

### INTRODUCTION

Les modifications positives ou négatives auxquelles est soumis un biotope peuvent être caractérisées par la présence ou l'absence, d'une espèce d'insecte inféodée à ce type de milieu. Il est évident que la précision apportée par cet indicateur sera d'autant plus grande que sa position sera élevée dans la chaîne alimentaire. Ainsi, la présence de coccinelles atteste de celle des pucerons eux-mêmes soumis aux conditions de milieu (biotique et abiotique), qui permettront un développement plus ou moins important des populations considérées. Vue sous cet angle on comprend l'importance de bien connaître la biologie des différentes espèces qui se comportent chacune comme un «intégrateur» de tous les éléments susceptibles de modifier un milieu. C'est pourquoi l'élevage, réalisé dans des conditions d'environnement contrôlées, présente l'avantage d'apporter les réponses souhaitées au moins sur le plan du régime alimentaire. Compte-tenu du nombre d'espèces (il existe 80 000 espèces d'insectes décrites en France) susceptibles de présenter un intérêt, c'est un programme à long terme s'appuyant sur toutes les potentialités humaines existantes (Parcs Nationaux, Parcs naturels régionaux, O.P.I.E., etc...) qu'il faut envisager.

Dans un premier temps, l'Office pour l'Information Ecoentomologique s'est attaché à dégager une stratégie en choisissant arbitrairement un groupe (les Carabes) dont les qualités d'indicateurs sont reconnues. La mise au point d'un élevage nécessite en amont des installations permettant, notamment, de contrôler les conditions climatiques, alimentaires, spatiales, etc... Il est par ailleurs indispensable de pouvoir disposer d'un personnel de haute technicité parfaitement entraîné à réaliser les mises au point continues exigées par le but recherché. Celui-ci restant la mise en place de chantiers de jeunes capables d'une part d'entretenir les souches, d'autre part de participer ultérieurement à l'établissement de fiches techniques d'élevage.

#### Mise au point d'un élevage d'insecte

Le choix de l'espèce qui sera étudié est à effectuer en fonction de plusieurs critères :

- Qualité indicatrice reconnue
- Possibilité d'approvisionnement de souches dans la nature
- Disposition de structure d'élevage adaptées
- Disposition de personnel compétent
- Possibilité de multiplication dans des conditions économiques acceptables

Les problèmes posés avant d'en arriver à l'organisation du chantier de jeunes sont donc nombreux et il est indispensable de procéder séquence par séquence, outre les renseignements que peut fournir la bibliographie (dont on trouvera une liste non exhaustive en annexe) sur les espèces qui ont été utilisées au sens strict comme indicateur biologique, il est utile de recenser toutes celles qui potentiellement pourraient avoir ce statut. C'est donc une étude permanente qui se situe ici et d'où découle, pour partie, le choix qui sera opéré au moment des mises en élevage.

Les Carabes, retenus pour la présente étude, sont des insectes zoophages (donc consommateurs secondaires) strictement inféodés à un biotope bien précis. Il se trouve par ailleurs, que l'O.P.I.E. s'est intéressé depuis plusieurs années à ce groupe pour des raisons de protection de la nature. La structure d'élevage adaptée ainsi que le personnel compétent ont pu être utilisés pour cette nouvelle orientation, par rapport au programme en cours.

Après avoir récolté les souches parentales dans la nature, il est indispensable de leur faire subir une quarantaine afin d'éviter d'introduire dans l'élevage des parasites et des maladies propres à conduire à l'échec. Dans le même temps, il faut observer les comportements des adultes et des larves dans des conditions de captivité pour arriver à la multiplication de l'espèce. C'est ainsi que seront pris en considération l'espace vital idéal, le régime alimentaire, la température, l'hygrométrie, le rythme d'éclairement, etc... autant de paramètres qui ne peuvent être dégagés qu'après plusieurs expériences et dans des conditions rigoureusement contrôlées.

## MISE AU POINT DE L'ÉLEVAGE DE CARABES

La connaissance du cycle de développement et de la diapause est à la base de la mise au point d'un élevage de Carabes.

A l'heure actuelle, on connaît deux types de développement chez les Carabidés (Larsson, 1939) ; ils conditionnent deux types d'élevage assez différents l'un de l'autre, de par leur durée et les périodes au cours desquelles il faut les pratiquer.

### 1. - LES CARABES DE PRINTEMPS

C'est le cas de la plupart des espèces des sous-genres suivants : *Chrysocarabus*, *Carabus*, *Eucarabus*.

