

Influence des facteurs météorologiques sur les résultats de piégeage lumineux

P. Usseglio-Polatera¹

Y. Auda²

Mots clés : Piège lumineux, Trichoptera, météorologie, indicateurs écologiques.

Deux campagnes de piégeage lumineux des Trichoptères adultes sont réalisées sur les berges du Rhône. Les principaux paramètres météorologiques sont mesurés simultanément.

L'examen des variations internes de la liste faunistique autorise la sélection d'une partie des données susceptible de confrontation avec les variables météorologiques. L'Analyse en Composantes Principales normée permet ensuite de définir la structure des variations météorologiques sur chaque période de piégeage. L'étude des relations taxons-variables par régression multiple résume enfin l'influence des conditions microclimatiques sur le contenu de la liste faunistique. De nombreuses espèces ont un niveau de capture en liaison significative avec les variables météorologiques. Il existe une identité de modification de la distribution d'abondance de la plupart des espèces sensibles. Cependant la composition faunistique relative des captures ne semble pas sujette, en période estivale, à des modifications profondes imputables aux conditions météorologiques. Leurs fluctuations n'apparaissent donc plus comme un obstacle majeur à l'interprétation des résultats de piégeage lumineux.

Influence of meteorological factors on the results of light-trapping.

Keywords : Light-trap, Trichoptera, meteorology, biological indicators.

Adult Trichoptera were caught in light traps over two seasons on the banks of the Rhone. The chief meteorological variables were measured at the same time.

After an examination of internal variations in the faunistic list, part of the data was used for comparisons with the meteorological variables. Principal Component Analysis was used to define the structure of the meteorological variables for each trapping period. Multiple-regression analysis between these variables and the taxa provided a summary of the effects of micro-climate on the faunistic list. For many species, the level of capture was significantly related to the meteorological variables. Changes in the abundance distribution were similar for most of the sensitive species. However, the relative faunistic composition of the catch did not appear, in the summer period, to be subject to major changes attributed to the meteorological conditions. Therefore their fluctuations no longer appeared to be a major obstacle in the interpretation of the results from light-trap catches.

1. Introduction

Les pièges lumineux sont particulièrement efficaces dans l'échantillonnage de nombre d'insectes aériens à activité nocturne ou crépusculaire, Trichoptères en particulier (Crichton 1960, Ulfstrand 1970, Andersen & al., 1978, Crichton & Fisher 1982, Usseglio-Polatera 1985).

Bien que toutes les opérations inhérentes à cette méthode de capture (attraction, rétention) puissent être standardisées, l'étude dynamique des populations de ces deux groupes faunistiques est rarement basée sur les stades aériens (voir cependant Malicky 1978, 1980, 1981, Chantaramongkol 1983, Usseglio-Polatera & al. 1983).

En effet, de nombreux auteurs déjà circonspects quant à l'origine des individus capturés, considèrent comme délicate l'interprétation des résultats de piégeage, attribuant l'essentiel des variations journalières de la liste faunistique aux fluctuations des

1. U.A. CNRS 367, Ecologie des eaux douces, Université Lyon I, F 69622 Villeurbanne Cédex.

2. U.A. CNRS 243, Université Lyon I, Biologie des populations, F 69622 Villeurbanne Cédex.

conditions météorologiques (Corbet & al. 1966, Resh & Sorg 1978...).

La présente étude tente, à partir de deux ensembles de données, de déterminer le rôle effectif des variations météorologiques sur le contenu faunistique du piégeage.

1. Matériels et méthode

1.1. Présentation des données

La première expérience réunit 65 nuits isolées de piégeage¹, réalisées à Lyon sur les berges du Rhône (pK : 3,75) sur la période du 1er juin au 10 juillet des années 1959, 1960 et 1964 (fig. 1 et 2).

Le piège adopté, décrit par Fontaine (1982, piège n° 1), utilise une lampe à vapeur de mercure de type MAZDA MA 80.

La seconde expérience rassemble 102 relevés faunistiques journaliers répartis sur trois années et réalisés sur le canal de Jonage (fig. 1) dans une même station (Jons, Dept. de l'Ain).

Le dispositif utilisé est une version légèrement modifiée et automatique du piège lumineux décrit par Fontaine (1982, piège n° 3), équipée d'une lampe circline de type SYLVANIA cool white (FC 12T10/CWRS, 32 watts).

Seuls les Trichoptères (respectivement 42 et 43 espèces dans chacune des deux expériences) ont été déterminés (Rojas-Camousseight 1985, Usseglio-Polatera 1985).

1.2. Objectifs

L'émergence, donc l'activité de vol, des adultes de Trichoptères est, sous climat tempéré, saisonnière et spécifique.

Afin de garantir la validité des résultats, nous devons éviter l'examen simultané d'une variation de densité dépendant du propre rythme d'émergence de chaque espèce et une variation de densité dépendant, à l'intérieur de la période d'émergence, des conditions météorologiques.

Aussi, pour comparer les quantités d'individus capturés dans des circonstances météorologiques variées, nous pourrions : soit ne conserver que des

espèces à spectre d'émergence recouvrant la période d'étude disponible (expérience de Jons), soit réduire cette période d'étude à l'intérieur des périodes d'émergence des espèces choisies (expérience de Lyon) (fig. 2).

La première partie de cette étude sera donc consacrée à un examen interne des variations de la liste faunistique, sans introduction de variables de milieu. Cette analyse permettra l'extraction d'une partie des données susceptible de confrontation avec les variables météorologiques.

La seconde partie examinera enfin les relations taxons-variables par régression multiple et permettra de résumer l'influence des conditions microclimatiques sur le contenu de la liste faunistique des adultes piégés.

2. Variations temporelles du contenu faunistique et réduction des données

En écologie factorielle, une distribution d'abondance interspécifique dans un groupe faunistique donné peut servir d'indicateur biologique. Caractériser l'évolution de la répartition des individus entre les espèces est donc un souci constant de l'écologiste. L'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.), qui permet de remplacer une liste d'abondance par un petit nombre de valeurs numériques qui peuvent faire l'objet de toutes manipulations sur une variable quantitative, répond rapidement et de manière descriptive à cette attente.

De façon à privilégier dans l'interprétation le rôle des structures expérimentales, nous substituerons à la lecture classique des cartes factorielles, la représentation de l'évolution temporelle des coordonnées des différents relevés.

