

Zeitschrift:	Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society
Herausgeber:	Schweizerische Entomologische Gesellschaft
Band:	42 (1969)
Heft:	1-2
Artikel:	Essais de marquage et de reprise d'insectes migrateurs en automne 1968
Autor:	Aubert, Jacques / Goeldlin, Pierre / Lyon, Jean-Pierre
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-401588

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.01.2026

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

Essais de marquage et de reprise d'insectes migrateurs en automne 1968

par

JACQUES AUBERT¹, PIERRE GOELDLIN ET JEAN-PIERRE LYON²
Musée zoologique, Lausanne, Suisse — Station de Recherches de Lutte
biologique et de Zoologie, Antibes (Institut national de la Recherche
agronomique de France)

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	141
2.	MÉTHODES	143
2.1	Cadre géographique des essais	143
2.2	Appareils de capture pour le marquage des insectes diurnes	143
2.3	Les appareils de capture destinés au marquage des insectes nocturnes	145
2.4	Les appareils de marquage	146
2.5	Les produits utilisés pour le marquage	146
2.6	Les appareils destinés à la recapture des insectes diurnes	146
2.7	Les appareils de recapture des insectes nocturnes	147
2.8	Les appareils de repérage des insectes marqués	147
2.9	Appareils de transmission	148
2.10	Météorologie	148
2.11	Méthode de travail	148
3.	LES EXPÉRIENCES DE MARQUAGE ET DE RECAPTURE	149
3.1	Les insectes diurnes	149
3.1.1	Premier essai, 3 octobre	149
3.1.2	Deuxième essai, 4 octobre	150
3.1.3	Troisième essai, 5 octobre	151
3.1.4	Quatrième essai, 5 octobre	151
3.1.5	Cinquième essai, 6 octobre	151
3.1.6	Sixième essai, 6 octobre	152
3.1.7	Septième essai, 7 octobre	152
3.1.8	Huitième essai, 7 octobre	152
3.1.9	Neuvième essai, 7 octobre	153
3.1.10	Dixième essai, 8 octobre	153
3.1.11	Reprises de diurnes à longue distance	153
3.2	Les insectes nocturnes	154
3.2.1	Essai préliminaire, 1 ^{er} septembre	154

¹ Recherches effectuées à l'aide d'un subside du Fond national suisse de la recherche scientifique.

² Avec la collaboration technique de M. JULIEN SABATIER.

3.2.2	Premier essai, 1 ^{er} octobre	155
3.2.3	Deuxième essai, 2 octobre	156
3.2.4	Troisième essai, 3 octobre	156
3.2.5	Quatrième essai, 6 octobre	156
3.2.6	Reprises de nocturnes à distance	157
4.	DISCUSSION ET CONCLUSIONS	157
4.1	Discussion de la méthode	157
4.1.1	Choix des lieux de travail	157
4.1.2	Technique de marquage	157
4.1.3	Précautions à prendre, risques de contamination	159
4.2	Discussion des résultats	160
4.2.1	Insectes diurnes	160
4.2.1.1	Proportion des reprises par rapport aux individus marqués	160
4.2.1.2	Proportions relatives des espèces reprises	160
4.2.1.3	Vitesses de parcours	161
4.2.1.4	Reprises à longue distance (Glandon)	161
4.2.2	Insectes nocturnes	162
4.2.2.1	Proportions des reprises par rapport aux insectes marqués	162
4.2.2.2	Proportions relatives des espèces reprises	162
4.2.2.3	Vitesses de parcours	163
4.2.2.4	Reprises à longue distance	163
4.3	Conditions météorologiques	164
5.1	RÉSUMÉ.	164
5.2	SUMMARY	164
6.	BIBLIOGRAPHIE	165

1. INTRODUCTION

Ce travail a pu être réalisé grâce à la collaboration des participants des Stations d'Ecologie alpines de La Goleze, dirigée par Bruno Scherrer, et de Bretolet, dirigée par Jacques Aubert et Alfred Schifferli¹. A tous les collaborateurs des deux stations (entomologistes et ornithologues) s'adressent nos plus vifs remerciements.

Depuis le début du siècle, la plupart des essais de marquage et de reprise d'insectes migrants ont été effectués sur des Lépidoptères diurnes. C.B. WILLIAMS (1958) relate les premiers essais infructueux de SHANNON (1917) et de CORRY (1934) sur *Danaus plexippus* aux Etats-Unis, de MEDER (1926), qui obtint 1 % de reprises avec des Piérides en Allemagne, mais à de très courtes distances. Des Lépidoptères diurnes ont aussi été marqués par FLETCHER (1936) et COCKBILL (1939) en Angleterre, puis par LOELIGER et ses collaborateurs en Suisse (1948), des diurnes et des nocturnes par LORITZ (1947) près de Nice, en France. A partir de 1941, URQUHART (1941, 1960) marque au Canada ou aux Etats-Unis des *Danaus plexippus* avec des étiquettes imprimées portant

¹ Directeur de la Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

un numéro. Il est le premier à obtenir des reprises sur de longues distances, dépassant le millier de kilomètres. Citons encore ROER (1961), qui marque aussi avec des étiquettes imprimées des Vanesses aux environs de Bonn et obtient des reprises allant jusqu'à 95 km. Pour les insectes appartenant à d'autres ordres, KAISER (1964) a marqué des Odonates au col de Bretolet ; AUBERT (1964), en collaboration avec le service entomologique de la Station fédérale de recherches agronomiques de Lausanne, domaine de Changins¹, a effectué les premiers marquages de Diptères au col de Bretolet et de la Croix, en Suisse. Les résultats ayant été publiés dans une revue peu connue hors de Suisse (AUBERT, 1964), nous nous permettons de rappeler brièvement les deux expériences principales.

A. Bretolet (Suisse) — La Golèze (France), 3,0 km., 3 et 4 septembre 1964. Environ 7000 à 8000 insectes (Syrphides et Anthomyides) furent marqués au col de Bretolet le 3 septembre. Au col de la Golèze, le jour même et le lendemain, environ 10 000 insectes furent capturés avec un rideau de 50 m. de long et de 2 m. de haut. Parmi ceux-ci, 17 insectes marqués furent trouvés : 7 *Eristalomyia tenax*, 2 *Syrphus torvus*, 2 *Syrphus vitripennis*, 1 *Epistrophe balteata* (Syrphides), 4 *Muscina stabulorum* et 1 *Polites lardaria* (Anthomyides).

B. Col de la Croix (Suisse) — col de Bretolet (Suisse), 33 km., 15 septembre 1964. Le marquage se fit au col de la Croix. Aux stations de Cou et de Bretolet, environ 130 000 insectes furent capturés, parmi lesquels la lampe de Wood révéla 21 insectes marqués : 6 *Eristalomyia tenax*, 3 *Syrphus vitripennis*, 4 *Syrphus torvus*, 1 *Syrphus corollae*, 2 *Epistrophe balteata* et 5 Diptères indéterminables.