La reproduction a lieu dès le printemps et le développement larvaire est rapide (2 à 3 mois) - larves d'été. L'imago éclot durant l'été et c'est ce dernier qui passera l'hiver. Il y a alors diapause imaginale.

#### - APPLICATION A L'ÉLEVAGE

Pour les espèces de ces différents sous-genres, le prélèvement dans la nature devra se faire à la fin de l'hiver juste avant (ou après) leur reprise d'activité ; en effet, même si on les maintient à des températures optimales d'activité, on note, chez la plupart des espèces, une diminution de cette activité et de la prise de nourriture. De plus, les adultes s'enterrent et creusent une loge dans laquelle ils passent une période analogue à celle qu'ils passent dans la nature. Les facteurs extérieurs n'ont donc pas un rôle dominant sur l'activité et le phénomène de diapause est régi par l'organisme lui-même (facteurs internes).

Souvent ce maintien à des températures élevées pendant la mauvaise saison perturbe (ou supprime) la reproduction sans beaucoup l'avancer.

Cependant, on arrive, en laboratoire, à abréger la durée de la diapause en faisant jouer plusieurs facteurs : photopériode et température par exemple.

Généralement, on est obligé de recréer les conditions hivernales en mettant les insectes au froid, les plaçant soit au réfrigérateur, soit à une température de 2 à 5° C.

La seule précaution à prendre est de maintenir une humidité optimale et laisser dans le bac, une couche de terreau suffisante, permettant à l'insecte de s'enterrer.

#### REMARQUE

A noter que dans cette catégorie on connaît une seule espèce sans diapause (HURKA, 1973).

C'est *Chrysocarabus auronitens* Fab. En effet, en le prélevant à n'importe quelle période de l'hiver, on peut le faire pondre rapidement à condition de le placer dans les conditions favorables d'activité.

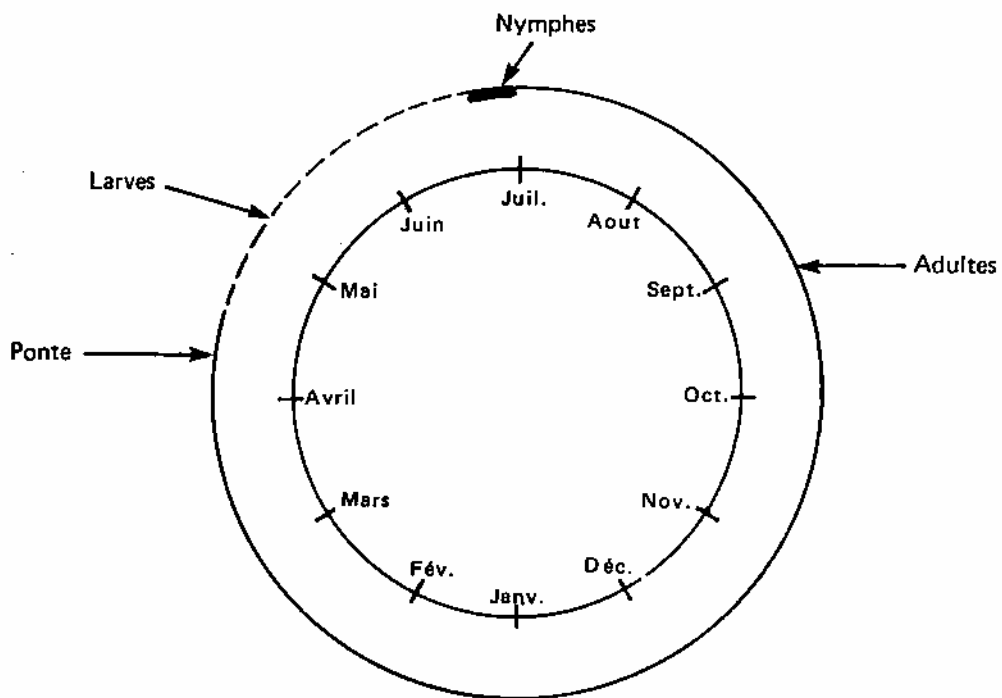
Ici, on est en présence d'une simple quiescence, régie uniquement par les facteurs extérieurs devenus trop défavorables au maintien de l'activité, donc de la reproduction.