2.1. Expérience de Lyon

L'analyse a été réalisée sur le tableau faunistique 17 espèces \times 65 relevés. Les espèces ayant moins de dix présences sont éliminées (fig. 2). Les effectifs sont exprimés en classes logarithmiques d'abondance.

Les structures temporelles sont clairement définies par les deux premiers facteurs (fig. 3).

1. les piégeages ont été réalisés par FONTAINE (1982).

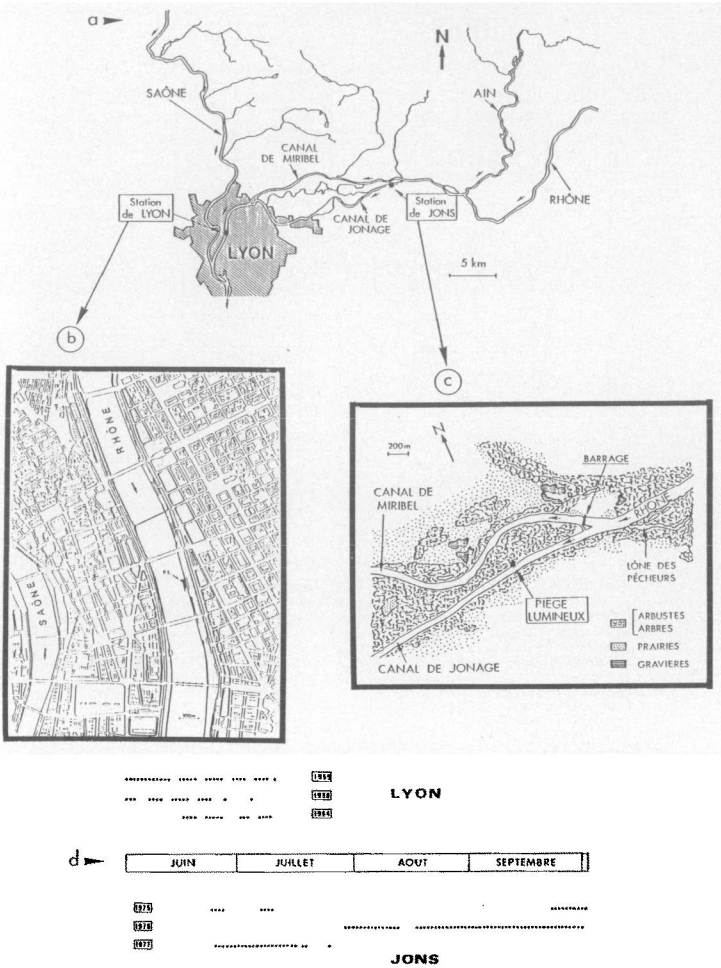


Fig. 1. Situation et organisation des deux expériences de piégeage
 a - localisation des deux stations d'étude dans la région lyonnaise
 b - station de Lyon
 c - station de Jons
 d - représentation du plan d'échantillonnage (chaque point représente une nuit de piégeage isolée).

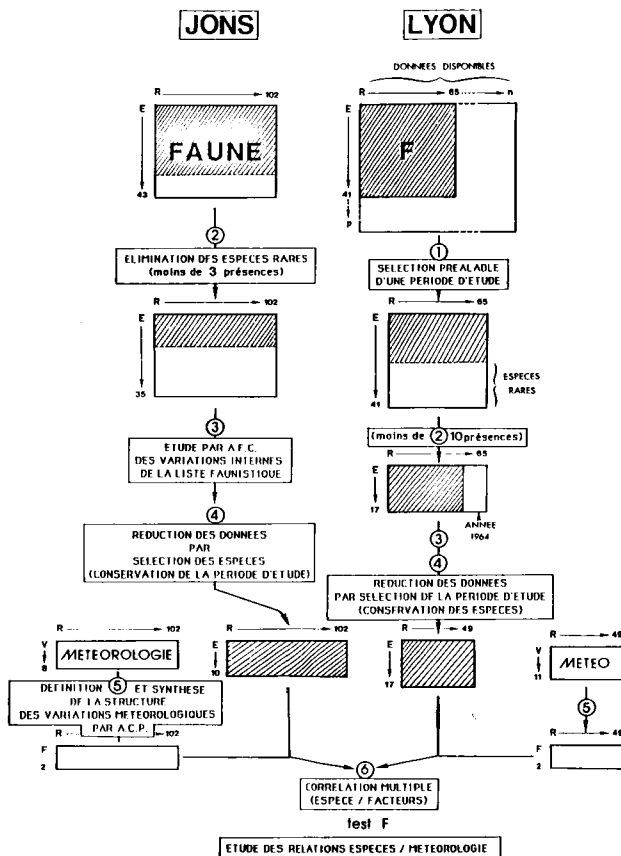


Fig. 2. Schéma du traitement informatique réalisé sur les deux ensembles de données recueillies à Jons et Lyon.

Avant l'étude des relations faune/milieu, les fichiers FAUNE sont prétraités afin de limiter les fluctuations d'abondance liées aux propres rythmes d'émergence des espèces.

Le traitement préalable du fichier FAUNE de Jons porte sur la sélection des espèces; celui du fichier FAUNE de Lyon concerne essentiellement la période d'étude. Le fichier JONS comportant 43 espèces (E) et 102 relevés (R) est réduit une première fois par sélection des espèces les plus abondantes (2), une seconde fois par conservation des espèces dont les fluctuations d'abondance sont faibles (3 et 4). La réduction du fichier LYON s'effectue successivement par le choix d'une période d'étude (1), l'élimination des espèces rares (2) et par exclusion de l'année 1964 présentant un statut très particulier (3 et 4). Les parties des fichiers conservées après chaque opération sont hachurées.

Puis les relations espèces/météorologie sont quantifiées par régression multiple entre les deux premiers facteurs de l'A.C.P. réalisée sur les fichiers METEO (5) et chacune des espèces conservées dans les fichiers FAUNE (6).

