

**Zeitschrift:** Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 20 (1999-2006)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Projet-pilot de gestion écologique des forêts de Montricher (Jura vaudois, Suisse) : les insectes indicateurs  
**Autor:** Gœldlin de Tiefenau, Pierre / Delarze, Raymond / Castella, Emmanuel  
**Kapitel:** 2: Matériel et méthodes  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-260468>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 *Choix des groupes systématiques*

Dans la perspective d'un suivi à long terme de l'évolution des forêts de Montricher, le choix des insectes *bioindicateurs* revêt une grande importance, car il est matériellement impossible d'effectuer un monitoring intégral du peuplement entomologique. Il s'agit donc de sélectionner des groupes dont on attend une réaction significative vis-à-vis des mesures de gestion et de protection prévues.

L'abandon de l'exploitation du bois dans certains secteurs doit notamment favoriser l'épanouissement d'espèces rares, liées aux forêts matures, riches en vieux arbres et en bois mort. Dans ce contexte, les *insectes xylophages* présentent un intérêt particulier, du fait qu'ils sont étroitement liés au degré de maturité et à la diversité structurale du peuplement forestier.

D'autre part, l'entretien de peuplements clairiérés dans le domaine du Grand Tétras et aux abords de zones humides devrait favoriser la diversification des microhabitats susceptibles d'être colonisés par des espèces spécialisées. Il s'agit notamment d'insectes à développement larvaire s'effectuant au sein de la forêt, mais avec une *phase imaginale héliophile*. Les groupes choisis doivent donc également comporter de telles espèces.

Dans la mesure du possible, les données recueillies doivent permettre les comparaisons non seulement au sein du projet MAVIA, mais également avec des suivis forestiers effectués dans d'autres régions. Pour cette raison, les groupes du projet MAVIA ont été choisis en concertation avec les responsables d'autres suivis pratiqués en Suisse romande (Grande Caricaie, Taillis de Moiry, Bois de Suchy).

Enfin, il est souhaitable de sélectionner des groupes dont l'écologie, la distribution et les techniques de piégeages sont suffisamment documentées, afin de faciliter la récolte des données et leur interprétation.

Parmi les insectes répondant à ces divers critères, les groupes suivants ont finalement été retenus:

#### *Scarabaeoidea*

Seuls les représentants saproxylophages et rhizophages du groupe des scarabées ont été pris en considération dans la présente étude. Les coprophages (*Aphodius*, *Onthophagus*) n'ont pas été retenus.

Ces insectes ont été déterminés à l'aide de la faune de PAULIAN and BARAUD (1982).

#### *Lucanidae*

Outre le lucane cerf-volant, ce groupe de coléoptères comprend quelques espèces intéressantes, toutes liées à des forêts proches de l'état naturel et riches en vieux bois.

Ces insectes ont été déterminés à l'aide de la faune de PAULIAN and BARAUD (1982).

### *Cerambycidae*

Les Cerambycidae, ou coléoptères longicornes, comptent environ 200 espèces en Suisse. Pour la grande majorité des espèces, le développement larvaire se fait dans le bois ou sous l'écorce des arbres.

Ces insectes ont été déterminés à l'aide des faunes de BENSE (1995) et de VILLIERS (1978). La majorité des déterminations a été contrôlée par Madame Sylvie Barbalat.

Les travaux d'ALLENSPACH (1973) et de BARBALAT (1996b, 1997) ont également été consultés pour préciser l'écologie et la distribution des espèces.

### *Buprestidae*

Les buprestes comptent environ 80 espèces en Suisse. Il s'agit exclusivement d'espèces xylophages, se développant pour la plupart dans des bois morts en situation relativement sèche et ensoleillée.

Toutes les déterminations ont été effectuées par Madame Sylvie Barbalat. Le catalogue de Pochon (1964) et les travaux de Barbalat (1996a, 1996b) ont également été consultés pour préciser l'écologie et la distribution des espèces.