### 2. - LES CARABES D'ÉTÉ

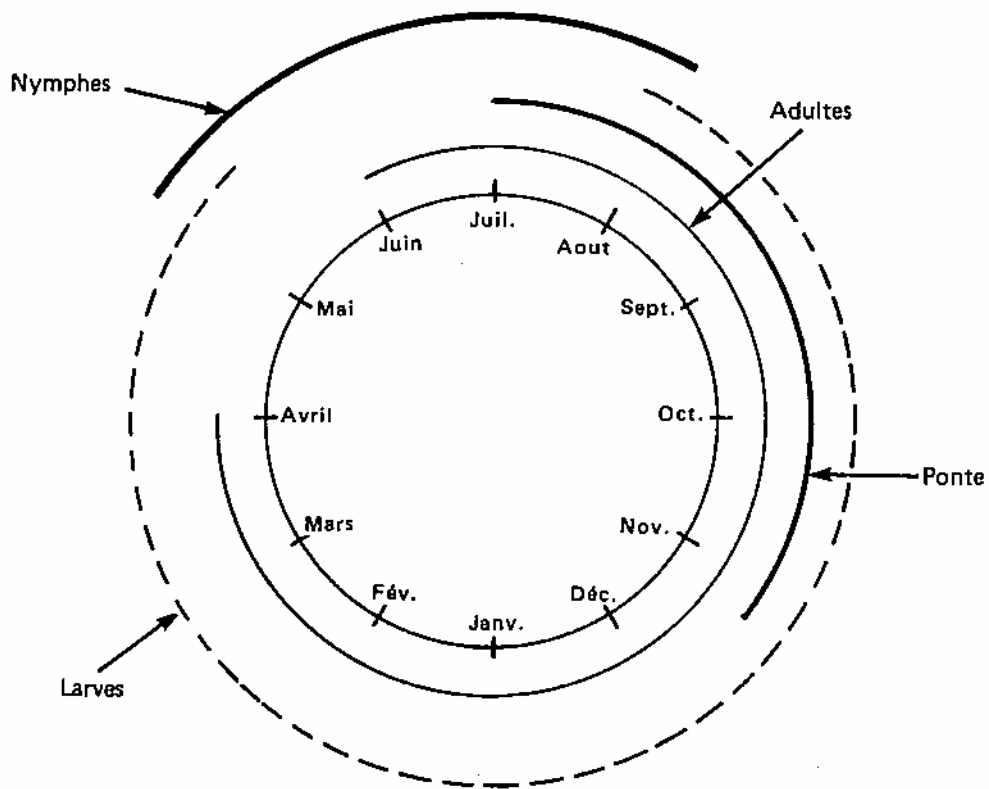
C'est le cas des sous-genres *Procrustes*, *Megodontus*, *Hadrocarabus*.

La reproduction a lieu en été et la ponte en automne. Le développement larvaire est long (larves d'automne), et ce sont les larves L2 et L3 qui passeront l'hiver.

## CYCLES DE DÉVELOPPEMENT DES CARABIQUES



Animaux de printemps



Animaux d'été

On a diapause larvaire.

La nymphose se produit le printemps suivant et le jeune imago, né en été, se reproduit presque aussitôt, juste après le délai nécessaire à la maturation de ses gonades.

Il existe cependant certaines espèces sans diapause larvaire et on peut voir, durant certaines journées clémentes de l'hiver, des larves actives sur le sol.

#### - APPLICATION A L'ÉLEVAGE

Ces insectes d'été seront prélevés de préférence au mois d'Août et début Septembre. En effet, les capturer avant et les maintenir trop longtemps en captivité perturbe parfois leur reproduction (Fradois, 1948). Mais cela n'est pas strict comme pour les Carabes de printemps et le fait de les garder dans de bonnes conditions d'élevage depuis le printemps ne perturbe en rien la ponte.

Les larves se développent normalement, les premiers symptômes de diapause sont l'inactivité et la diminution de l'alimentation. On fait alors la même chose que pour les adultes et une fois le séjour au froid terminé, elles reprendront leur développement normal.

#### REMARQUE

Les intermédiaires entre ces deux types peuvent exister, en particulier pour les carabes vivant à des altitudes élevées (*Orinocarabus* par exemple).