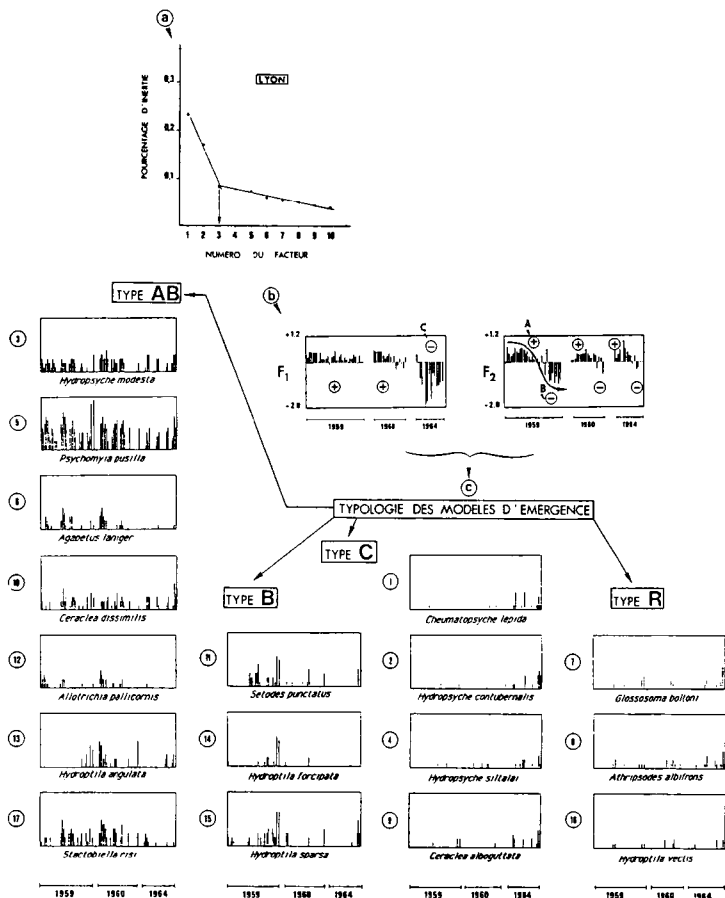


Fig. 3. Analyse des variations faunistiques par analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) dans la station de LYON.

a - Répartition de l'inertie entre les axes

b - Evolution temporelle des coordonnées factorielles (facteurs 1 et 2) des relevés dans le plan d'échantillonnage (années 1959, 1960 et 1964)

c - Typologie des modèles d'émergence (représentés dans le plan d'échantillonnage) des espèces capturées à partir des structures temporelles décrites par l'analyse.

type AB : présence uniforme, mais abondance localement variable, sur la période d'étude ; type B : présence caractéristique au mois de juillet ; type C : présence caractéristique en 1964 ; type R : espèces rares.

F1, qui décrit l'essentiel de la variabilité de la liste faunistique, souligne l'originalité des relevés de l'année 1964. Une étude précise des relations faune/météorologie impose donc la suppression de l'année 1964 du plan d'échantillonnage.

Le second facteur décrit une variation secondaire (faible valeur propre) et relativement continue au cours de l'année 1959, partiellement reproductible aux années 1960 et 1964 (opposition saisonnière des relevés de juin et juillet). Nous avons cependant pris la décision de conserver l'intégralité de la période d'échantillonnage (juin plus première décennie de juillet) compte tenu de la nécessité de conserver un nombre de relevés suffisamment important pour aboutir à des résultats statistiquement intéressants.

Il conviendra évidemment, dans l'optique de cette étude, de s'intéresser principalement aux espèces à répartition homogène sur le plan d'échantillonnage retenu (type AB, fig. 3).

2.2. Expérience de Jons

L'analyse est effectuée sur le tableau 35 espèces \times 102 relevés après élimination des espèces rares (fig. 2). La rupture de pente observée dans la

diminution des valeurs propres (Diday & al. 1982) incite à n'examiner que les deux premiers facteurs dont les coordonnées sont, sur la figure 4, représentées dans le plan d'échantillonnage.

Malgré les faibles valeurs propres, les structures temporelles décrites sont claires.

En dépit de la variabilité interannuelle et de la variabilité saisonnière, en interaction dans la présente expérience (premier facteur notamment), nous pouvons dégager du tableau faunistique initial, un ensemble de dix espèces (type U2, fig. 4), dont la présence relativement uniforme et l'abondance localement variable autorisent une analyse précise de leurs relations avec les conditions météorologiques.

3. Description de la météorologie

Les conditions météorologiques journalières de piégeage sont mesurées à l'aide de 11 descripteurs dans l'expérience de Lyon, de huit descripteurs seulement dans l'expérience de Jons (Tableau I).

Les données météorologiques sont ensuite traitées par Analyse en Composantes Principales normée

Fig. 4. Analyse des variations faunistiques par analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) dans la station de JONS.

a - Répartition de l'inertie entre les axes

b - Evolution temporelle des coordonnées factorielles (facteurs 1 et 2) des relevés dans le plan d'échantillonnage (années 1975, 1976 et 1977)

c - typologie des modèles d'émergence (représentés dans le plan d'échantillonnage) des espèces capturées suivant les structures temporelles décrites par l'analyse et sélection résultante des espèces (type U2) dont le spectre d'émergence autorise une analyse précise des relations faune/météorologie.

type A : présence caractéristique en juin-juillet (1975 et/ou 1977)

type BC : présence caractéristique en août-septembre (1975 et/ou 1976)

type C : présence exclusive en septembre (1975)

type R : espèces rares

type U : présence relativement uniforme mais localement variable (U1 : espèces peu abondantes, U2 : espèces abondantes)