Ce petit historique n'a pas la prétention d'être exhaustif ; il montre toutefois qu'il y a eu relativement peu de tentatives de marquage d'insectes en vue de l'étude de leurs migrations, alors que le baguement des oiseaux est très couramment pratiqué. Remarquons que le marquage d'insectes, souvent très petits (Drosophiles), est fréquemment utilisé pour des études sur la dispersion à courte distance et l'on emploie le plus souvent dans ce cas des traceurs radio-actifs.

La collaboration entre les équipes installées en 1968 aux Stations de Bretolet (J. AUBERT, Suisse) et de La Golèze (J.-P. LYON, France), toutes deux situées dans des cols exceptionnellement favorables à l'étude des phénomènes migratoires, devait permettre des captures massives tant pour le marquage que pour la recherche des insectes marqués. L'existence en France d'un réseau d'observateurs pour les insectes diurnes et de pièges lumineux pour les insectes nocturnes devrait contribuer à faciliter la recherche des insectes marqués sur une vaste superficie.

¹ Dr G. MATHYS, Dr R. MURBACH, M. M. BAGGIOLINI, M. H. STAHL, qui ont mis au point la technique de marquage que nous utilisons et auxquels s'adressent aussi nos sincères remerciements.

Les essais devaient essentiellement porter sur des marquages de *Syrphidae* et de *Noctuidae*, en raison de l'importance que revêtent les migrations chez ces insectes (AUBERT, 1962-1964 ; CAYROL, 1965 ; LYON, 1967 ; PORTOUT, 1967). Ils avaient pour but d'apporter des précisions sur la vitesse de croisière, la continuité des vols, l'importance des déplacements des différentes espèces et éventuellement de distinguer les espèces migrantes des non migrantes. Aussi deux campagnes furent-elles organisées, du 30 août au 3 septembre et du 1^{er} au 10 octobre, au cours desquelles on a marqué, outre les *Syrphidae* et les *Noctuidae*, des *Anthomyidae* et, secondairement, des *Odonates*, des *Sphingidae*, des *Geometridae* et des Lépidoptères diurnes.

2. MÉTHODES

2.1 Cadre géographique des essais

Les insectes étaient capturés et marqués au niveau de la frontière franco-suisse, au col de Cou (1921 m.) pour les diurnes et au col de Bretolet (1923 m.) pour les nocturnes. Ces deux cols ne sont séparés que par une petite éminence, La Berthe (1989 m.) et sont distants à vol d'oiseau de 800 m. l'un de l'autre. Les pièges destinés à la recapture des insectes marqués étaient principalement situés au col de La Golèze (Haute-Savoie, 1671 m.), à 3,6 km. au S.-O. des lieux de marquage. Des filets pour la recapture des diurnes ont également été posés au col du Glandon (Savoie, 1961 m.), à 111 km. au S.-S.-O., et au col de la Lombarde (Alpes-Maritimes, 2395 m.), à 216 km. au S. Par ailleurs, une liaison a été établie avec un réseau de correspondants pour les insectes diurnes, et de pièges lumineux couvrant la région Rhône-Alpes et la région méditerranéenne, notamment Saint-Marcel-les-Valences, Montfavet, Pertuis, Narbonne, Grau-du-Roi, Istres, Pierrelatte et Hyères¹.

2.2 Les appareils de capture pour le marquage des insectes diurnes

Le col de Cou a été choisi de préférence à celui de Bretolet du fait que le passage y est plus intense. Deux grands appareils de capture y ont été installés pendant la période de marquage.

Un filet de 8 m. (16 m² d'ouverture). Décrit en 1963 (AUBERT 1963), ce filet a déjà été employé lors des premiers essais de 1964 (AUBERT 1964). Il a été réutilisé de la même manière en 1968 en le flanquant de deux

¹ Nous remercions vivement à ce sujet M. CAYROL et ses collaborateurs (INRA Montfavet), qui acceptent de contrôler les recaptures éventuelles d'insectes marqués dans leur réseau de pièges, ainsi que M. TABARDEL (SEI St.-Marcel-les-Valence) et M^{me} BERTRAN (INRA Antibes, piège Hyères), qui transmettent leurs captures pour examen U.V. à la Station d'Antibes.

rideaux de térylène de 10 m. de long sur 2 m. de haut, ce qui porte le front de capture à une largeur de 18 m. (fig. 1).

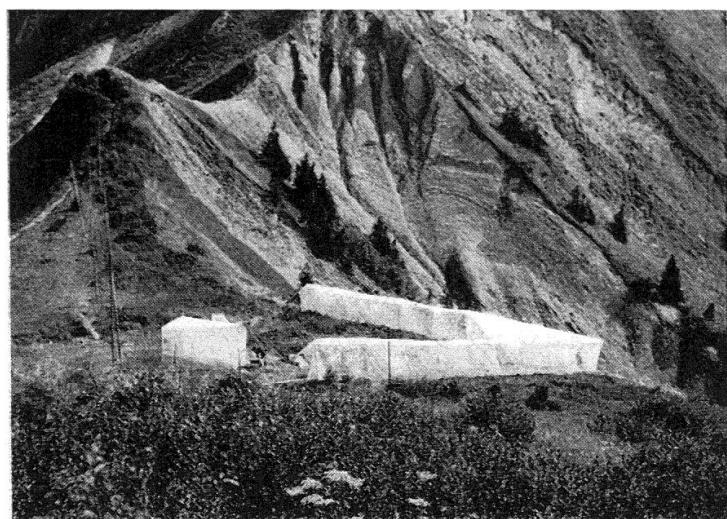


Fig. 1. — Filet de 8 m. d'ouverture, flanqué de deux rideaux de 10 m. On voit, derrière le filet, celui de 4 m. destiné au comptage horaire. (Photo prise en 1964, lors du premier essai Bretolet-Golèze.)

Un filet-tente de 24 m. Cet appareil a été construit en 1965 pour une série d'essais qui n'avaient pas donné de résultats. Il a été décrit dans une autre note (AUBERT, 1969). Plus encore que le précédent, il permet de capturer des quantités massives d'insectes migrateurs (fig. 2).

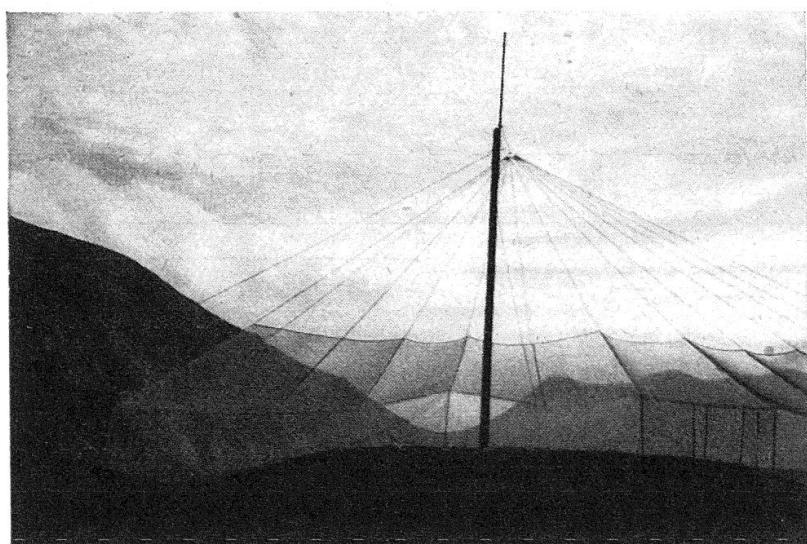


Fig. 2. — Vue partielle du filet-tente de 24 m. installé pour le marquage des Syrphides au col de Cou. On voit, au travers du filet le col de La Golèze, où se trouvaient les installations de reprise. A gauche, le contrefort des Terres Maudites.