### *Scolytidae*

Les Scolytidae sont une petite famille de coléoptères vivant pratiquement tous dans le bois ou sous l'écorce d'essences ligneuses. Certains de ces insectes, souvent appelés bostryches<sup>1</sup>, occasionnent parfois des dégâts dans des peuplements affaiblis. Mais la plupart des espèces n'ont pas vraiment d'importance économique, bien qu'elles puissent avoir des effectifs assez élevés.

Par leur mode de vie spécialisé, les Scolytidae sont étroitement associés aux ligneux, et leur diversité reflète dans une certaine mesure la qualité biologique du milieu forestier.

Les insectes ont été déterminés principalement à l'aide des faunes de PFEFFER (1995) et de BALACHOWSKI (1949). La collection personnelle d'Albert Sermet (Yverdon) a également été utilisée pour vérifier certaines déterminations (cette collection a été contrôlée par P. Bovay). Une partie du matériel a été déterminée en collaboration avec Monsieur Thomas Weissenberger.

Les indications concernant l'écologie et la distribution des espèces se réfèrent aux ouvrages précités, ainsi qu'au catalogue de la faune suisse établi pour ce groupe par BOVAY (1987).

<sup>1</sup>Voir notes p. 209.

### *Syrphidae*

Les diptères *Syrphidae* comptent 453 espèces en Suisse (MAIBACH *et al.* 1998) auxquelles il convient d'ajouter les 3 nouvelles espèces découvertes au cours de cette étude. Ils sont répartis en trois sous-familles:

- les *Syrphinae*, dont les larves sont entomophages, se nourrissant pour la plupart de pucerons et autres Homoptères,
- les *Milesiinae*, dont les larves sont phytophages, saprophages, microphages, coprophages, xylophages, etc.; c'est dans cette sous famille qu'on dénombre en Suisse quelque soixante espèces saproxylophages,
- les *Microdontinae*, dont les larves sont entomophages et se nourrissent d'œufs et de larves de fourmis.

Les adultes de l'ensemble de la famille, en revanche, se nourrissent de pollen, nectar, miellat, etc. et sont d'importants pollinisateurs. La plupart des espèces sont héliophiles.

Les divers ouvrages de détermination utilisés sont mentionnés dans SPEIGHT *et al.* (1999). Les déterminations ont été effectuées par P. Gældlin de Tiefenau. M.C.D Speight a identifié une soixantaine de spécimens du genre *Cheilosia*.

Si l'ensemble de la famille a été englobé dans ce travail et non les seules espèces saproxylophages, c'est en raison:

- de l'existence d'une base de données écologiques concernant les *Syrphidae* européens, comprenant une section suisse et une sous-section du Jura suisse, portant sur l'ensemble des espèces, donc un outil précieux (SPEIGHT *et al.* 1999),
- de la phase imaginale héliophile de la plupart des espèces,
- du rôle économique de nombreuses espèces, notamment comme pollinisatrices et comme prédatrices de divers ravageurs,
- de la difficulté taxonomique de trier les espèces xylophages des autres, véritable travail de spécialiste ne pouvant être effectué valablement qu'après isolement de l'ensemble des individus de la famille.

### 2.2 Choix des méthodes d'échantillonnage

Dans un premier temps, les méthodes d'échantillonnage suivantes ont été testées:

a.–Piège à «*bostryches*» utilisé par les forestiers lors de pullulations de *Scolytidae*. Le modèle du commerce («*Borkenkäfer-Schlitzfallen*» de couleur noire, marque Theysohn, D-38207 Salzgitter) a été utilisé, après avoir subi les modifications suivantes:

- obturation des orifices au fond du collecteur à l'aide de joints en silicone;
- remplissage du collecteur avec de l'éthylène-glycol dilué à 15% (liquide conservateur);
- fonctionnement sans phéromones attractives.

