proc. 2nd. Int. Symp. Trichoptera 25-29 July 1977, 121-134.
- STROOT, Ph. 1980.- Approche Ecologique de la répartition longitudinale des Trichoptères dans le bassin du Flavion. Mémoire de Licence Sc. Zool., F.N.D.P., Namur, 194p.
- STROOT, Ph. 1983.- Projet d'étude de la répartition et des associations d'invertébrés benthiques (Trichoptères surtout) par utilisation de collections d'origines diverses et de l'analyse en composantes principales. F.N.D.P. Rapport U.N.E.C.E.D.
- STROOT, Ph. 1984.- Etude de la répartition et des associations de Trichoptères par utilisation de collections d'origines diverses et d'analyse multivariées. F.N.D.P., Rapport U.N.E.C.E.D., 1-8.
- STROOT, Ph. 1984.- Les Trichoptères de Belgique et des régions limitrophes (225 cartes). Inst. roy. Sci. nat. de Belgique, 75p.
- STROOT, Ph. 1984.- Faunistique et répartition longitudinale des Trichoptères dans une rivière salmonicole de basse montagne, en Belgique. Hydrobiologia 108, 245-258.
- STROOT, Ph. 1985.- Actualisation du catalogue des trichoptères de Belgique. Soc. roy. belge d'Entomologie, 61p.
- STROOT, Ph. 1986.- Trichoptères menacés de la faune belge. Conférence débat "Invertébrés menaçants, Invertébrés menacés" (Abstract). Fac. Sci. Agro. Gembloux, 55-57.
- STROOT, Ph. 1986.- Clés d'identification des adultes et des larves aquatiques de coléoptères. U.N.E.C.E.D.-F.N.D.P., Namur, non publié.

- STROOT, Ph. 1986.- Quelques aspects de l'écologie des trichoptères de nos régions. Com. pers.
- STROOT, Ph. 1986.- Révision des Mégaloptères de la collection belge de l'I.R.S.N.B. *Sialis nigripes* E. Pictet, 1865. Belg. n Sp (Megaloptera, Sialidae). Bull. Annl. Soc. r. belge Ent. 122, 195-201.
- STROOT, Ph. 1987.- An attempt to Evaluate the State of the caddis fly of Belgium. Series Entomologica 39, 79-83.
- TACHET, M. et BOURNAUD M. 1981.- Cycles biologiques des Hydropsychidae et d'un Polycentropodidae (Trichoptera) dans le Rhône en amont de Lyon. Proc. 3rd. Int. Symp. Trichoptera 28 july - 2 august 1980, 347-364.
- TACHET, M. et STROOT, Ph. - Description des larves d'*Ecnomus deceptor* et *Ecnomus tenellus* (Trichoptère, Ecnomyidae) et réflexions sur leur écologie, in press.
- TERENCE, P.B. 1979.- New Floating trap for Capturing and Preserving Emerging Aquatic Insects. The Progressive Fish-culturist, vol. 41, n°2, 3p.
- THORUP, J. 1963.- Growth and life cycle of Invertebrates from Danish springs. Hydrobiologica, 22, 58-84.
- THUT, R.N. - Feeding habits of Larvae of Seven *Rhyacophila* (Trichoptera : Rhyacophilidae). Species with Notes on Other Life-History Features. Res. Dep. Weyerhauenser Company, Longview, Washington, 894-898.
- TOBIAS, W. & TOBIAS, D. 1981.- Trichoptera Germanica. Bestimmungstabellen für die deutschen Köcherfliegen. Teil I : Imagines. Cour. Forsch-Inst. Senckenberg, 49. Frankfurt a. M., 30/9/1981, 672p.
- ULFSTRAND, S. 1968.- Life cycles of benthic insects in lapland streams (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera Simulidae). Oikos, 19, 167-193.
- ULFSTRAND, S. 1970.- Trichoptera from River Vindelälven in Swedish Lapland. Entomol. Ts. Arg., 91, 11, 1-4.