2.3 Les appareils de capture destinés au marquage des insectes nocturnes

Nous avons utilisé à Bretolet des pièges lumineux du type « Changins » tels qu'ils ont été décrits par BAGGIOLINI et STAHL (1964), construits à la Station fédérale de recherche agronomique de Changins. Ils sont équipés chacun d'une lampe à vapeur de mercure du type « Mischlichtlampe » de 80 W (Philips HPL ou Osram HQA). Cinq pièges ont fonctionné simultanément pendant les nuits de marquage, actionnés par un groupe électrogène Motosacoche de 1000 W (fig. 3). Ils étaient placés sur le versant suisse, en contrebas de la crête.

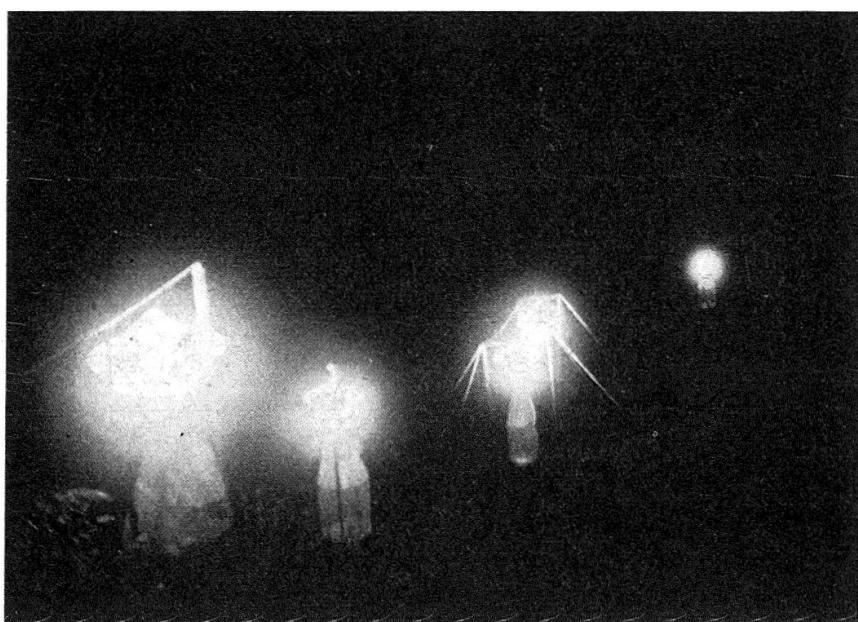


Fig. 3. — Les pièges lumineux installés en octobre 1968 sur le versant suisse, au col de Bretolet. Les cages de capture sont bien visibles sous les lampes.

Un des pièges était destiné au comptage horaire habituel, les quatre autres au marquage. Pour le marquage, nous avons remplacé le bocal récepteur par une cage construite de la manière suivante :

Un cadre métallique est formé par deux cercles de 40 cm. de diamètre reliés par des tiges (trois ou quatre) de 60 cm. de long. On confec-
tionne d'autre part un cylindre de tulle de térylène de 40 cm. de diamètre et d'environ 1 m. de long, fermé à l'une de ses extrémités (le bas) par un cercle de térylène de 40 cm. de diamètre cousu sur toute sa périphérie. On introduit le cadre dans ce cylindre par l'autre extrémité qui forme manchon et ce manchon est fixé par une cordelette au bas du piège lumineux. Ainsi les Lépidoptères nocturnes tombent dans la cage et s'y accumulent.

Au moment du marquage, les lampes U.V. sont éteintes, le compresseur mis en marche et il suffit d'asperger avec le pistolet à peinture le contenu de la cage pendant deux à trois secondes pour que les insectes soient suffisamment marqués. Les lampes sont éteintes pendant le marquage et ne sont rallumées que cinq à dix minutes après le lâcher. Celui-ci avait lieu sur le versant français du col, à 30-40 m. de la crête et à plus de 100 m. des lampes. On procérait de la manière suivante : le cadre métallique était sorti du cylindre de tulle, celui-ci était retourné fond sur fond et secoué ; les Lépidoptères étaient ainsi rapidement libérés et s'envolaient aussitôt.

2.4 Les appareils de marquage

Le même dispositif a été utilisé à Cou et à Bretolet. Il consiste en un pistolet alimenté en air comprimé par un compresseur à membrane De Vilbiss dont le moteur électrique est alimenté par un groupe électrogène de 1000 W.

A Bretolet, un groupe électrogène donne le courant pour le piège lumineux permanent, l'éclairage de l'intérieur des cabanes et pour les opérations de marquage. Un autre groupe a été installé spécialement à Cou pour la période de marquage.

2.5 Les produits utilisés pour le marquage

Nous avons utilisé, à Bretolet et à Cou, un vernis nitrofluorescent préparé par la maison Stella de Genève, à partir de poudres du type « Lumogen T » fabriquées par « Badische Anilin- und Soda-fabriken », à Ludwigshafen. Ce produit se présente sous forme d'un liquide visqueux qui doit être dilué au moment de l'emploi avec un « dilutif » approprié. L'expérience nous a montré que pour le marquage on peut diluer le vernis bien davantage que ne l'indique le fabricant et que l'on peut y ajouter sans inconvénient de l'alcool de laboratoire, qui coûte moins cher que le dilutif. C'est ainsi que nous avons adopté un liquide marqueur composé de 15 à 20 cc. de vernis pour un litre d'un mélange à parties égales de dilutif et d'alcool. Trois couleurs ont été utilisées : rouge, jaune et orangé. Quelques gouttelettes microscopiques suffisent pour marquer un insecte. Le brouillard produit par le pistolet est assez diffus et l'évaporation suffisamment rapide pour que les insectes puissent être nettement marqués sans être perturbés par la toxicité du produit.

2.6 Appareils destinés à la recapture des insectes diurnes

2.6.1 Au col de La Golèze. Trois filets triangulaires de 4 m. (8 m^2 d'ouverture) possédant un système de joues et de chicanes destinés à éviter la fuite des insectes et un dispositif de capture automatique avaient été installés. Deux de ces filets étaient couplés en W, le troisième assorti de deux filets plans de 10 m. destinés à rabattre les insectes. Les deux

ensembles étaient séparés par une distance de 30 m. Peu avant le lâcher d'insectes marqués à Cou, les filets de La Golèze étaient soigneusement vidés de tous leurs insectes.

2.6.2 Au col du Glandon. Etaient disposés deux groupes formés chacun de deux filets triangulaires de 4 m. couplés en W et assortis de deux filets plans de 10 m. (fig. 4). Les deux groupes étaient séparés par une légère éminence et distants l'un de l'autre de 200 m.