Les conditions de haute montagne (froid, gelées, neige) ne permettent pas une reprise d'activité aussi précoce qu'ailleurs, ainsi le cycle des carabes s'en trouve retardé et on peut aboutir à une confusion entre les deux types de développement. Par exemple, il arrive que les larves d'été n'aient pas le temps de se développer, retardées par un printemps particulièrement défavorable. Elles seront alors obligées de passer l'hiver à ce stade pour terminer leur développement l'été suivant (c'est parfois le cas d'une partie des larves d'une génération, les autres arrivant à se développer avant l'hiver souvent très précoce en haute altitude). Ici, les larves d'été ont le même cycle que les larves d'automne. Encore faut-il que ces larves, non adaptées à supporter les rigueurs de l'hiver, survivent jusqu'à la belle saison (et ce n'est pas le cas pour toutes les espèces).

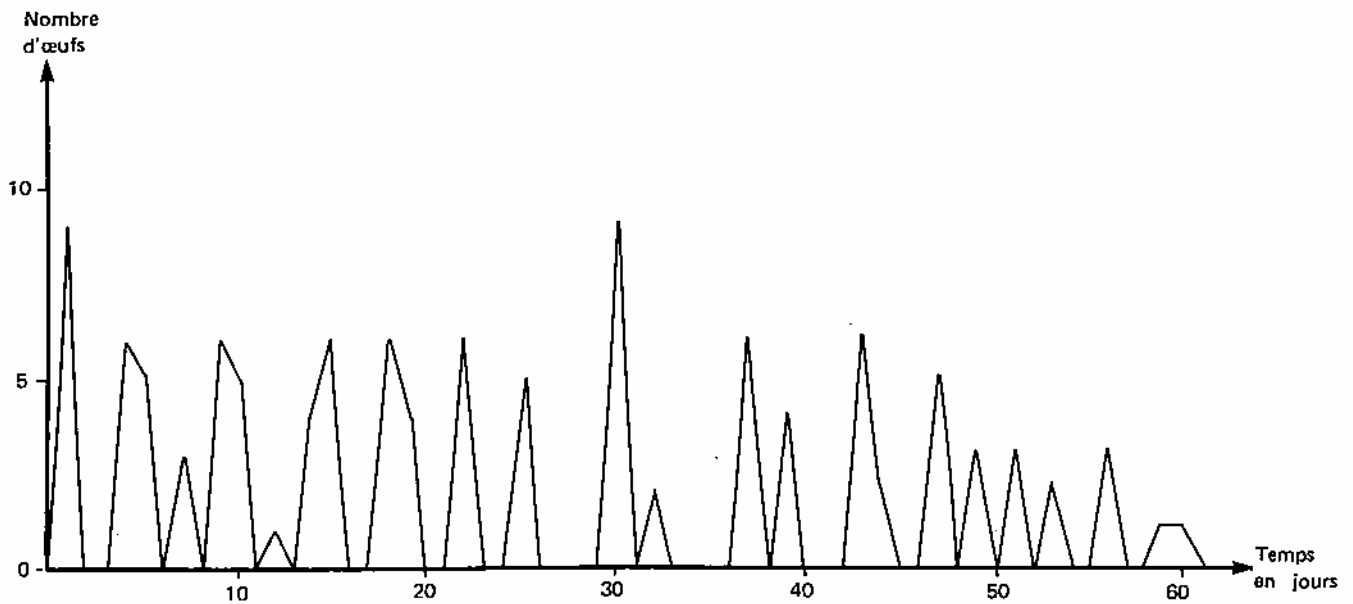
Un autre problème reste celui de la longévité. Un carabe vit deux ou trois ans en élevage. Il est bon cependant de ne pas former des couples avec des individus vieillis et usés. Fradois écrit à ce sujet : «outre l'ennui de les voir mourir sans descendance, ces insectes de deuxième année sont souvent porteurs de parasites (grégarines en particulier) et ils risquent d'infecter tout un élevage, désastre bien capable de rebuter l'éleveur novice».

Toutes ces observations préliminaires à la mise au point d'un élevage constituent la base de connaissance indispensable à l'établissement d'une fiche technique d'élevage. Celle-ci sera ensuite l'outil permettant à un large public non spécialisé mais motivé d'apporter une contribution à la connaissance. C'est pourquoi l'O.P.I.E. a cherché à normaliser la présentation et le contenu de ces fiches afin de leur assurer un maniement et une crédibilité optimale. La fiche présentée ici est le résultat de plusieurs années de travaux portant sur la biologie de ces espèces en élevage. Si l'on considère le temps nécessaire à la concrétisation de ce résultat et le nombre d'espèces d'insectes qui devraient faire l'objet de recherches identiques on comprend l'importance de telles études et la pérennité qui doit leur être consentie.