- | | | |
|-------------------------------------|---|----------------------------------|
| 1. <i>Cheumatopsyche lepida</i> | 13. <i>Oecetis lacustris</i> | 25. <i>Rhyacophila pascoei</i> |
| 2. <i>Hydropsyche angustipennis</i> | 14. <i>Setodes punctatus</i> | 26. <i>Agrypnia paginata</i> |
| 3. <i>Hydropsyche contubernalis</i> | 15. <i>Cyrnus flavidus</i> | 27. <i>Lepidostoma hirtum</i> |
| 4. <i>Hydropsyche exocellata</i> | 16. <i>Cyrnus trimaculatus</i> | 28. <i>Agraylea sexmaculata</i> |
| 5. <i>Hydropsyche modesta</i> | 17. <i>Neureclipsis bimaculata</i> | 29. <i>Hydroptila forcipata</i> |
| 6. <i>Hydropsyche ornatula</i> | 18. <i>Polycentropus flavomaculatus</i> | 30. <i>Hydroptila angulata</i> |
| 7. <i>Hydropsyche pellucidula</i> | 19. <i>Polycentropus irroratus</i> | 31. <i>Hydroptila sparsa</i> |
| 8. <i>Hydropsyche siltalai</i> | 20. <i>Lype phaeopa</i> | 32. <i>Lepidoptila simulans</i> |
| 9. <i>Ceraclea alboguttata</i> | 21. <i>Psychomyia pusilla</i> | 33. <i>Orthotrichia costalis</i> |
| 10. <i>Ceraclea dissimilis</i> | 22. <i>Tinodes waeneri</i> | 34. <i>Oxyethira frici</i> |
| 11. <i>Ceraclea aurea</i> | 23. <i>Ecnomus tenellus</i> | 35. <i>Oxyethira tristella</i> |
| 12. <i>Oecetis furva</i> | 24. <i>Rhyacophila dorsalis</i> | |

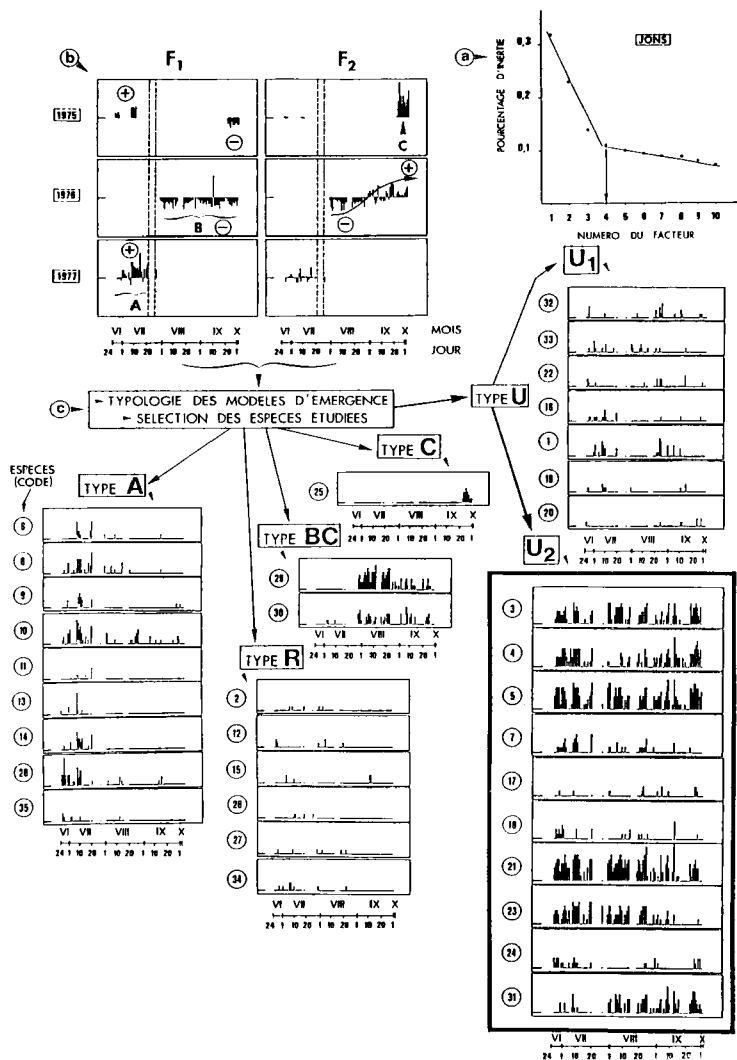


Tableau I. Expression des variables retenues pour la description des conditions météorologiques dans chacune des deux expériences.

a - LYON b - JONS

v (j, j + 1) correspond à l'expression de la variable v pour la nuit du j au j + 1^e jour.

* par convention, l'intensité moyenne journalière du vent est affectée du signe plus (+), lorsque le vent est de secteur sud. Elle est affectée du signe moins (-) lorsque le vent adopte une autre direction ou une direction non stabilisée.

VARIABLES METEOROLOGIQUES	CODE	DEFINITION	UNITE
LYON			
Température maximale	1	$T_{\max}(j, j+1) = \text{Sup } T(j)$	°C
Température crépusculaire	2	$T_c(j, j+1) = [T_{18h}(j) + T_{21h}(j+1)]/2$	°C
Température minimale	3	$T_{\min}(j, j+1) = \text{Inf } T(j+1)$	°C
Intensité et direction du vent	4	$I_v(j, j+1) = [I_{18h}(j) + I_{21h}(j)]/2$ D_v : conventions de signe (voir légende*)	m/s
Pression atmosphérique	5	$P(j, j+1) = [\sum P_m(j) + \sum P_n(j+1)]/4$ m : 12h et 18h, n : 0h et 6h	mm Hg
Variations de Pression	6	$dP(j, j+1) = P_{6h}(j+1) - P_{6h}(j)$	mm Hg
Humidité relative crépusculaire	7	$HR(j, j+1) = HR_{21h}(j)$	%
Nébulosité nocturne	8	$N_c = \%$ moyen de recouvrement du ciel $N_c(j, j+1) = [N_{21h}(j) + N_{0h}(j+1)]/2$	%
Précipitations nocturnes	9	$P_n(j, j+1) = [H_{6h}(j+1) - H_{18h}(j)]$ H : hauteur d'eau en mm	mm
Nébulosité moyenne	10	$N_m = \%$ moyen de recouvrement du ciel $N_m = [\sum N_m(j) + \sum N_n(j+1)]/8$ avec m = (9h, 12h, 15h, 18h, 21h) avec n = (0h, 3h, 6h)	%
Précipitations totales	11	$P_t = [H_{6h}(j+1) - H_{6h}(j)]$ H : hauteur d'eau en mm	mm
JONS			
Température maximale	1	$T_{\max}(j, j+1) = \text{Sup } T(j)$	°C
Température minimale	2	$T_{\min}(j, j+1) = \text{Inf } T(j+1)$	°C
Intensité et direction du vent	3	$I_v(j, j+1) = [I_{18h}(j) + I_{21h}(j)]/2$ conventions de signe identiques à celles de LYON*	m/s
Pression atmosphérique	4	Idem variable (5) de LYON	mm Hg
Variations de la pression	5	Idem variable (6) de LYON	mm Hg
Humidité relative	6	Idem variable (7) de LYON	%
Nébulosité crépusculaire	7	$N_c(j, j+1) = [N_{18h}(j) + N_{21h}(j+1)]/2$	%
Pluviométrie	8	Idem variable (11) de LYON	mm