2.7 Appareils de recapture des insectes nocturnes

Au col de La Golèze ont été installés trois pièges du type Changins munis de lampe de 80 watts, construits à Antibes, et un piège fonctionnant selon la méthode DEMOLIN (1964) avec une source attractive de 1000 W (ballon fluorescent Philips) placée à 2 m. du sol sur un plateau rond de 50 cm. de diamètre. Le dispositif de capture était situé au niveau du sol, au centre du cône d'ombre créé par le plateau. Il était constitué par une lampe opale de 60 W placée au centre de deux entonnoirs renversés et au-dessus d'un bocal situé dans un trou creusé dans le sol. Un groupe électrogène de 3000 W alimentait les pièges lumineux et les appareils de repérage des insectes marqués. Le piège Demolin était placé au milieu du col. Les pièges du type Changins étaient placés en ligne sur 100 mètres, sur le versant nord du col, à 30 mètres de la crête.



Fig. 4. — Col du Glandon, Savoie. Une des installations destinée à la reprise des Syrphides. La seconde installation est située environ 200 m. plus loin, cachée par repli de terrain.

2.8 Appareils de repérage des insectes marqués

Les insectes capturés dans les filets ou dans les pièges lumineux étaient anesthésiés dans des enceintes en matière plastique au moyen de vapeurs d'éther acétique.

2.8.1 Col de La Golèze. L'appareil permettant le repérage des insectes marqués à la lumière de Wood (lumière noire) se composait

d'une enceinte, en forme de pupitre, peinte en noir intérieurement et munie d'un panneau vitré mobile permettant l'introduction et la manipulation des insectes. Sous ce panneau était disposée la lampe U.V. munie d'un manchon en verre de Wood et d'un réflecteur permettant de laisser le visage de l'observateur hors du champ des radiations ultra-violettes.

Les insectes marqués sont aisément repérables au travers de la vitre, car ils présentent des petites taches fluorescentes très brillantes lorsqu'on les soumet à la lumière noire.

2.8.2 Col du Glandon. On a utilisé une lampe portative de 8 W UVL 22 fabriquée par Ultra-violet Products, Inc., San Gabriel, en Californie. Un autre appareil du même type a été utilisé à Bretolet et à Cou pour contrôler l'efficacité du marquage.

2.9 Appareils de transmission

La liaison entre les équipes de la station de Bretolet et de la station de La Golèze était assurée par des émetteurs-récepteurs portatifs du genre Talkie-Walkie et des signaux optiques émis par un projecteur portatif.

2.10 Météorologie

Le comportement des insectes migrateurs est fortement influencé par les conditions météorologiques et tout particulièrement par la température, l'insolation, la direction et la vitesse du vent.

A Bretolet, des appareils enregistreurs accumulent les données concernant la température, l'humidité relative, la direction et la vitesse du vent, la pression atmosphérique. Un pyranomètre Bellani permet de connaître la luminosité totale rayonnée chaque jour. Il en est de même à la station de La Golèze.

2.11 Méthode de travail

Les insectes capturés aux cols de Cou et de Bretolet s'accumulaient dans les poches de réception des pièges et étaient marquées deux à trois heures après le début des captures, immédiatement avant le lâcher. A ce moment, l'équipe du col de La Golèze était contactée par radio et s'assurait du vidage complet des appareils destinés à la recapture.

Puis elle procérait à la récolte échelonnée des insectes, de manière à les isoler par petits lots au fur et à mesure de leur arrivée. Ainsi, il n'y avait le plus souvent qu'un seul insecte marqué par lot, ce qui limitait considérablement les risques de contamination et rendait moins graves leurs conséquences. S'il était relativement aisé d'assurer rapidement le vidage complet des pièges lumineux à chaque récolte, il n'en allait pas de même pour les filets, dans lesquels il subsistait souvent une faible partie des diptères après chaque relevé.

A La Golèze, les récoltes échelonnées étaient effectuées selon le rythme suivant :

- Toutes les trois minutes durant le premier quart d'heure suivant l'heure exacte du marquage.
- Toutes les cinq minutes durant le second quart d'heure.
- Toutes les dix minutes durant la seconde demi-heure.
- Tous les quarts d'heure durant la seconde heure.
- Toutes les demi-heures ensuite.

Chaque lot d'insectes capturés recevait une étiquette portant la date et l'heure exacte du ramassage. On prenait la précaution d'anesthésier avec une quantité minimum d'éther acétique et d'éviter un contact direct entre le liquide et les insectes. L'examen aux ultraviolets avait lieu aussitôt après.

Ce procédé permettait de mesurer le temps de parcours des insectes d'un col à l'autre avec une précision relativement bonne pour les plus rapides. Pour des raisons matérielles évidentes, il n'était pas possible de maintenir la cadence d'un relevé toutes les trois minutes d'une manière permanente. D'ailleurs la mesure précise du temps de parcours offre d'autant moins d'intérêt que celui-ci est plus long. L'ensemble de ces opérations de marquage et de lâcher, suivie de recaptures échelonnées, étaient en principe répétées deux fois par jour pour les insectes diurnes et deux fois par nuit pour les nocturnes. Parfois, elles ont dû être annulées ou retardées en raison des conditions météorologiques défavorables (pluie, neige). Les pièges de recapture à longue distance étaient en principe relevés tous les jours durant les mois de septembre et d'octobre.

3. LES EXPÉRIENCES DE MARQUAGE ET DE RECAPTURE

3.1 Les insectes diurnes (Syrphidae et Anthomyidae principalement)¹

3.1.1 Premier essai. 3 octobre, 16 h.

Météo : Beau. Soleil +. Nébulosité 0 à l'heure du lâcher.

		Bretolet	La Golèze
Luminosité totale en cal./cm ² cm.		210	240
Température	12 h.	11°	14°
	16 h.	10,5°	12,5°
	18 h.	8°	10°
Humidité relative	12 h.	45 %	65 %
	16 h.	45 %	65 %
	18 h.	70 %	75 %

¹ Détermination d'après SACK, 1935.

		Bretolet	La Golèze
Vent (direction et force)	12 h.	NE 2-4 m/s	N 2 m/s
	16 h.	"	N 4-5 m/s
	18 h.	"	N 3 m/s

Les captures enregistrées au col de Cou étant insuffisantes pour effectuer un essai de marquage, 3000 Diptères ont été prélevés à La Golèze parmi les nombreuses captures du 2 octobre et transportés à Bretolet dans une cage.

Le marquage en « rouge pulvérulent »¹ de ces insectes a eu lieu le lendemain à Bretolet, malgré une mortalité de plus de 50 % due aux conditions de transport. Le lâcher a eu lieu tardivement dans la journée à Bretolet, à 16 h., peu après que le vent du NE ait suffisamment faibli.

Il n'y eu que très peu de captures à partir de 16 h. à La Golèze, la zone où étaient installés les filets étant partiellement à l'ombre et le flux des insectes migrants s'étant déplacé vers les Terres Maudites (fig. 2), plus à l'est et mieux éclairées. Le vent n'était d'ailleurs pas favorable. Il n'y eu aucune recapture d'insectes marqués, parmi les 60 Diptères capturés après 16 h.