- USSEGLIO-POLATERA, Ph. 1985.- Evolution des peuplements de trichoptères et d'éphéméroptères du Rhône à Lyon (1959-1982). Thèse Doctorat, Univ. Claude-Bernard, Lyon I, 247p.
- USSEGLIO-POLATERA, Ph. 1987.- The comparison of light trap and sticky trap catches of adult Trichoptera (Lyon, France). Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 217-222.
- VAN CRAENENBROECK, W. & VAN DEN BOS, M. 1983.- Profil de la qualité de la Meuse. 19-20 septembre 1982. RIWA, 146p.
- VAN DEN NEUCKER, D. 1985.- Bijdrage tot de Faunistiek en systematiek van de Belgische Simuliidae (Diptera). Mémoire Univ. Antwerpen, 129p.
- VEREERSTAETEN, J. 1972.- Le bassin de la Meuse. Etude de géographie hydrologique. Revue belge de géographie, 94 (1-2-3), 1-339.
- VERNEAUX, J. 1973.- Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de Biotypologie. Mémoire Fac. des Sci. de Besançon, n°84, 257p.
- VINCKE, P.; HUBERTY, G., ROUSSEAUX, F. 1980.- Cartographie de la pollution des cours d'eau dans la province de Namur. F.U.N.D.P., Namur, U.N.E.C.E.D., Rapport Final (janvier 1979-Janvier 1980), 19p.
- VON SCHRAMM, W.S. und MARTENS, V. 1976.- Ein McBsystem für in situ Untersuchungen zum Stoff- und Energiumsatz in Benthosgemeinschaften. Sonderheft, n°3, 6p.
- WAGNER, R. 1984.- Effects of an artificially changed stream bottom on emerging insects. Verh. Internat. Verein. Limnol., 22, 2042-2043.
- WAGNER, R. 1987.- Effects of an artificially Silted stream bottom on species composition and biomass of Trichoptera in Breitenbach. Proc. 5th. Symp. Trichoptera 26 July 1986, 349-352.
- WALLACE, I.D. 1981.- A key to larvae of the family Leptoceridae (Trichoptera) in great Britain and Iceland. Freshw. Biol., 11, 273-297.

- WALKER, H.; SAILA, S.B. & ANDERSON, E.L. 1979.- Exploring Data Structure of New-York Bight benthic Data Using Post-Collection Stratification of Samples, and Linear Discriminant Analysis for Species Composition Comparisons. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 9, 101-120.
- WARINGER, J.R. 1986.- The abundance and distribution of caddisflies caught by emergence trap in the Ritrodat research area of the lunzes Scebash (Lower Austria) from 1980 to 1982. *Freshwater Biology*, 16, 49-59.
- WAYNE, M.G.; PETERSEN, R.C.; CUMMINS, K.W.; BOTT, T.L.; SEDELL, J.R.; CUSHING, E.C. & VANNOTE, R.L. 1983.- Interbiome comparison of stream ecosystem dynamics. *Ecological Monographs*, 53 (1), 1-25.
- WAYNE, M.G. and PETERSEN, R.C. Jr. 1985.- Towards a theory of macroinvertebrate community structure in stream ecosystems. *Arch. Hydrobiol.*, 104, 1, 49-76.
- WEVERS, M.J. and WISSEMAN, R.W. 1987.- Larval development, substrate preference and feeding habits of *Polycentropus variegatus* Milne in model stream channels (Trichoptera : Polycentropodidae). *Proc. 5th. Symp. Trichoptera* 26 July 1986, 263-268.
- WILHM, J. 1972.- Graphic and Mathematical Analyses of Biotic Communities in Polluted Streams. *Ann. Rev. Ent.*, 17, 223-252.
- WILLIAMS, N.E. et HYNES, H.B. 1973.- Microdistribution and feeding of the net-spinning caddisflies (Trichoptera) of a Canadian Stream. *Oikos*, 24, 73-84.
- WILSON, R.S. and McGILE, J.D. 1977.- A New Method of monitoring water quality in a stream receiving sewage effluent using chironomid pupal exuviae. *Water Research*, vol. 11, 953-962.
- WISSEMAN, R.W. and ANDERSON, N.H. 1987.- The life history of *Cryptochia pilosa* (Trichoptera : Limnephilidae) in an Oregon Coast range watershed. *Proc. 5th. Symp. Trichoptera* 26 July 1986, 243-246.