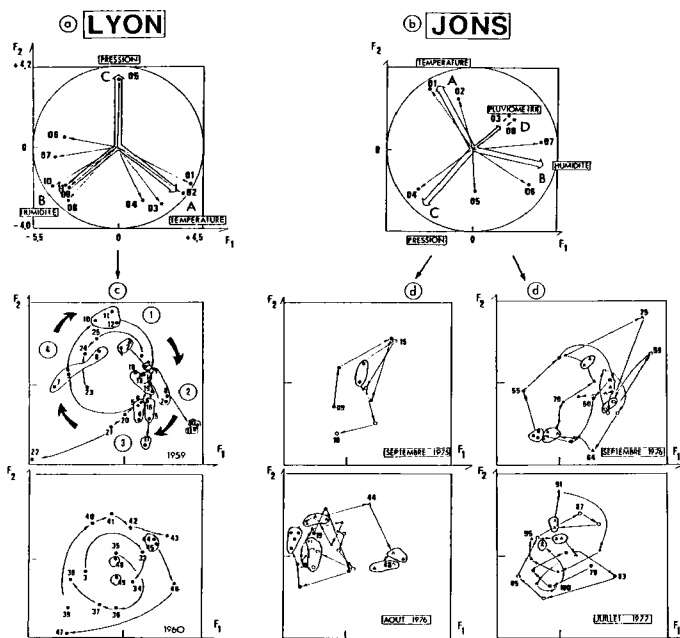


Fig. 5 : Analyse des variations météorologiques des stations LYON et JONS par Analyse en Composantes Principales normée. Chaque station fait l'objet d'une analyse indépendante.

- Cercle de corrélation ($F_1 \times F_2$) - expérience de LYON (a), de JONS (b)

- Décomposition des plans factoriels $F_1 \times F_2$ des relevés en fonction du rythme cyclique propre à la météorologie. Deux périodes sont distinguées dans l'expérience de LYON (c), quatre dans l'expérience de JONS (d).

(A.C.P.n.). Comme l'indiquent Carrel & al. (1985), cette méthode, en substituant au tableau initial de lecture difficile, un ensemble de représentations graphiques (cercle de corrélation, plan factoriel), facilitera la recherche des liaisons entre variables.

3.1. Expérience de Lyon

Les variables sont représentées dans le cercle de corrélation (sur les axes 1 et 2) par des points dont les coordonnées sont les coefficients de corrélations

entre les variables observées et les coordonnées factorielles des relevés (fig. 5a).

La forte redondance des descripteurs (trois descriptions de la température, deux de la nébulosité et de la pluviométrie) ne modifie pas l'interprétation.

Le cercle de corrélation définit sur le plan factoriel trois directions principales : à savoir température (A = variables 01, 02 03 et 04), humidité (B = variables 08, 09, 10 et 11) et pression atmosphérique (C = variable 05).

Le plan factoriel des relevés montre clairement le rythme cyclique propre à la météorologie de la région lyonnaise qui correspond à une succession continue et périodique de phases de beau temps frais (1- pression élevée, humidité nulle, température faible) puis de beau temps chaud (2- pression décroissante, température croissante, humidité) qui évolue en temps orageux (3- précipitations par température élevée). Une forte croissance de la pression atmosphérique permet le retour à la situation initiale (4).

Les coordonnées factorielles peuvent donc être considérées comme des variables numériques de synthèse résumant au mieux l'information météorologique enregistrée.

3.2. Expérience de Jons

L'analyse des résultats de Jons, présentés dans la figure 5b, conduit à des résultats comparables. En effet, en dépit d'un nombre inégal de variables mesurées, les deux tableaux de données fournissent un descriptif numérique de la même structure à trois éléments (pression, température, humidité).

L'interprétation du premier plan factoriel est ici compliquée par l'extension de la période d'étude au mois de septembre qui correspond à une phase de transition entre une dynamique météorologique de type estival et une dynamique météorologique de type automnal (importance croissante des épisodes humides).

Pluviométrie (var. 08) et vent (var. 03) définissent alors une quatrième direction, manifestant ainsi l'affinité de fonctionnement de ces deux variables non révélée par l'expérience précédente.

Le relief accentue en effet l'originalité climatique de la région lyonnaise en canalisant les vents en direction méridienne de sorte que les courants aériens empruntent rarement des trajectoires autres que le nord et le sud. Les vents de secteur sud sont principalement automnaux (Lebeau 1977). D'origine méditerranéenne, ils traversent une étendue maritime avant de remonter la vallée du Rhône. Ils sont alors violents, chauds et amènent inmanquablement une pluie d'orage.

4. Météorologie et résultats de piégeage lumineux

4.1. Méthode

Afin de déterminer l'influence exercée par les conditions météorologiques sur la liste faunistique, nous nous limiterons à utiliser le carré du coefficient de régression multiple (Tomassone & al. 1983) pour mesurer la liaison statistique qui existe entre d'une part les coordonnées factorielles F1, F2 (variables de synthèse météorologique statistiquement indépendantes) et l'abondance des captures de chacune des espèces retenues pour l'analyse, lesquelles ne sauraient présenter, de par l'analyse préliminaire, d'autres sources importantes de variabilité.

4.2. Résultats faunistiques

La distribution d'abondance des espèces les plus caractéristiques sur chaque expérience, replacée dans le plan factoriel F1 F2, est résumée par l'ellipse d'inertie qui permet de générer automatiquement une image de l'ensemble des relevés occupés par une espèce donnée, en tenant compte de la variation de son abondance (fig. 6).

Neuf des dix-sept espèces retenues à Lyon ont un niveau de capture en liaison significative avec les variables météorologiques (Tableau II). Toutes les espèces n'ont donc pas la même sensibilité aux conditions météorologiques de piégeage.

Il existe cependant une identité de modification de la distribution d'abondance des espèces sensibles qui correspond à une même amplification des captures au cours de la phase de beau temps chaud (pression décroissante, température croissante, humidité) précédant le plus souvent les épisodes orageux.