3.1.2 Deuxième essai, 4 octobre, 15 h.

Météo : Beau. Soleil légèrement voilé. Nébulosité nulle.

		Bretolet	La Golèze
Luminosité totale en cal./cm ² cm.		233	237
Température	8 h.	8°	10°
	12 h.	14°	18°
	18 h.	10°	14°
Humidité relative	8 h.	60 %	65 %
	12 h.	35 %	50 %
	18 h.	60 %	80 %
Vent (direction et force)	8 h.	NE 2-3 m/s	N 2 m/s
	12 h.	"	N 1 m/s
	18 h.	"	N 2 m/s

Environ 2000 Diptères capturés au col de Cou furent marqués en rouge et lâchés à 15 h. A La Golèze, les filets furent vidés des Syrphes capturés en matinée et en début d'après-midi, parmi lesquels on n'a trouvé aucun insecte marqué. Les relevés, échelonnés à partir de 15 h. jusqu'au crépuscule, ont permis de récolter de nombreux Diptères (Syrphides surtout), dont 3 insectes marqués au relevé de 15 h. 15 :

¹ Il s'agit d'une autre sorte de vernis luminescent qui a été préparé et essayé à Bretolet à partir d'une poudre fluorescente américaine mise en suspension dans le mélange dilutif plus alcool. Cela donnait un rouge assez différent de celui de la maison Stella pour ne pas être confondu. Ce « rouge pulvérulent », qui avait l'inconvénient de boucher trop facilement le pistolet, n'a pas été utilisé pour les essais ultérieurs.

- 1 ♀ *Cryptolucilia caesarion* Mg., bien marquée en rouge ;
 1 ♂ *Eristalomyia tenax* L., bien marqué en rouge ;
 1 ♀ *Eristalomyia tenax* L., marquée de deux points rouges.

3.1.3 Troisième essai. 5 octobre, 12 h.

Météo : Beau. Soleil. Nébulosité 0.

		Bretolet	La Golèze
Luminosité totale en cal./cm ² cm.		249	234
Température	8 h.	8°	12°
	12 h.	14°	17°
	18 h.	11°	14°
Humidité relative	8 h.	50 %	50 %
	12 h.	40 %	45 %
	18 h.	80 %	85 %
Vent (direction et force)	8 h.	NE 0-1 m/s	SW 0-1 m/s
	12 h.	SW 4-6 m/s	SW 3-4 m/s
	16 h.	SW 2-4 m/s	SW 2 m/s

1500 à 2000 Diptères furent marqués en rouge et relâchés à Cou à 12 heures. A La Golèze, il n'y avait aucun insecte marqué parmi les captures de la matinée. Les relevés échelonnés de 12 h. à 15 h. 30 permirent de récolter :

- 1 ♀ *Eristalomyia tenax* L., faiblement marquée en rouge à 12 h. 25.

3.1.4 Quatrième essai. 5 octobre, 14 h. 52.

Météo : voir 3.1.3.

1500 à 2000 Diptères marqués en jaune ont été lâchés à 14 h. 52 au col de Cou. Au total, les captures effectuées à La Golèze de 14 h. 52 au crépuscule représentaient environ 16 000 Diptères, dont un individu marqué :

- 1 ♀ *Eristalomyia tenax* L., fortement marquée en jaune, entre 15 h. 20 et 15 h. 25.

3.1.5 Cinquième essai. 6 octobre, 11 h. 06.

Météo : Beau. Soleil. Nébulosité, 0-20 % le matin ; 20-40 % l'après-midi.

		Bretolet	La Golèze
Luminosité totale en cal./cm ² cm.		231	240
Température	8 h.	8°	12°
	12 h.	14°	15°
	18 h.	10°	12°
Humidité relative	8 h.	85 %	80 %
	12 h.	60 %	65 %
	18 h.	90 %	95 %
Vent (direction et force)	8 h.	2-3 m/s	5-1 m/s
	12 h.	5-6 m/s	5-7 m/s
	18 h.	4-5 m/s	3-4 m/s

1800 à 2000 Diptères furent marqués en orangé et lâchés au col de Cou à 11 h. 06. A La Golèze, les captures de la matinée ne comportaient aucun insecte marqué, alors que les relevés échelonnés de 11 h. 06 à 15 h. s'élevaient à quelque 10 000 Diptères, dont

1 ♀ *Epistrophe balteata* DEG., marquée en orangé, entre 12 h. 30 et 13 h.

3.1.6 Sixième essai. 6 octobre, 15 h. 07.

Météo : voir 3.1.5.

A 15 h. 07, 12 000 à 15 000 Diptères marqués en orangé furent lâchés à Cou. Parmi les 7000 Diptères récoltés à La Golèze de 15 h. 07 au crépuscule, on note 7 insectes marqués en orangé :

2 ♂ et 2 ♀ *Eristalomyia tenax* L., entre 15 h. 17 et 15 h. 22 ;
3 ♀ *Epistrophe balteata* DEG., entre 15 h. 17 et 15 h. 22.

3.1.7 Septième essai. 7 octobre, 11 h. 07.

Météo : Beau. Soleil. Nébulosité, 0 le matin ; quelques cirrocumulus l'après-midi.

	Bretolet	La Golèze
Luminosité totale en cal./cm ² cm.	207	202
Température	8 h. 10° 12 h. 12,5° 18 h. 7°	11° 14° 9°
Humidité relative	8 h. 95 % 12 h. 50 % 18 h. 95 %	90 % 60 % 90 %
Vent (direction et force)	8 h. SW 3 m/s 12 h. SW 4 m/s 18 h. SW 3 m/s	S 2 m/s S 1 m/s S 1 m/s

10 000 Diptères capturés dans la soirée du 6 octobre après 15 h. et dans la matinée du 7 furent marqués en rouge et lâchés à 11 h. 17. A La Golèze, les filets furent relevés à 11 h. 17 ; ils ne contenaient aucun insecte marqué, bien que les captures fussent importantes (environ 8000 Diptères). A partir de 11 h. 17, les captures échelonnées permirent de mettre en évidence, parmi environ 5000 Diptères :

1 ♀ *Eristalomyia tenax* L., marquée en rouge, entre 11 h. 47 et 11 h. 57 ;
1 ♀ *Eristalomyia tenax* L., " " 14 h. et 14 h. 50.

3.1.8 Huitième essai. 7 octobre, 14 h. 50.

Météo : voir 3.1.7.

Quelque 20 000 Diptères se sont amassés dans les filets de Cou depuis l'essai précédent. Ils furent marqués en rouge et relâchés à

14 h. 50. A La Golèze, on a capturé environ 10 000 Diptères de 14 h. 50 à 15 h. 59, dont :

- 4 ♀ *Epistrophe balteata* DEG. ;
- 1 ♀ et 1 ♂ *Eristalomyia tenax*, L. ;
- 1 ♀ *Syrphus vitripennis* MG., marquée en rouge,
entre 15 h. 05 et 15 h. 10 ;
- 2 ♀ et 2 ♂ *Eristalomyia tenax* L., marqués en rouge,
entre 15 h. 10 et 15 h. 20 ;
- 1 ♀ *Eristalomyia tenax* L., marquée en rouge,
entre 15 h. 20 et 15 h. 50 ;
- 3 ♀ et 2 ♂ *Eristalomyia tenax* L., marqués en rouge,
entre 14 h. 50 et 15 h. 59.