## L'ACCLIMATATION DE CARABES

### 1 - Motivation scientifique

L'acclimatation d'une espèce entomologique dans un biotope nouveau est une idée qui a déjà été mise en pratique à des fins diverses, soit agronomiques pour lutter contre un ravageur ou une plante donnée (Lutte biologique), soit purement écologiques pour tester la valeur indicatrice d'une espèce pour un milieu donné, ceci pouvant avoir des applications particulièrement intéressantes dans le domaine de la protection de la nature.



Variations du rythme de ponte de *Carabus rutilans*.

C'est plus spécialement de ce deuxième cas dont il est question dans notre travail. Des entomologistes amateurs ont déjà tenté ce type d'expérience mais de façon relativement aléatoire, en prélevant des individus d'une espèce dans son biotope d'origine et en les relâchant dans un biotope «semblable» où elle n'existait pas. Ceci n'a pratiquement jamais donné de résultats positifs soit parce que le suivi n'a pas été effectué correctement, soit parce que l'acclimatation n'a pas réussi.

Les causes d'échecs peuvent donc être multiples : lâcher d'un nombre trop petit d'individus, conditions abiotiques défavorables du biotope d'acclimatation, présence d'espèces compétitrices ou de prédateurs, etc... En fait, il manque le plus souvent l'étude biocénétique approfondie des milieux d'origine et d'acclimatation, nécessaire pour la réussite ou l'explication de l'échec de l'introduction.

Ces expériences sont également indispensables pour démontrer la valeur d'indicateurs biologiques de ces insectes. Les caractéristiques biologiques des Carabes en font des indicateurs de choix : ils ne volent pas et vivent au niveau du sol en étroite relation avec toutes ses composantes (en particulier, nature du sol et végétation). Plusieurs travaux ont montré que certaines espèces de Carabes étaient caractéristiques d'une association phytosociologique donnée. Il est donc particulièrement intéressant de tenter l'acclimatation d'une de ces espèces dans un biotope correspondant à son association phytosociologique, mais d'où elle est localement absente ou hors de son aire de répartition normale.

## II - Méthodologie des lâchers

Pour mener à bien une telle entreprise, il n'est pas question d'utiliser pour les lâchers, des insectes issus de la nature. A cela plusieurs raisons :

- Nombre insuffisant d'individus pour les espèces rares.
- Appauvrissement du biotope d'origine.
- Contrôle insuffisant de la qualité phytosociologique et génétique des individus prélevés.
- Obligation de lâcher le stade le plus facile à prélever dans la nature.

Il est donc nécessaire de passer par l'élevage pour produire un nombre suffisant d'insectes et pouvoir planifier le stade de développement et l'époque la meilleure pour effectuer les lâchers.

Les installations de l'insectarium de Valbonne et la grande expérience dans le domaine de l'élevage de production des Carabes nous permettent désormais de débiter les essais dans les meilleures conditions possibles.

Deux espèces ont été retenues :

a) *Chrysocarabus rutilans* DEJEAN : Originaire des Pyrénées Orientales, est très recherché par les entomologistes et bien que se raréfiant, n'est pas directement menacé d'extinction.

Ce splendide carabe est caractéristique de la Hêtraie. Sa grande facilité de production grâce à un potentiel de multiplication élevé nous l'a fait choisir comme modèle, en l'acclimatant dans la hêtraie rélictuelle des Alpes-Maritimes.

b) *Chrysocarabus olympiae* SELLA : Originaire du Piémont Italien, étroitement localisé et gravement menacé d'extinction à moyen terme et à cause de l'implantation d'une station d'hiver et des prélèvements abusifs d'entomologistes pour sa grande valeur.

Cette espèce est inféodée à l'association Aulnaie-Rhododendron-Myrtille et son acclimatation dans les Alpes-Maritimes, c'est-à-dire en limite méridionale de répartition de cette association végétale, nous semble très intéressante sur le plan écologique.

Les lâchers sont effectués au stade larvaire de façon à pouvoir augmenter le nombre d'individus à introduire ; ainsi, les adultes mûres sont conservés en élevage, les pontes sont récoltées et ce sont les larves écloses dans nos incubateurs qui sont utilisées. Le nombre de larves lâchées doit être de l'ordre de plusieurs milliers, échelonnés sur 4 ou 5 années.