A Jons, le test F est significatif pour quatre seulement des dix espèces sélectionnées (Tableau II). Excepté pour *Hydropsyche contubernalis* dont les captures paraissent favorisées par une forte humidité (fig. 6b), les modifications observées sont identiques à celles de l'expérience précédente.

L'action positive et prépondérante de la température sur le niveau d'activité des insectes en déplacement aérien correspond aux résultats de Williams (1940), Crichton (1960), Tshernyshev & Bogush (1973), Iso-livari & Koponen (1976), Blomberg & al.

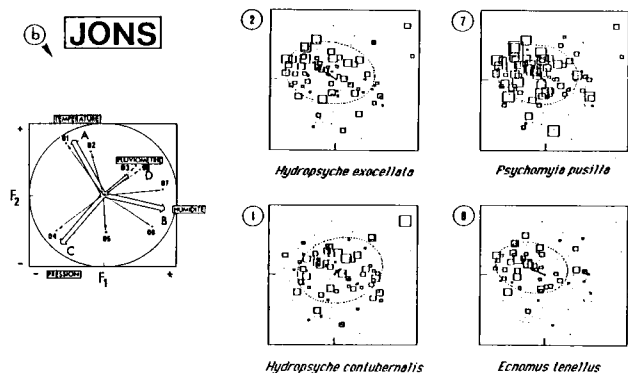
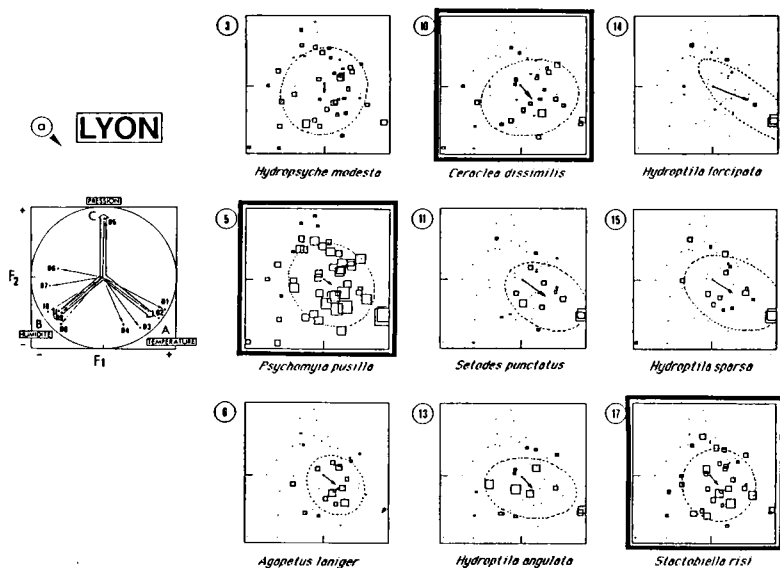


Fig. 6 : Distribution d'abondance des espèces les plus caractéristiques dans le plan factoriel (F1 × F2). L'abondance d'une espèce est représentée, pour tout relevé, par un carré, de côté proportionnel à l'effectif de ce relevé, et de centre égal à la position de ce relevé dans le plan factoriel F1 × F2 (Whittaker 1967, Richardot-Coulet *et al.* 1986). Chaque distribution spécifique est résumée par son ellipse d'inertie. La flèche reliant le centre de gravité du nuage des relevés et le centre de l'ellipse correspond également à la position de l'espèce dans le plan factoriel F1 × F2 calculée par la moyenne pondérée des relevés. Un point (.) correspond à une absence de capture dans un relevé.

a - expérience de LYON (9 espèces)
b - expérience de JONS (4 espèces)

Tableau II. Seuils de signification du carré de corrélation multiple de la prédiction des 17 espèces de la station de LYON et des dix espèces de la station de JONS par les coordonnées factorielles de l'A.C.P. réalisé sur les tableaux météorologiques

a1 et a2 : coefficients de régression

R² : carré de corrélation

F : niveau de signification

ESPECES	CODE	a ₁	a ₂	R ²	F
LYON					
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	1	0.02	0.00	0.02	n. s.
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	2	0.01	- 0.02	0.07	n. s.
<i>Hydropsyche modesta</i>	3	- 0.03	- 0.20	0.09	n. s.
<i>Hydropsyche siltalai</i>	4	0.01	0.01	0.01	n. s.
<i>Psychomyia pusilla</i>	5	0.65	- 0.46	0.51	p<0.001
<i>Agapetus laniger</i>	6	0.24	- 0.22	0.19	p<0.05
<i>Glossosoma boltoni</i>	7	0.15	- 0.04	0.24	p<0.01
<i>Athripsodes albifrons</i>	8	0.08	- 0.03	0.10	n. s.
<i>Ceraclea alboguttata</i>	9	0.09	- 0.07	0.25	p<0.01
<i>Ceraclea dissimilis</i>	10	0.23	- 0.30	0.30	p<0.001
<i>Selades punctatus</i>	11	0.45	- 0.32	0.42	p<0.001
<i>Allotrichia palliaris</i>	12	0.13	- 0.02	0.07	n. s.
<i>Hydroptila angulata</i>	13	0.18	- 0.23	0.09	n. s.
<i>Hydroptila forcipata</i>	14	0.28	- 0.13	0.21	p<0.05
<i>Hydroptila sparsa</i>	15	0.43	- 0.27	0.27	p<0.001
<i>Hydroptila vectis</i>	16	0.09	- 0.01	0.14	n. s.
<i>Stactobilia risi</i>	17	0.29	- 0.35	0.24	p<0.05
JONS					
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	1	- 0.14	0.21	0.13	p<0.01
<i>Hydropsyche exocellata</i>	2	0.15	0.15	0.10	p<0.05
<i>Hydropsyche modesta</i>	3	- 0.01	0.20	0.06	n. s.
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	4	- 0.01	0.03	0.09	n. s.
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	5	0.10	0.02	0.02	n. s.
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	6	- 0.20	0.01	0.02	n. s.
<i>Psychomyia pusilla</i>	7	- 0.32	0.28	0.25	p<0.001
<i>Ecnomus tenellus</i>	8	- 0.24	0.18	0.24	p<0.001
<i>Rhyacophila dorsalis</i>	9	0.03	0.00	0.06	n. s.
<i>Hydroptila sparsa</i>	10	- 0.02	0.16	0.07	n. s.