3.1.9 Neuvième essai. 7 octobre, 15 h. 59.

Météo : voir 3.1.7. Le ciel s'est un peu voilé.

A 15 h. 59, 20 000 à 25 000 Diptères furent lâchés à Cou, après avoir été marqués en rouge. A La Golèze, les captures furent plus faibles après 16 h. (4000 Diptères environ) et ne comprenaient pas d'insectes marqués.

3.1.10 Dixième essai. 8 octobre, 11 h. 07.

Météo : Pas de soleil. Ciel couvert à 100 % ; le baromètre enregistre une dépression et la perturbation qui lui est liée commence à se manifester.

		Bretolet	La Golèze
Température	8 h.	8°	9°
	12 h.	7°	9°
	18 h.	2°	3°
Humidité relative	8 h.	60 %	60 %
	12 h.	100 %	95 %
	18 h.	100 %	100 %
Vent (direction et force)	8 h.	SW 4-5 m/s	S 5 m/s
	12 h.	SW 2-4 m/s	S 1-5 m/s
	18 h.	SW 6-7 m/s	S 3 m/s

Environ 2000 insectes, capturés la veille après 16 h., furent marqués en jaune et relâchés à 11 h. 07. A La Golèze, les captures étaient nulles, en raison des conditions météorologiques (pluie à 13 h.). La neige, qui tomba à partir de 20 h., nous contraignit à démonter tous les filets tant à Cou qu'à La Golèze.

3.1.11 Reprise d'insectes diurnes à longues distances.

Le col du Glandon a été visité à deux reprises :

Le 8 octobre, de 11 h. à 15 h. Les conditions météorologiques étaient très mauvaises : ciel couvert à 100 %. Pluie le matin avant 11 h. Vent du SW assez fort, de 9 à 11 m/s. Température de 8 à 10°. Une éclaircie

relative avec quelques taches de soleil s'est manifestée au moment d'arriver au col, ce qui incite les observateurs à dresser deux filets de 4 mètres. Ainsi quelques insectes sont capturés :

- 1 *Lasiopticus seleniticus* Mg. ;
- 1 *Syrphus vitripennis* Mg. ;
- 4 *Calliphora erythrocephala* Mg. ;
- 7 *Calliphora vomitoria* Mg.

Il n'y a pas d'insectes marqués. En outre, on voit quelques *Eristales* et quelques *Calliphora* voler dans la direction SW. Ainsi, malgré les conditions météorologiques bien défavorables, le col du Glandon paraît très bon pour l'observation et la capture.

Le 10 octobre, de 11 h. à 18 h. Bonnes conditions météorologiques : ciel découvert avec nébulosité de 0 à 20 %. Soleil. Vent SW de 6 à 8 m/s, un peu fort. Température de 13 à 14°. Les filets sont installés comme indiqué sous 2.6.2 (fig. 4) et 5150 insectes sont capturés dans l'après-midi. Parmi ceux-ci, 5 exemplaires sont marqués d'un point ou de deux points rouges :

- 3 *Epistrophe balteata* DEG. ;
- 1 *Syrphus vitripennis* Mg. ;
- 1 *Calliphora erythrocephala* Mg.

Le 11 octobre, le temps est beau et le vent s'est malheureusement remis à souffler du NE. Il n'y a pratiquement plus de capture et le camp est levé au début de l'après-midi.

Au col de La Lombarde (Alpes-Maritimes), aucun insecte marqué n'a été capturé.

3.2 Les insectes nocturnes (Noctuelles principalement¹)

3.2.1 Essai préliminaire.

Les Noctuelles n'ayant jamais fait, à notre connaissance, l'objet d'expériences de marquage publiées², un essai préliminaire a été effectué afin de vérifier si les insectes étaient capables de reprendre leur vol et leur orientation après avoir été capturés par un piège lumineux et marqués.

Durant la nuit du 1^{er} au 2 septembre, trois pièges lumineux capturent à Bretolet environ 3000 Noctuelles, qui sont marquées en jaune et lâchées en trois lots, selon l'horaire suivant : 22 h., 1 h., 3 h.

¹ Terminologie de BOURSIN, 1964.

² A peu près à la même époque (17-27 septembre, 11-18 octobre), mais dans un but assez différent du nôtre, M. P. ANGLADE (INRA Pont-de-la-Maye) a effectué des marquages à la rhodamine de Lépidoptères nocturnes dans les Pyrénées.

Météo :

	Bretolet	La Golèze
Nébulosité	80 %	80 %
Température	7°-8°	8°-9°
Humidité relative	70-95 %	75-95 %
Direction et force du vent	SW 3-4 m/s	S 1-2 m/s

Il n'a pas été fait de comptage horaire cette nuit-là, tous les pièges ayant été affectés au marquage.

Durant cette même nuit, 370 Noctuelles ont été capturées à La Golèze, parmi lesquelles on a repéré de nombreux insectes marqués en jaune :

Très fortement marqués :	<i>Autographa gamma</i> L.	1
	<i>Noctua pronuba</i> L.	2
Nettement marqués :	<i>Autographa gamma</i> L.	26
	<i>Noctua pronuba</i> L.	21
	<i>Euxoa epsilon</i> HFN. (<i>ypsilone</i> ROTT.)	1
	<i>Noctua fimbriata</i> SCHR. (<i>fimbria</i> L.)	1
	<i>Geometridae</i>	4
Faiblement marqués :	<i>Autographa gamma</i> L.	29
	<i>Noctua pronuba</i> L.	13
	<i>Geometridae</i>	2

Il semble que certains des insectes faiblement marqués (ne portant que un ou deux points lumineux) aient été contaminés à l'intérieur des pièges de recapture par contact avec des insectes fortement marqués. Afin d'éviter dans la mesure du possible ce type de contamination, il a été décidé de procéder dans les essais ultérieurs à des relevés échelonnés tout au long de la nuit, de telle sorte que les insectes ne s'accumulent pas dans les récipients.

3.2.2 Premier essai. Nuit du 1^{er} au 2 octobre.

Météo : Lune entre le premier quartier et la pleine lune. Ciel assez clair avec une légère brume.

	Bretolet	La Golèze
Température minimum	3°-4°	4°-5°
Humidité relative	95-100 %	90-100 %
Vent (direction et force)	NE 3-4 m/s	NE 2 m/s

Environ 1 millier de Noctuelles marquées en rouge sont lâchées à minuit précis à Bretolet. Captures à La Golèze après minuit : 10 Noctuelles, dont 5 marquées en rouge :

De 0 h. à 0 h. 45	<i>Euxoa epsilon</i>	2
De 0 h. 45 à 4 h. 15	<i>Noctua pronuba</i>	2
De 0 h. 45 à 4 h. 15	<i>Euxoa epsilon</i>	1

3.2.3 Deuxième essai. Nuit du 2 au 3 octobre.

Météo : Dans les deux stations, la nébulosité était faible, la lune à peine voilée par un léger rideau de stratus. Le vent d'abord du NE très faible (1 m/s) a tourné au SW dès 10 h. 15, en manifestant d'abord une pointe à 4 m/s, puis en se stabilisant dès 22 h. 30 vers 1 m/s.