Ce piège est surtout destiné à intercepter les mauvais voiliers (notamment les Scolytidae) qui se laissent tomber lorsqu'ils butent sur un obstacle. L'absence de produit attractif en fait en principe un piège passif; on a cependant constaté que certaines espèces étaient attirées par leurs congénères déjà pris au piège (effet «boule-de-neige»; voir chapitre Résultats).

Grâce aux modifications apportées au piège, les insectes qui tombent dans le collecteur sont rapidement tués et se conservent suffisamment pour qu'on puisse espacer les relevés tous les 15 jours.

L'efficacité de pièges placés au sol (base du piège à environ 40 cm du sol) et dans la frondaison a été comparée en 1997. Suite aux premiers résultats (meilleure efficacité au niveau du sol et faibles différences dans la composition des espèces), seuls les pièges au sol ont été utilisés par la suite. Chaque station a été dotée de deux pièges.

b.–*Tente «Malaise»* de modèle conventionnel en nylon noir. Il s'agit d'un piège d'interception, efficace surtout pour la capture d'insectes qui cherchent à contourner les obstacles par le haut, notamment les diptères et une partie des coléoptères bons voiliers. Les captures sont conservées dans un récipient collecteur rempli d'alcool méthylique. Les récoltes se font chaque semaine (ce piège est armé une semaine sur deux, sauf au Motta et à Roches Blanches, où il fonctionne en continu). Les tentes Malaise ont toujours été placées par paires dans les stations qui en étaient dotées. L'une d'entre elles était toujours placée en situation un peu moins ensoleillée que l'autre, afin d'intercepter aussi bien les espèces franchement héliophiles que d'éventuelles sciaphiles.

c.–*Piège-fenêtre*. Il s'agit d'un modèle original, appelé «piège Susy», développé pour fonctionner comme intercepteur passif de la faune des frondaisons. Afin d'éviter les variations d'efficacité liées à l'orientation de la vitre, défaut classique des pièges-fenêtres conventionnels, notre modèle comporte deux vitres verticales perpendiculaires l'une à l'autre. Les insectes qui butent contre ces vitres sont collectés par un gros entonnoir et aboutissent dans un réservoir rempli d'éthylène-glycol dilué à 15%.

Chaque station avec tentes Malaise a été dotée d'un piège-fenêtre, suspendu à une branche de la frondaison (de 4 à 6 m de hauteur).

d.–*Plateau coloré*: simple assiette en plastique jaune vif, de 25 cm de diamètre, remplie d'eau additionnée d'une goutte de savon liquide (réduction de la tension superficielle) et d'un agent conservateur inodore (désinfectant pour biberons de marque «Baby-safe»). Il s'agit d'un piège attractif, qui prend surtout des insectes butineurs (notamment des Syrphidae et des Buprestidae). Le piège doit être relevé chaque semaine. Quatre pièges par station furent posés en 1997: deux au niveau du sol (sur des souches) et deux suspendus à des branches maîtresses (3 à 4 m de hauteur).

Bien que le plateau coloré attire des espèces sous-représentées dans les autres pièges, les très fortes variations en fonction du degré d'ensoleillement,

ainsi que les problèmes de conservation des récoltes entre deux campagnes de relevés, nous ont amenés à renoncer à l'utiliser après la phase-test de 1997.

d.–*Piège à bière*: ce piège est construit conformément au modèle décrit par ALLEMAND et ABERLENC (1991). Il est suspendu dans la frondaison. Le mélange attractif se compose de bière additionnée d'un agent conservateur inodore. Ce type de piège a été relevé tous les 15 jours, avec renouvellement du mélange. Un relevé plus espacé aurait permis d'améliorer l'attractivité du piège pour certaines espèces (Cl. Besuchet, comm. pers.), mais aurait entraîné la détérioration des insectes les plus fragiles (Syrphidae). Quatre pièges par station furent posés en 1997.