- WRIGHT, J.F.; ARMITAGE, P.D.; FURSE, M.T. and MOSS, D. 1984.- The classification of sites on British rivers using macroinvertebrates. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 21, 1939-1943.
- WRIGHT, J.F.; MOSS, D.; ARMITAGE, P.D. and FURSE, M.T. 1984.- A preliminary classification of running-water sites in Great Britain based on macro-invertebrate species and the prediction of community type using environmental data. *Freshw. Biol.*, 14, 221-256.
- WYTTON DA TERRA, L.S. 1980.- Notas sobre os Trichopteros do rio Ave, em vila do Conde, e seu relacionamento com a qualidade da agua. Direcção-geral de ordenamento e gestão florestal n°287, Lisboa.
- ZWICK, P. 1984.- Stability and changes of biomass of emerging insects and their possible causes. *Verh. Intrnat. Verein. Limnol.*, 22, 2031-2041.

LISTE TABLEAUX

- Tableau I : Familles et nombres d'espèces d'Odonates recensés en Belgique (CAMMAERTS, 1979)
- Tableau II : Familles et nombres d'espèces d'Ephéméroptères en Belgique (LESTAGE, 1928; MARLIER, 1978)
- Tableau III : Familles et nombres d'espèces de Plécoptères recensés en Belgique (AUBERT, 1956; MARLIER, 1978)
- Tableau IV : Familles et nombres d'espèces d'Hétéroptères aquatiques recensés en Belgique (BOSMANS & DETHIER, 1978)
- Tableau V : Nombres approximatifs d'espèces aquatiques ou semi-aquatiques de Coléoptères recensés en nos régions (ILLIES, 1967; CHINERY, 1976; RICHOUX, 1982; MOL, 1984)
- Tableau VI : Nombres approximatifs d'espèces aquatiques ou semi-aquatiques de Diptères recensés en nos régions (BERTRAND, 1954; ILLIES, 1967; OOSTERBROECK, 1981; MOL, 1984; VAN DENEUCKER, 1987)
- Tableau VII : Tableau récapitulatif pour les diverses familles de Trichoptères le type de construction larvaire, le milieu et le régime alimentaire
- Tableau VIII : Type d'activité journalière de vol chez les Trichoptères
- Tableau IX : Exemples d'occurrences saisonnières chez les Trichoptères (Classification de CRICHTON, 1960)
- Tableau X : Rapports des sexes de Trichoptères établis par CRICHTON (1960) sur base de captures au piège lumineux en Angleterre
- Tableau XI : Principaux paramètres physico-chimiques de la Meuse caractérisant le tronçon étudié (d'après RIWA, 1985)
- Tableau XII : Principaux paramètres physico-chimiques de la Meuse présentant des modifications significatives en aval de Namur en 1985 (d'après RIWA, 1985).

Tableau XIII : Expressions, définitions et unités des variables météorologiques et hydrologiques retenues comme descripteurs écologiques de l'évolution hebdomadaire des captures d'Insectes aériens durant la période prospectée.

Tableau XIV : Données météorologiques et hydrologiques hebdomadaires sur la période déchantillonnage (avril - juillet, 1987)

Tableau XV : Indices de diversité utilisés pour l'interprétation des résultats (PIELOU, 1977)

Tableau XVI : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Dinant du 6/04/87 au 19/04/87 au piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XVII : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Tailfer du 6/04/87 au 19/04/87 au piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XVIII : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Andenne du 6/04/87 au 19/04/87 au piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XIX : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Tailfer du 27/04/87 au 12/07/87 au piège à glu. (* : Mise au point méthodologique)

Tableau XX : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Dinant du 6/04/87 au 19/07/87 par piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XXI : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Tailfer du 6/04/87 au 19/07/87 par piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XXII : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Andenne du 6/04/87 au 19/07/87 par piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XXIII : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Tailfer du 27/04/87 au 12/07/87 par piège à glu. (* : Problèmes techniques).