Bretolet : Température 6°-7° Humidité relative 95-100 %
 La Golèze : » décroît de 10° à 7° » 80-100 %

250 Noctuelles sont marquées en jaune et lâchées à 23 h. Captures à La Golèze de 23 h. à 3 h. : 160 Noctuelles dont 6 marquées en jaune :

5 minutes après le lâcher	<i>Noctua pronuba</i>	2
	<i>Euxoa epsilon</i>	1
15 minutes après le lâcher	<i>Noctua pronuba</i>	2
	<i>Euxoa epsilon</i>	1

Aucun autre insecte marqué n'a été repris de 10 h. 15 à 3 h.

3.2.4 Troisième essai. Nuit du 2 au 3 octobre.

Météo : Ciel dégagé ; la lune est cachée par la montagne à La Golèze à 4 h. Vent du SW faible de 0 à 2 m/s.

Bretolet : Température 6°-7° Humidité relative 80-100 %
 La Golèze : » 9°-10° » 90-100 %

Environ 250 Noctuelles sont marquées en jaune et relâchées à 3 h. Captures à La Golèze après 3 h. : 170 Noctuelles, dont 6 marquées en jaune :

3 h. 05	<i>Euxoa epsilon</i>	1
3 h. 12	<i>Euxoa epsilon</i>	2
3 h. 30	<i>Euxoa epsilon</i>	1
3 h. 30	<i>Noctua pronuba</i>	1
3 h. 30	<i>Phlogophora meticulosa</i>	1

3.2.5 Quatrième essai. Nuit du 6 au 7 octobre.

Il n'y a pas eu d'essais pendant les nuits du 3 au 4, du 4 au 5 et du 5 au 6. Les conditions étant trop défavorables, les captures à Bretolet trop faibles (lune !).

Météo : Ciel peu nuageux, légèrement voilé, pleine lune. Vent du SW faible.

Bretolet : Température 6°-7° Humidité relative 95-100 %
 La Golèze : » 7° » 90-100 %

Environ 500 Noctuelles ont été marquées en rouge à Bretolet et relâchées à 2 h. 59. Il n'y a pas eu de reprises à La Golèze cette nuit-là, car les captures ont été très faibles.

La nuit suivante (7-8 octobre), par ciel assez clair, voilé, vent froid du SW, on a capturé 170 Noctuelles, dont 4 *Euxoa epsilon* marquées de points rouges à 23 h. et 1 *Euxoa epsilon* marqué en rouge au lever du jour.

3.2.6 Reprises de nocturnes à distance.

Durant les mois de septembre et d'octobre, les insectes récoltés chaque nuit dans les deux pièges « Changins » de Valence et le piège Williams placé à Hyères n'ont révélé aucun insecte marqué lors de l'examen aux U.V.

Le dépouillement des captures de septembre et d'octobre des pièges lumineux de Montfavet, Pertuis, Narbonne, Grau-du-Roi, Istres et Pierrelatte n'a pas permis de retrouver de Noctuelles marquées à ce jour. (Il n'y avait pas de piège lumineux au col du Glandon.)

4. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

4.1 Discussion de la méthode

4.1.1 Choix des lieux de travail.

Il faut remarquer que tous les pièges destinés à la recapture des insectes migrants étaient disposés dans un secteur sud à ouest-sud-ouest par rapport aux lieux de marquage (cols de Cou et Bretolet). En effet, ces essais n'étaient pas destinés à étudier l'orientation des vols, celle-ci étant connue, mais étudier les vitesses de vol et la proportion des reprises à de courtes distances (col de La Golèze), les possibilités de reprises à de plus grandes distances, et éventuellement de donner une idée de la dispersion des insectes.

Il faut aussi noter que les pièges lumineux situés au col de La Golèze ne pouvaient pas attirer directement les Noctuelles lâchées au Col de Bretolet ; ils en étaient invisibles, car le contrefort des Terres Maudites formait écran (voir fig. 2). Les insectes lâchés sur le versant sud-ouest de Bretolet, à environ 30-40 m. de la crête, et les lampes de Bretolet situées sur le versant suisse, à quelque 50 m. de l'autre côté de la crête, étaient éteintes au moment du lâcher. On voyait d'ailleurs nettement les Noctuelles s'envoler, pour la plupart, dans la direction sud-ouest, c'est-à-dire vers La Golèze.

4.1.2 Technique de marquage.

La technique de marquage massif par substances fluorescentes présente les avantages suivants :

a) Elle est moins coûteuse que la technique de marquage par radio-isotopes. Elle ne nécessite pas une formation spéciale des opérateurs.

b) Elle évite les risques d'accumulation de substances radio-actives sur le pâturage de montagne où l'on effectue des marquages répétés.

c) Elle présente une grande simplicité de manutention : le maniement du pistolet pour marquer exige un petit tour de main qui s'acquiert rapidement ; il convient de ne pas trop approcher l'appareil des insectes (pas à moins d'un mètre) et de le déplacer assez rapidement d'une partie à l'autre du filet, de manière à ne pas surcharger ceux-ci. Les insectes trop fortement marqués (qui ne partent pas) et les insectes non marqués (qui ont échappé au jet du colorant) ne constituent qu'une petite fraction.

d) Elle est peu毒ique pour les insectes. NIELSEN (1961) marquait des papillons blancs (*Ascia monuste* L.) avec une solution alcoolique de violet méthyle, d'éosine ou de rhodamine et ne constatait que 1 % de perte. Quant au colorant utilisé dans nos essais, il est déposé sur la surface de l'insecte sous forme d'enduit pulvérulent après l'évaporation du solvant. On pouvait penser que les insectes seraient gênés par ce dépôt. Or, des Noctuelles dont les yeux et les antennes étaient en partie recouverts par le colorant ont été repris à La Golèze (3,0 km.) cinq à dix minutes après le lâcher. Il ne semble pas qu'elles aient été perturbées dans leur orientation NE.-SW.

L'influence du colorant peut-elle se faire sentir au bout d'un temps plus long ? Nous n'avons pas encore de données à ce sujet pour les Noctuelles et nous envisageons de faire des expériences en laboratoire. Notons toutefois que de tels essais ont déjà été faits il y a quelques années au Stations fédérales de recherches agronomiques par MURBACH et MATHYS¹ (communication verbale) : des mouches domestiques marquées par des couleurs fluorescentes ont été conservées en élevage avec des mouches témoins non marquées. Elles n'ont été affectées ni dans leur vol, ni dans leur longévité. En résumé, la toxicité du produit paraît sans effet sur le comportement des Lépidoptères et des Syrphides. Le solvant s'évapore très rapidement et ne semble pas, non plus, avoir une action sensible.

e) Elle permet de varier les couleurs dans le cas de marquages consécutifs et de préciser l'origine des reprises dans le temps.

f) Enfin, le repérage des individus marqués est très facile, et l'on peut les séparer, les identifier et les compter plus rapidement que par l'emploi des traceurs radio-actifs.