Pour cause d'efficacité trop faible, ce type de piège a également été abandonné au terme de la phase-test.

Les pièges retenus pour échantillonner les insectes sont donc finalement tous des intercepteurs passifs: tente Malaise, piège «bostryche» (sans phéromones) et piège-fenêtre. Une description complémentaire des modèles utilisés figure en annexe 1 (p. 210).

Dans chaque *station principale*, la batterie de piégeage avait la composition suivante:

- 2 tentes Malaise
- 2 pièges «bostryches»
- 1 piège-fenêtre

Dans les *stations secondaires*, le dispositif se réduisait à 2 pièges «bostryches».

### 2.3 Choix des stations d'échantillonnage

La sélection des sites d'échantillonnage s'est basée sur les critères suivants:

- couvrir les principaux types de végétation présents dans le périmètre, ainsi que quelques associations végétales spécialisées et biotopes particuliers;
- répartir les sites de piégeage sur tout le périmètre et dans les différents étages de végétation;
- établir plusieurs sites en bordure de vieilles futaies.

Nos observations préliminaires, confirmées par plusieurs témoignages concordants (S. Barbalat, A. Maibach, Cl. Besuchet, comm. pers.), nous ont montré que les pièges passifs situés à l'intérieur d'un peuplement fermé ont une efficacité réduite, principalement parce que les adultes se déplacent préférentiellement le long des lisières et viennent s'alimenter et se reproduire dans les clairières. Les captures faites en situation de lisière sont beaucoup plus abondantes et reflètent néanmoins la composition faunistique des massifs environnants, dans lesquels se fait le développement larvaire.

Ces constatations nous ont amenés à choisir des stations relativement ensoleillées pour l'implantation des pièges. Cette solution présente cependant le désavantage d'intercepter davantage d'insectes de passage, qui ne font pas partie de la faune résidente. Le problème doit être pris en compte lors de l'interprétation des résultats, mais n'est pas rédhibitoire.

La localisation précise et la description des stations de piégeage figurent dans le tableau 1.

Tableau 1.–Description des stations de piégeage

Lieu-dit	Coordonnées	Altitude	Type de végétation	T M	PF	PB	97	98	9 9
Le Motta	518.679/163.134 518.622/163.212	830-40	hêtraie à cardamine humide avec zone de sources	2	1	2	+	+	+
Roches Blanches	515.841/162.135 515.787/162.132	1375-90	hêtraie-sapinière sèche (sol superficiel)	2	1	2	+	+	+
Les Dailles	518.046/160.449 517.780/160.511	735-60	hêtraie à cardamine neutrophile, vieille futaie	2	1	2		+	
Le Devens	518.169/162.599 518.197/162.685	860	hêtraie à cardamine typique, futaie moyenne	2	1	2		+	
Petit Essert	518.864/163.371 518.951/163.381	820-30	hêtraie à cardamine neutrophile, vieille futaie	2	1	2		+	
Combe aux Français	517.613/160.430	830	hêtraie à cardamine typique, recrû			2		+	
Les Ages	517.949/161891	840	hêtraie à cardamine neutrophile, futaie moyenne			2		+	
Grand Essert	518.988/163.778	850	hêtraie à millet, vieille futaie			2		+	
Crête de la Verrière	517.255/162.515 517.249/162.563	1110-30	hêtraie des crêtes à séslerie	2	1	2			+
Les Soupiats	515.196/161.026 515.323/160.979	1415-25	hêtraie-sapinière typique + taches de hêtraie à érable	2	1	2			+
Chalet du Mont Tendre	514.569/161.520 514.546/161.492	1580-85	forêt parcourue ("pessière du Jura")	2	1	2			+
Combe de la Verrière	517.137/162.178	930	érablaie de ravin à lunaire (sol profond, frais)			2			+
Grande Baume	514.911/160.600	1375	hêtraie-sapinière à myrtille (lapiaz)			2			+

PF : pièges-fenêtre ; PB : piège à « bostryches » ; TM : tentes Malaise ; doubles coordonnées: position des deux tentes Malaise.