Tableau XXIV : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés à Tailfer, le 2 juillet 1987 - Piège de WARD.

Tableau XXV : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés à Tailfer du 13/07/87 au 17/07/87 par piège lumineux - 2 heures et nuit complète.

Tableau XXVI : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères capturés à Tailfer du 13/07/87 au 17/07/87 par piège lumineux - 2 heures et nuit complète.

Tableau XXVII : Données journalières des paramètres météorologiques et hydrologiques du 13/07 au 17/07/1987.

Tableau XXVIII : Liste faunistique de tous les récoltes en Meuse belge (Dinant, Tailfer et Andenne) du 6/04 au 13/07 avec tous les pièges (P.L. : Piège lumineux; P.G. : Piège à glu). (+ : Présent; - : Absent).

LISTE DES FIGURES

- Figure 1a : Imago d'Odonate Anisoptère
- Figure 1b : Imago d'Odonate Zygoptère
- Figure 2 : Imago d'Ephéméroptère (vue dorsale)
- Figure 3 : Imago de Plécoptère
- Figure 4 : Adulte d'Hétéroptère aquatique (Corixidae)
- Figure 5 : Adulte de Planipenne (A) et de Mégaloptère (B)
- Figure 6 : Adulte de Coléoptère aquatique
- Figure 7 : Imago de Chironomidae (Diptère Nématocère) (vue latérale)
- Figure 8 : Imago de Simulidae (Diptère Nématocère) (vue latérale)
- Figure 9 : Les 4 phases du développement des Trichoptères
- Figure 10 : Tête de Trichoptère adulte (Limnephilidae) (TOBIAS & TOBIAS, 1981)
Au : Oeil
Oc : Ocelle
An : Antennes
Hstl : Haustellum (complexe maxillo-latéral)
Lb : Palpes labiaux
Mx : Palpes maxillaires
- Figure 11 : Eperons des tibias (TOBIAS & TOBIAS, 1981)
- Figure 12a : Ocelles (Ext. TOBIAS & TOBIAS, 1981).
- Figure 12b : Palpes de Sericosmatidae mâle (Ext. TOBIAS & TOBIAS, 1981)
- Figure 13 : Le mesonotum en vue dorsale (Ext. MACAN, 1973)

Figure 14 : Les structures alaires de Limnephilidae (Ext. TOBIAS & TOBIAS, 1981)

A : Anale; **C** : Costale; **Cu** : Cubitale; **Dz** : Cellule discoïdale; **M** : Médiale; **Pt** : Ptérostigma; **R** : Radiale; **Sc** : Subcostale; **Tz** : Cellule thyridiale; **1 à 5** : Numéros des fourches apicales.

Figure 15 : Genitalia en vue latérale (TOBIAS & TOBIAS, 1981)

Tg VIII : Tergite du 8ème segment abdominal

St VIII : Sternite du 8ème segment abdominal

IX : 9ème segment

AS : Appendice supérieur

AI : Appendice inférieur

Segm.X : 10ème segment abdominal

Figure 16 : Organe copulateur (Phallus) de Limnephilidae en vue ventrale (TOBIAS & TOBIAS, 1981) (**Aed** : Aedeogus; **Par** : Paramères; **Phb** : Phallobase)

Figure 17 : Cône de Mundie

Figure 18 : Serre utilisée par ILLIES (1975) comme piège d'émergence

Figure 19 : Evolution des effectifs d'*Ephemera danica* en juin et décembre 1971 à 1979 pour des sites ombragés (■) et dégagés (□) (d'après WRIGHT et al, 1981)

Figure 20 : Sites des prélèvements effectués en Meuse d'avril à juillet 1987.

Figure 21 : Barrage d'Andenne (+ : localisation du piège lumineux).

Figure 22 : Piège lumineux

Figure 23 : Températures journalières (°C) mesurées à Tailfer (CIBE) - Année 1987.

Figure 24 : Débits journaliers (m³/sec) mesurés à Tailfer (CIBE) - Année 1987.