(1978), Resh & Sorg (1978) ou Auroi & Graf-Jaccottet (1983).

De même Crichton (1960), Blomberg & al. (1978) admettent qu'une faible pluie puisse promouvoir l'activité de vol des adultes de Trichoptères, principalement durant les périodes de sécheresse estivale.

Par contre les résultats décrivant l'influence de la pression atmosphérique sur l'activité des insectes aériens sont variables suivant les auteurs. La variabilité de ces résultats peut en partie correspondre à des différences dans le niveau ou le mode de réaction des espèces au facteur considéré (Usseglio-Polatera 1985).

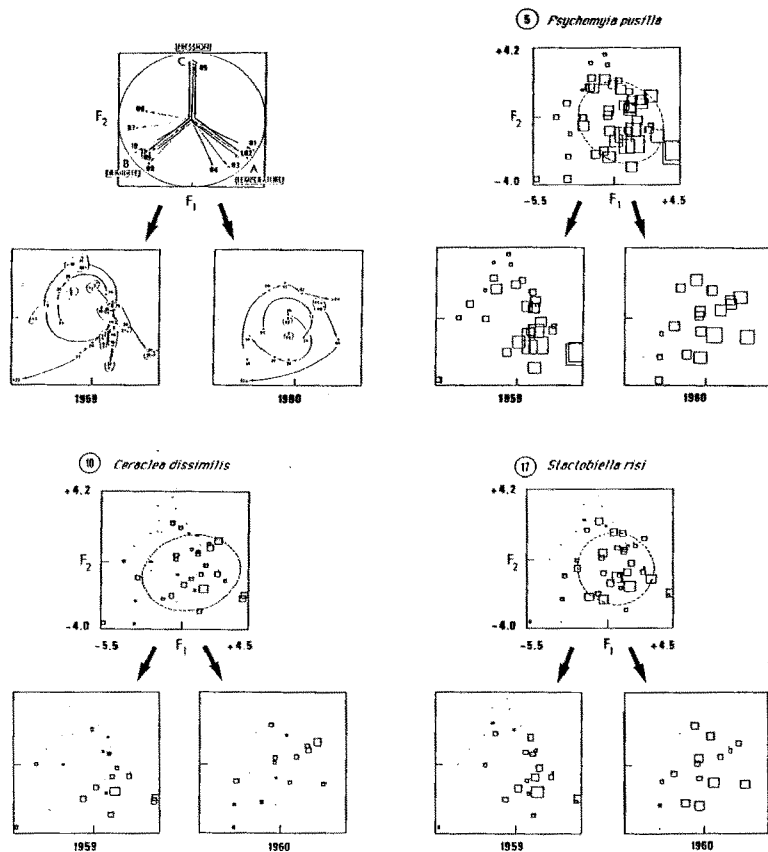


Fig. 7. Expérience de LYON : Décomposition annuelle des distributions d'abondances de trois espèces dans le plan factoriel (F1 x F2). On remarquera que les conditions météorologiques extrêmes déterminent l'essentiel des variations d'effectifs.

Elle est cependant à relier principalement aux rapports synergiques entre variables météorologiques (vent, température, pression notamment) qui font que des variations même limitées d'un paramètre donné contribuent de façon importante à la caractérisation, souvent spécifique suivant la situation géoclimatique de la station d'étude, de facteurs météorologiques beaucoup plus significatifs sur les captures.

Ainsi Nielsen & Nielsen (1966) avaient déjà remarqué l'importance croissante du vent sur l'activité des insectes à chaque diminution de température. A Lyon, les vents de secteur sud, chauds (température croissante), attirés par des dépressions sur la France du Nord, correspondent effectivement à de faibles valeurs de pression atmosphérique.

Il paraît ainsi difficile de définir des conditions idéales de piégeage universellement utilisables dans la mesure où celles-ci varient considérablement suivant l'altitude, la latitude, la situation géographique, topographique et climatologique de la station considérée.

Dans la région lyonnaise cependant, l'influence (indirecte) de la météorologie sur les résultats de piégeage lumineux paraît relativement limitée.

A Lyon, l'étude comparée des distributions d'abondance spécifique, au cours des deux années d'étude représentées distinctement sur le plan factoriel des relevés (fig. 7), montre que seules les conditions météorologiques extrêmes affectent notablement la composition faunistique du peuplement capturé. Ainsi l'essentiel des variations significatives d'effectifs des espèces *Psychomyia pusilla* ($p < 0,001$), *Ceraclea dissimilis* ($p < 0,001$) ou *Stactobiella risi* ($p < 0,05$) est obtenu au cours de l'année typique 1959, caractérisée par la variété et le contraste des situations météorologiques rencontrées (dispersion maximale des relevés suivant les deux dimensions du plan factoriel). Par contre les conditions météorologiques moyennes et monotones de l'année 1960 n'entraînent que de faibles variations d'effectifs de ces mêmes espèces (fig. 7).

L'expérience de Jons confirme ces résultats. Le nombre d'espèces sensibles et l'ampleur des variations d'effectifs occasionnées sont cependant moins importants.

Le critère de distribution globalement homogène des effectifs sur le plan d'échantillonnage a en effet sélectionné, dans cette expérience, un nombre réduit

d'espèces à longue période de vol (*Hydropsyche modesta*, *H. contubernalis*, *H. exocellata*, *Psychomyia pusilla*...).

Ces espèces, dont les individus sont susceptibles d'émergence sur une large gamme de conditions de longueur du jour et de température de l'eau notamment (de 9-10°C en avril à 22-23°C en août-septembre), sont peut-être moins exigeantes quant aux conditions météorologiques minimales indispensables à l'activité de vol, et donc moins sensibles à la météorologie surtout lorsque le plan d'échantillonnage, essentiellement estival (température aérienne élevée quasi permanente...), est par conséquent particulièrement favorable.

Conclusion

En résumé, la composition faunistique relative des captures au piège lumineux ne semble pas, en période estivale, sujette à des modifications profondes imputables aux conditions météorologiques.