## 2.4 Calendrier d'échantillonnage

Compte tenu du volume de travail et des disponibilités des intervenants, l'échantillonnage des insectes s'est déroulé sur trois ans.

### Année 1997

La première année a été consacrée à la mise au point et au choix définitif des méthodes de piégeage dans deux stations présentant un intérêt particulier et une bonne complémentarité: Le Motta, situé vers la cote 830 (étage inférieur), et Roches Blanches, situé vers la cote 1370 (étage supérieur).

Ces deux stations ont été échantillonnées durant les trois années du piégeage. Ce suivi prolongé permet de mesurer l'importance des fluctuations inter-

annuelles et constitue ce qu'on a appelé la «colonne vertébrale» du dispositif d'échantillonnage.

La campagne 1997 a débuté le 23 mai et s'est terminée le 3 octobre (19 semaines).

#### *Année 1998*

La seconde année a été consacrée à l'échantillonnage de l'étage montagnard inférieur (700-1000 m). Outre Le Motta et Roches Blanches, les stations suivantes ont été suivies:

Stations principales	Stations secondaires (seulement pièges «bostryches»)
Le Dévens	Combe aux Français
Les Dailles	Les Ages
Petit Essert	Grand Essert

La campagne 1998 a débuté le 22 avril et s'est achevée le 24 septembre (22 semaines).

#### *Année 1999*

La troisième année a été consacrée à l'échantillonnage de stations d'altitude (1000-1600 m). Outre Le Motta et Roches Blanches, les stations suivantes ont été suivies:

Stations principales	Stations secondaires (seulement pièges «bostryches»)
Chalet du Mt Tendre	Combe de la Verrière
Les Soupiats	Grande Baume
Crête de la Verrière	

La campagne 1999 a commencé le 23 avril au Motta et s'est achevée le 24 septembre (22 semaines). Les pièges n'ont cependant pas pu être installés avant le 14 mai dans une partie des stations en 1999, plusieurs sites d'altitude étant inaccessibles à cause de la neige.

Pendant la saison de piégeage, les pièges ont fonctionné en permanence dans les deux stations de référence (MO et RB), afin de disposer d'un profil phénologique de chaque année, et de mesurer la perte d'information qu'occasionnerait un piégeage discontinu. Dans les autres stations, les tentes Malaise ont fonctionné une semaine sur deux seulement, sinon il aurait été impossible de traiter tout le matériel récolté.

Mis à part quelques problèmes mineurs de vandalisme au Motta, le programme annuel de piégeage a été respecté dans toutes les stations.

### *2.5 Météorologie*

Les deux stations de l'Institut Suisse de Météorologie les plus proches de Montricher sont situées à la Dôle (6.100° Long., 46.426 Lat., alt. 1670 m) et



à la Frettaz (6.577° Long., 46.189° Lat., alt. 1202 m). Le massif du Jura est caractérisé par un climat plutôt rude avec en moyenne une température de 5.5°C et 180 jours de gel à 1300 m. A cette altitude, il pleut 2000 mm par an et la couche neigeuse varie de 0.5 à 2 m en janvier. Le printemps et l'hiver sont doux et humides, seuls le pied des versants sud comporte un climat plus chaud et sec.

L'année 1997 a été exceptionnellement pluvieuse de mai à juillet alors que le mois de septembre a été plutôt sec (fig. 1). Par contre, les années 1998 et 1999 peuvent être considérées comme normales, avec des précipitations modestes pendant l'été et un regain de pluie correspondant au début de l'automne. Pour les températures, l'ensemble des trois années est très homogène, avec une augmentation régulière des températures moyennes de janvier à août puis une décroissance jusqu'en décembre (fig. 2).