Figure 25 : Evolution hebdomadaire des indices de diversité à Dinant, du 6/04 au 19/07/87 - Piège lumineux.

Figure 26 : Evolution hebdomadaire des indices de diversité à Tailfer, du 6/04 au 19/07/87 - Piège lumineux.

Figure 27 : Evolution hebdomadaire des indices de diversité à Andenne, du 6/04 au 19/07/87 -
Piège lumineux.

Figure 28 : Comparaison de l'évolution des indices de diversité à Tailfer , avril à juillet 1987.
(---- : Piège lumineux; - - - - : Piège à glu)

LISTE DES FIGURES

- Figure 1a : Imago d'Odonate Anisoptère
- Figure 1b : Imago d'Odonate Zygoptère
- Figure 2 : Imago d'Ephéméroptère (vue dorsale)
- Figure 3 : Imago de Plécoptère
- Figure 4 : Adulte d'Hétéroptère aquatique (Corixidae)
- Figure 5 : Adulte de Planipenne (A) et de Mégaloptère (B)
- Figure 6 : Adulte de Coléoptère aquatique
- Figure 7 : Imago de Chironomidae (Diptère Nématocère) (vue latérale)
- Figure 8 : Imago de Simulidae (Diptère Nématocère) (vue latérale)
- Figure 9 : Les 4 phases du développement des Trichoptères
- Figure 10 : Tête de Trichoptère adulte (Limnephilidae) (TOBIAS & TOBIAS, 1981)
Au : Oeil
Oc : Ocelle
An : Antennes
Hstl : Haustellum (complexe maxillo-latéral)
Lb : Palpes labiaux
Mx : Palpes maxillaires
- Figure 11 : Eperons des tibias (TOBIAS & TOBIAS, 1981)
- Figure 12a : Ocelles (Ext. TOBIAS & TOBIAS, 1981).
- Figure 12b : Palpes de Sericosmatidae mâle (Ext. TOBIAS & TOBIAS, 1981)
- Figure 13 : Le mesonotum en vue dorsale (Ext. MACAN, 1973)

Figure 14 : Les structures alaires de Limnephilidae (Ext. TOBIAS & TOBIAS, 1981)

A : Anale; C : Costale; Cu : Cubitale; Dz : Cellule discoïdale; M : Médiale; Pt : Ptérostigma; R : Radiale; Sc : Subcostale; Tz : Cellule thyridiale; 1 à 5 : Numéros des fourches apicales.

Figure 15 : Genitalia en vue latérale (TOBIAS & TOBIAS, 1981)

Tg VIII : Tergite du 8ème segment abdominal

St VIII : Sternite du 8ème segment abdominal

IX : 9ème segment

AS : Appendice supérieur

AI : Appendice inférieur

Segm.X : 10ème segment abdominal

Figure 16 : Organe copulateur (Phallus) de Limnephilidae en vue ventrale (TOBIAS & TOBIAS, 1981) (Aed : Aedeogus; Par : Paramères; Phb : Phallobase)

Figure 17 : Cône de Mundie

Figure 18 : Serre utilisée par ILLIES (1975) comme piège d'émergence

Figure 19 : Evolution des effectifs d'*Ephemera danica* en juin et décembre 1971 à 1979 pour des sites ombragés () et dégagés () (d'après WRIGHT et al, 1981)

Figure 20 : Sites des prélèvements effectués en Meuse d'avril à juillet 1987.

Figure 21 : Barrage d'Andenne (+ : localisation du piège lumineux).

Figure 22 : Piège lumineux

Figure 23 : Températures journalières (°C) mesurées à Tailfer (CIBE) - Année 1987.

Figure 24 : Débits journaliers (m³/sec) mesurés à Tailfer (CIBE) - Année 1987.

Figure 25 : Evolution hebdomadaire des indices de diversité à Dinant, du 6/04 au 19/07/87 - Piège lumineux.

Figure 26 : Evolution hebdomadaire des indices de diversité à Tailfer, du 6/04 au 19/07/87 - Piège lumineux.