La surface de lâcher doit rester limitée de façon à favoriser la rencontre des sexes dans le cas où le nombre de carabes restant dans les générations suivantes serait trop faible. Il est en effet préférable de laisser un noyau à haute densité en insectes qui essaierait aux alentours, une fois l'adaptation réussie. La surface initiale correspond environ à 2 500 m<sup>2</sup>.

### III - Vérification et suivi de l'acclimatation

Parallèlement aux lâchers qui se poursuivront pendant plusieurs années, seront effectués des piéges qui permettront de vérifier dans l'espace et dans le temps, la présence de l'espèce introduite ainsi que l'évolution des peuplements de la carabofaune préexistante.

Ceci permettra de suivre l'éventuelle progression de la surface habitée par l'espèce ainsi que d'apprécier la densité de sa population par la méthode dite de capture - marquage - recapture donnant les paramètres nécessaires pour le calcul de la formule de Lincoln.

Des observations directes sur le terrain devront permettre également de déterminer l'éventail des proies consommées par les carabes et de les comparer avec celles connues dans le biotope d'origine.

### IV - Conclusions

L'ensemble de ces études devraient permettre de mieux appréhender et de mettre au point une méthodologie généralisable à l'ensemble de ce groupe d'insecte.

Outre l'intérêt écologique de telles interventions, elles peuvent aboutir à des applications concrètes dans le domaine de la protection des espèces. Il n'est pas utopique d'envisager le transfert de certains carabes gravement menacés dans leurs biotopes d'origine dans des zones protégées comme par exemple les parcs nationaux qui joueraient leur rôle primordial de conservatoire génétique.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

La présente étude aura donc permis la mise au point d'un élevage d'une espèce d'insectes indicateurs et de procéder à des lâchers des individus dans un milieu d'où ils étaient absents. Il reste à effectuer de nouveaux lâchers au cours des prochaines années afin d'assurer une population en quantité suffisante permettant de mettre toutes les chances d'une bonne introduction du côté de l'expérimentation. Si, les mises au point de techniques d'élevages, et notamment d'élevage de masse, autorisent maintenant l'organisation d'un réseau d'amateurs éleveurs d'insectes indicateurs, et n'en va pas de même pour les introductions et la surveillance du devenir de la population qui nécessite encore un suivi scientifique de haut niveau. Cette première expérience de manipulation d'un écosystème effectuée avec une finalité de protection de la nature ne fait que commencer, mais pour peu que la volonté de la mener à terme existe il est d'ores et déjà certain, quelle que soit son issue, qu'elle prendra un relief modélisateur.

CD/Octobre 1981

## BIBLIOGRAPHIE CONCERNANT LES INSECTES INDICATEURS DE POLLUTION

### COLLEMBOLLES

IGLISCH I. — Bodenarthropoden als testorganismen in der økotoxikologie (Les arthropodes du sol, organismes tests pour l'écotoxicologie). Anz. Schaedlingskd, Pflanzenschutz Umweltschutz - 1981 - Vol 54 - n° 2 - pp. 17-22. En allemand (résumé anglais) (traite des Collemboles, Coléoptères et Diptères).

LEBRUN P. — Effets écologiques de la pollution atmosphérique sur les populations et communautés de microarthropodes corticoles (Acariens, Collemboles). Bull. Ecol. Fr. 1976 - paru 1977 - n° 4 - pp. 417-430

SPAHR H.J. — Die bodenbiologische bedeutung von collembolen und ihre eigung als testorganismen fuer die oekitoxicologie (importance des Collemboles pour la biologie des sols et leur valeur comme organismes tests en écotoxicologie). Anz. Schaedlingskd, Pflanzenschutz umweltschutz. 1981 - Vol. 54 - n° 2 - pp. 27-29 - En allemand, résumé en anglais.

### EPHEMEROPTERES

BRAASCH D., JACOB U. — Die verwendung von Ephemeropteren insecta der DOR als indikatoren fuer die wasserguete. (Les Ephéméroptères rencontrés en République Démocratique Allemande, utilisés comme indicateurs de la qualité de l'eau). Entomol. Nachr. - 1976 - 20 - no 7 - pp. 101-111 - Résumé en anglais et en russe.

### PLECOPTERES

BURMEISTER E.G. — Die aquatische makrofauna des Breiniger Berges unter besonderer beruecksichtigung des einflusses von Schwermetallen auf das arteninventar (effets des métaux lourds sur certaines espèces de Plecoptères). Spixiana - 1980 - Vol. 3 - n° 1 - pp. 59-90 - En allemand, résumé en anglais.