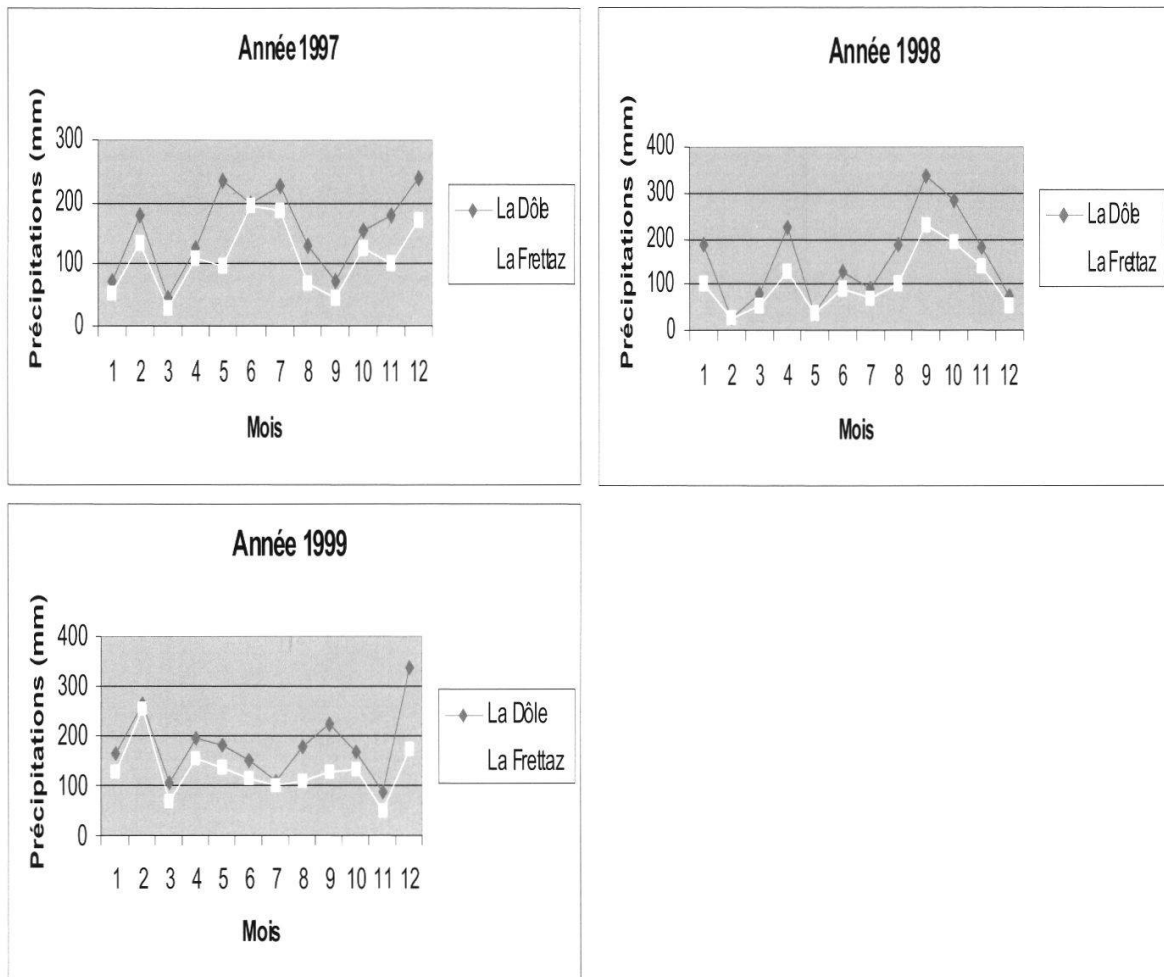


Figure 1.—Moyenne mensuelle des précipitations de 1997 à 1999 aux stations de la Dôle et de la Frettaz.