Figure 27 : Evolution hebdomadaire des indices de diversité à Andenne, du 6/04 au 19/07/87 -
Piège lumineux.

Figure 28 : Comparaison de l'évolution des indices de diversité à Tailfer , avril à juillet 1987.
(---- : Piège lumineux; - - - - : Piège à glu)

LISTE TABLEAUX

- Tableau I : Familles et nombres d'espèces d'Odonates recensés en Belgique (CAMMAERTS, 1979)
- Tableau II : Familles et nombres d'espèces d'Ephéméroptères en Belgique (LESTAGE, 1928; MARLIER, 1978)
- Tableau III : Familles et nombres d'espèces de Plécoptères recensés en Belgique (AUBERT, 1956; MARLIER, 1978)
- Tableau IV : Familles et nombres d'espèces d'Hétéroptères aquatiques recensés en Belgique (BOSMANS & DETHIER, 1978)
- Tableau V : Nombres approximatifs d'espèces aquatiques ou semi-aquatiques de Coléoptères recensés en nos régions (ILLIES, 1967; CHINERY, 1976; RICHOUX, 1982; MOL, 1984)
- Tableau VI : Nombres approximatifs d'espèces aquatiques ou semi-aquatiques de Diptères recensés en nos régions (BERTRAND, 1954; ILLIES, 1967; OOSTERBROECK, 1981; MOL, 1984; VAN DENEUCKER, 1987)
- Tableau VII : Tableau récapitulatif pour les diverses familles de Trichoptères le type de construction larvaire, le milieu et le régime alimentaire
- Tableau VIII : Type d'activité journalière de vol chez les Trichoptères
- Tableau IX : Exemples d'occurrences saisonnières chez les Trichoptères (Classification de CRICHTON, 1960)
- Tableau X : Rapports des sexes de Trichoptères établis par CRICHTON (1960) sur base de captures au piège lumineux en Angleterre
- Tableau XI : Principaux paramètres physico-chimiques de la Meuse caractérisant le tronçon étudié (d'après RIWA, 1985)
- Tableau XII : Principaux paramètres physico-chimiques de la Meuse présentant des modifications significatives en aval de Namur en 1985 (d'après RIWA, 1985).

Tableau XIII : Expressions, définitions et unités des variables météorologiques et hydrologiques retenues comme descripteurs écologiques de l'évolution hebdomadaire des captures d'Insectes aériens durant la période prospectée.

Tableau XIV : Données météorologiques et hydrologiques hebdomadaires sur la période déchantillonnage (avril - juillet, 1987)

Tableau XV : Indices de diversité utilisés pour l'interprétation des résultats (PIELOU, 1977)

Tableau XVI : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Dinant du 6/04/87 au 19/04/87 au piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XVII : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Tailfer du 6/04/87 au 19/04/87 au piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XVIII : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Andenne du 6/04/87 au 19/04/87 au piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XIX : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés chaque semaine à Tailfer du 27/04/87 au 12/07/87 au piège à glu. (* : Mise au point méthodologique)

Tableau XX : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Dinant du 6/04/87 au 19/07/87 par piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XXI : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Tailfer du 6/04/87 au 19/07/87 par piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XXII : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Andenne du 6/04/87 au 19/07/87 par piège lumineux. (* : Problèmes techniques).

Tableau XXIII : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés chaque semaine à Tailfer du 27/04/87 au 12/07/87 par piège à glu. (* : Mise au point méthodologique)

Tableau XXIV : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères (mâles + femelles) capturés à Tailfer, le 2 juillet 1987 - Piège de WARD.

Tableau XXV : Nombre d'individus de chaque famille et indices de diversité des Insectes aquatiques capturés à Tailfer du 13/07/87 au 17/07/87 par piège lumineux - 2 heures et nuit complète.

Tableau XXVI : Nombre d'individus de chaque espèce et indices de diversité des Trichoptères capturés à Tailfer du 13/07/87 au 17/07/87 par piège lumineux - 2 heures et nuit complète.

Tableau XXVII : Données journalières des paramètres météorologiques et hydrologiques du 13/07 au 17/07/1987.