### ODONATES

BURMEISTER E.G. — Die aquatische makrofauna des Breiniger Berges unter besonderer beruecksichtigung des einglusses von schwermetallen auf das arteninventar (Macrofaune aquatique (Odonates) en relation avec l'effet des métaux lourds). Soixiana - 1980 - Vol. 3 - n° 1 - pp. 59-90 En allemand, Résumé en anglais.

## HETEROPTERES

JANSSON A. - Distribution of Micronectae (Heteroptera, Corixidae) in Lake Paeijaenne, Central Finland : Correlation with eutrophication and pollution. Ann. Zool. Fenn. - 1977 - 14 n° 2 pp. 105-117.

## HOMOPTERES

VILLEMANT C. - Influence de la pollution atmosphérique sur les populations d'Aphides du Pin sylvestre en forêt de Roumare (76). Environ. Pollut. Ser. A. Ecol. Biol. - 1981 - Vol. 24 - n° 4 pp. 245-262.

## COLEOPTERES

IGLISCH I. - Bodenarthropoden als testorganismen in der økotoxikologie (Les arthropodes du sol (Coléoptères) organismes test pour l'écotoxicologie). Anz. Schaedlingskd. Pflanzenschutz Umweltschutz - 1981 - Vol 54 - no 2 - pp. 17-22 - En allemand - résumé en anglais.

## TRICHOPTERES

RIVOSECCHI L., SCANGA M., NOCCIOLI M., DOUMI G., - Qualita delle acque affluenti nel lago di Bracciano e del fiume Arnone, in base all' indice biotico di Woodiwiss ed alla distribuzione delle larve dei ditteri (Les Ephéméroptères et les Trichoptères sont des indicateurs d'eaux pures. Boll. Pesca piscicult. idrobiol. 1976 publié 1978 - 31 - n° 1-2 pp. 59-72 - Résumé en anglais.

BESCH W.K., SCHREIBER I., MAGNIN E., - Influence du Sulfate de Cuivre sur la structure du filet des larves d'Hydropsyche (Trichoptère) Ann. Limno. Fra - 1979 - 15 - n° 2 - pp. 123-138.

ZANELLA E.F., BERBEN S.A. - Evaluation of methodologies for the determination of acute toxicity in pulp and paper effluents (essais comparatifs sur larves d'Hydropsyche sp. (Trichoptères) P.I. U.S.A. - 1980 - Vol. 64 - n° 13 - pp. 77-82.

## DIPTERES

BURMEISTER E.G. - Die aquatische makrofauna des Breiniger Berges unter besonderer beruecksichtigung des einflusses von schwermetallen auf das arteninventar (macrofaune aquatique (Diptères) en relation avec l'effet des métaux lourds). Spixiana - 1980 - Vol. 3 - n° 1 - pp. 59-90 - en allemand, résumé en anglais.

CURE V., POPESCU-MARINESCU V., MIHAITA A. - Contribution à l'étude des Chironomidae du bassin versant de la rivière Siu (importance de la connaissance de la dynamique des populations de Chironomides pour l'estimation du degré de pureté de l'eau). Hydrobiologia - Rom - 1977 - 15 - pp. 211-226 - En Roumain - Résumé en Anglais.

GOWER A.M., BUCKLAND P.J. - Water quality and the occurrence of Chironomus riparius (Diptère, Chironomidae) in a stream receiving sewage effluent. Freshwat. Biol. - 1978 - 8 - n° 2 - p. 153-164.

IGLISCH I. - Bodenarthropoden als testorganismen in der økotoxikologie (Les arthropodes du sol organismes tests pour l'écotoxicologie - Diptères) - Anz. Schaedlingskd. Pflanzenschutz Umweltschutz ISSN 0340-7330 - 1981 - Vol. 54 - n° 2 - pp. 17-22 - En allemand, résumé en anglais.

KOVATCHEV S. - The simuliidae aquatic stages as indicators of naturel running water oleanlines Hydrobiologia - Rom - 1977 - 15 - pp. 227-230.

KOVATCHEV S. - Valence «Saprobie» à l'intérieur des Simuliidae et importance de ces Diptères comme indicateurs de la qualité de l'eau. Hydrobiologia- 1979 - 9 - pp. 50-56 - En Bulgare