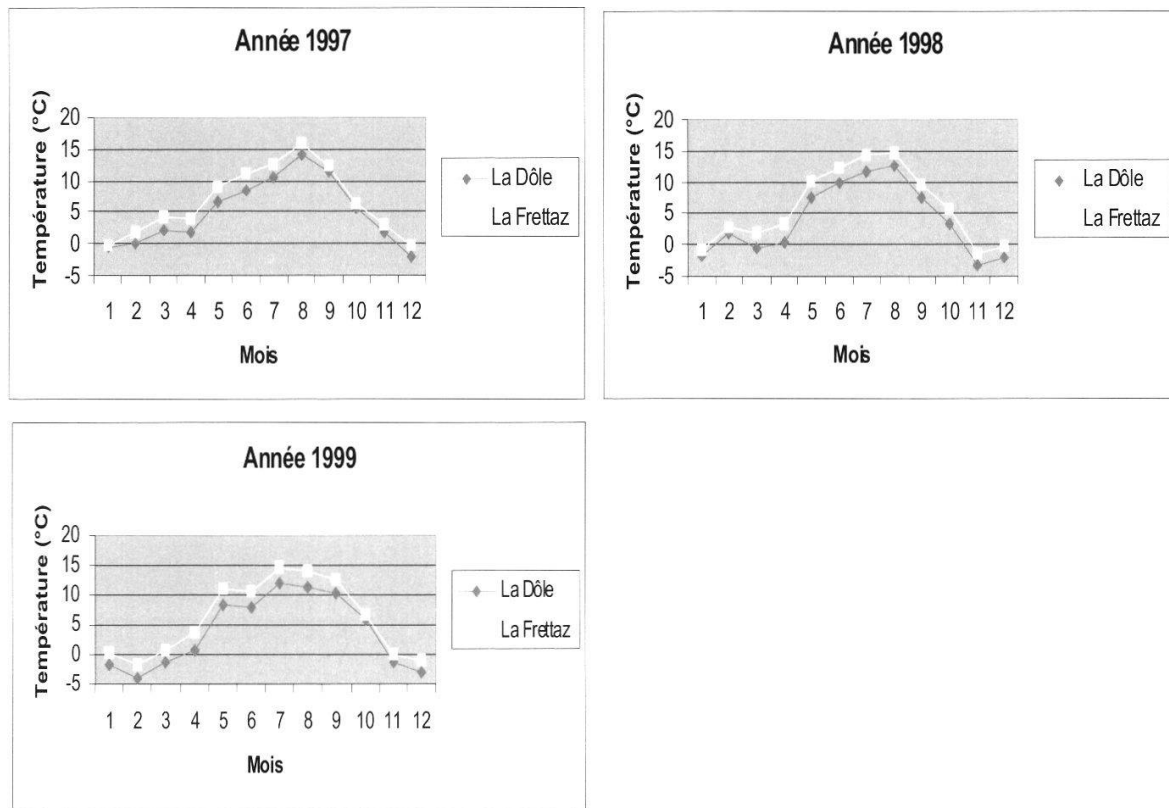


Figure 2.—Moyenne mensuelle de température en 1997 à 1999 à la Dôle et la Fretaz.

### 3. ANALYSE DES DONNÉES

#### 3.1 *Ordination des données*

L'ordination des données a pour but de décrire la similitude des relevés faunistiques sur la base de leur composition taxonomique. Elle permet de résumer l'information contenue dans un tableau de données dont la taille rendrait impossible l'identification des structures majeures qu'il contient. Il existe une grande variété de méthodes d'ordination (LEGENDRE et LEGENDRE 1998). Nous avons utilisé ici l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) qui est certainement la méthode la plus couramment employée pour décrire des ensembles de relevés faunistiques ou floristiques.

L'AFC permet de représenter les données sous forme de «cartes géographiques», sur lesquelles les stations échantillonnées sont positionnées en fonction de leur ressemblance faunistique, avec une perte minimale d'information. Cette représentation facilite l'ordination des stations et l'interprétation écologique de leur composition.