Ce résultat important permet alors d'envisager sérieusement l'utilisation des Trichoptères comme indicateurs écologiques lorsque les individus adultes sont capturés au piège lumineux.

Une distribution d'abondance interspécifique sur une période de vingt-cinq années (1959-1982), obtenue par cette même méthode d'échantillonnage, avait déjà permis de mesurer l'aptitude de ce groupe faunistique à devenir un indicateur écologique (Usseglio-Polatera 1985).

Aussi, les commodités d'utilisation du piège lumineux, ses aptitudes à échantillonner les espèces rares, les avantages du dispositif attractif qui d'une part assure l'intégrité des captures alors aisément déterminables, réduit d'autre part le traitement préalable du relevé, la relative facilité de détermination des adultes face aux difficultés que présentent l'identification des larves font donc du piégeage lumineux une méthode prospective efficace et intéressante particulièrement apte à une étude écologique approfondie d'un écosystème aquatique.

Travaux cités

- Andersen (T.), Fjellheim (A.), Larsen (P.) & Otto (C.), 1978. Relative abundance and flight periods of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in a regulated West Norwegian river. *Norw. J. Ent.*, 25 : 139-144.

- Auroi (C.) & Graf-Jaccottet (M.). 1983. — Influence comparée des facteurs météorologiques sur l'abondance quotidienne des captures de *Haematopota pluvialis* (L.) et *H. crassicornis* Wahlberg (Dipt. Tabanidae) dans le Haut-Jura suisse. *Acta Oecologica, Oecol. Gener.*, 4(2) : 151-165.
- Bloomberg (O.), Itamies (J.) & Kuusela (K.). 1978. — The influence of weather factors on Insect catches in traps equipped with different lamps in northern Finland. *Ann. Ent. Fenn.*, 44 (2) : 56-62.
- Carrel (G.A.), Barthelemy (D.), Auda (Y.) & Chessel (D.). 1986. — Dépouillement graphique d'une analyse en composantes principales normée : utilisation en hydrobiologie. *Acta Oecologica, Oecol. Gener.*, 7 (2) : 189-203.
- Chantaramongkol (P.). 1983. — Light-trapped caddisflies (Trichoptera) as water quality indicators in large rivers : results from the Danube at Veröce, Hungary. *Aquatic Insects*, 5(1) : 33-37.
- Corbet (P.S.), Schmid (F.) & Augustin (C.L.). 1966. — The Trichoptera of St. Helen's Island, Montreal. I. The species present and their relative abundance at light. *Can. Entomol.*, 98 : 1284-1298.
- Crichton (M.I.). 1960. — A study of captures of Trichoptera in a light trap near Reading, Berkshire. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, 112(12) : 319-344.
- Crichton (M.I.), Fisher (D.) & Woitwod (I.P.). 1982. — Life histories and distribution of british Trichoptera, excluding Limnephilidae and Hydroptilidae, based on the Rothamsted Insect Survey. *Hulaceti, Ecol.*, 1 : 31-45.
- Diday (E.), Lemaire (J.), Poujet (J.) & Testu (F.). 1982. — *Eléments d'analyse de données*. Dunod Paris : 462 p.
- Fontaine (J.). 1982. — Le piégeage lumineux, moyen d'approche de la faune entomologique d'un grand fleuve (Ephéméroptères en particulier). *Bull. Soc. Limn. Lyon*, 51(3) : 81-89.
- Iso-livari (L.) & Koponen (S.). 1977. — Insect catches by light trap compared with geomagnetic and weather factors in subarctic Lapland. *Rep. Kevo Subarctic Res. Stat.*, 13 : 33-35.
- Lebeau (R.). 1977. — *La Région Lyonnaise*. Coll. Géographie de la France moderne, Flammarion Paris : 312 p.
- Malicky (H.). 1978. — Köcherfliegen - Lichtfallenfang am Donauufer in Linz (Trichoptera). *Linzer biol. Beitr.*, 10(1) : 135-140.
- Malicky (H.). 1980. — Lichtfallenuntersuchungen über die Köcherfliegen (Insecta, Trichoptera) des Rheins. *Mainzer Naturw. Archiv.*, 18 : 71-76.
- Malicky (H.). 1981. — Der Indikatorwert von Köcherfliegen (Trichoptera) in grossen Flüssen. *Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent.*, 3 : 135-137.
- Nielsen (E.T.) & Nielsen (H.T.). 1966. — Observations on mosquitoes in Greenland. *Meddelelser om Gronland*, 170(3) : 1-27.
- Resh (V.H.) & Sorg (K.L.). 1978. — Midsummer flight activity of caddisfly adult from a Northern California stream. *Environ. Entomol.*, 7(3) : 396-398.
- Richardot-Coulet (M.), Chessel (D.) & Bournaud (M.). 1986. — Typological value of the benthos of old beds of a large river. Methodological approach. *Arch. Hydrobiol.*, 107(3) : 363-383.
- Rojas-Camousseight (F.). 1985. — *Etudes préliminaires sur l'utilisation des Trichoptères adultes comme descripteurs écologiques*. Dipl. Doct. Univ. LYON I : 215 p.
- Tomassone (R.), Lesquoy (E.) & Millier (C.). 1983. — *La régression. Nouveaux regards sur une ancienne méthode statistique*. Masson Paris : 180 p.
- Tshernyshev (W.B.) & Bogush (P.P.). 1973. — Influences weather on flight of insects toward light, in central Asia. *Moscow Univ. Publ.*, 52(5) : 700-701.
- Usseglio-Polatera (P.), Fontaine (J.), El Aghani (M.A.) & Bournaud (M.). 1983. — Essai d'écologie régressive sur le Rhône à Lyon : premiers résultats de vingt ans de piégeage lumineux. 27ème Congrès Assoc. fr. Limnol., Bordeaux : 58.
- Usseglio-Polatera (P.). 1985. — *Evolution des peuplements de Trichoptères et d'Ephéméroptères du Rhône à Lyon (1959-1982). Résultats de piégeage lumineux*. Dipl. Doct. Univ. LYON I : 451 p.
- Whittaker (R.H.). 1967. — Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.*, 49 : 207-264.
- Williams (C.B.). 1940. — An analysis of four years captures of insects in a light trap. Part 2. The effect of weather conditions on insect activity ; and the estimation and forecasting of changes in the insect population. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, 90 : 227-306.