Nous avons eu quelque difficulté à connaître le nombre des insectes capturés en vue de marquage et nous avons dû nous limiter à des évaluations. On peut néanmoins constater une proportion relativement constante entre l'importance des lâchers et le nombre des reprises.

¹ Voir note infrapaginale, p. 142.

Au cours de la rédaction de ce travail, il nous est apparu que l'on pourra, lors de futurs essais, connaître facilement le poids des Noctuelles en pesant la cage de capture avant et après le lâcher à l'aide d'un dynamomètre (pour les Syrphides, on pourrait compter les captures sur un front de 4 m., en disposant un filet triangulaire à proximité des appareils de capture, ou encore à l'aide d'un système d'échantillonnage et de pesées.)

4.1.3 Précautions à prendre, risque de contamination.

Les colorants utilisés sont solubles dans l'éther acétique que l'on emploie pour l'anesthésie. C'est un inconvénient qui peut être surmonté en utilisant le minimum de ce produit pour endormir les masses d'insectes capturés dans la station de reprise. Il est important en particulier d'éviter tout contact direct avec les insectes, ce qui aurait pour effet de dissoudre le colorant et de perdre des individus marqués. Malgré cela, il n'est pas exclu que l'agitation des insectes dans les pièges et les récipients ne fasse passer par frottement répété le colorant déposé sur des insectes fortement marqués à des insectes non marqués. Cela a dû se produire lors de l'essai préliminaire 3.2.1 (Noctuelles). Cet accident paraît moins probable lors de la reprise des Syrphides. Cet inconvénient ne compromet pas le résultat qualitatif d'une expérience, mais il fausse le résultat quantitatif en augmentant arbitrairement le nombre des insectes repris. On élimine en grande partie ce risque en échelonnant les relevés et en isolant les insectes par petits lots, comme cela a été fait à La Golèze. Par ailleurs, les insectes contaminés ne peuvent être confondus qu'avec des insectes faiblement marqués et nous en tenons compte pour l'interprétation des résultats. Pour les insectes bien marqués, aucune confusion n'est possible.

Tout le matériel utilisé dans la station de reprise doit être rigoureusement propre, pour éviter des erreurs dues à la contamination. Les filets destinés à la reprise doivent être neufs et ne pas avoir servi à un marquage précédent. S'il y a des traces de colorants sur les parois du piège, les insectes, qui s'y capturent en masse, peuvent, en allant et venant sur les parois de tissus, prendre des particules de colorant qui se fixent sur leur corps. Dans ce cas, il est clair que les expériences sont sans valeur. Le problème ne s'est pas posé à La Golèze, les appareils utilisés n'ayant jamais servi au marquage. De même, les mains et les habits des opérateurs doivent être propres, ce qui est facile à contrôler avec la lampe de Wood. Il est bon de vérifier aussi de la même manière les installations en plein air (filets, pièges lumineux, etc.).

Si des opérateurs viennent à passer de la station de marquage à celle de reprise, ils doivent se nettoyer très soigneusement, éventuellement changer d'habits. Des particules de colorant se fixent pendant le marquage sur la laine des pullovers ou sur les imperméables et y restent plusieurs jours. Là aussi un contrôle à la lampe de Wood est indispensable.

4.2 Discussion des résultats

4.2.1 Insectes diurnes

4.2.1.1 Proportion des reprises par rapport aux individus marqués.

Les 32 reprises de La Golèze proviennent d'un lâcher total évalué entre 48 000 et 53 000 insectes marqués à Cou, c'est-à-dire qu'il y a eu en moyenne une reprise pour 1500 insectes marqués (0,65 %). Au total, les captures faites à La Golèze peuvent être évaluées à 60 000 Diptères durant les marquages.

En 1964, la proportion des reprises avait été plus forte : 17 reprises sur environ 8000 insectes marqués signifiaient approximativement 1 reprise sur 470 insectes marqués, c'est-à-dire trois fois plus alors qu'au total on avait capturé seulement 10 000 insectes à La Golèze. Comme il n'y a eu qu'un seul essai en 1964, il est difficile d'en tirer des conclusions. Toutefois, cette différence, qui demande à être vérifiée par de nouveaux essais à Bretolet, pourrait s'expliquer de la manière suivante : Les Diptères qui passent par Bretolet sont en quelque sorte guidés par le contrefort des Terres Maudites (fig. 2) sur La Golèze et passeraient pour la plus grande partie par La Golèze avec une dispersion relativement faible. Au contraire, ceux qui passent par Cou (bien que plus nombreux) se disperseraient davantage une fois arrivés sur le versant français selon un angle plus ouvert et une proportion plus faible d'entre eux passeraient par La Golèze ; les autres descendraient sur Morzine pour continuer ensuite par le col des Gets ou encore passeraient par-dessus les crêtes qui se trouvent entre La Golèze et le col des Gets. Cette hypothèse suggère d'entreprendre des observations en éventail qui permettraient de la confirmer ou de l'inflimer.

4.2.1.2 Proportions relatives des espèces reprises.

Comme on pouvait s'y attendre ce sont les espèces migratrices les plus importantes en nombre qui ont été reprises. Il suffit pour le montrer de comparer les comptages faits à Bretolet pendant la période du 2 au 7 octobre avec les reprises de La Golèze.

	Captures de Bretolet du 2 au 7 octobre (filet triangulaire de 4 m., servant de témoin)			Reprises d'insectes marqués à Cou au col de La Golèze		
<i>Eristalomya tenax</i> . . .	6130	74,2 %	22	68,8 %		
<i>Epistrophe balteata</i> . . .	885	10,7 %	8	25,0 %	93,8 %	
<i>Syrphus vitripennis</i> . . .	34		1	3,1 %		
<i>Cryptolucilia caesarion</i>	44		1	3,1 %		%
Autres espèces	1173	15,1 %	—		6,2 %	
Total	8266	100 %	32		100 %	

4.2.1.3 Vitesses de parcours.

Les mesures de temps ont été faites avec autant de précision que possible, le risque d'erreur n'excédant pas une minute. Le tableau suivant donne, pour chaque essai les temps de parcours des insectes qui ont été repris :

Essai et date	Heure du lâcher à Cou	Couleur	Vent	Heure de reprise à La Golèze	Espèces	Temps de parcours
1. 3.X 16 h.		rouge pulv.	NE	pas de reprises		
2. 4.X 15 h.		rouge	NE	15 h. 12-15 h. 15	2 <i>tenax</i> 1 <i>caesarion</i>	12'-15'
3. 5.X 12 h.		rouge	NE	12 h. 30-12 h. 25	1 <i>tenax</i>	20'-25'
4. 5.X 14 h. 52		jaune	SW	15 h. 20-15 h. 25	1 <i>tenax</i>	28'-33'
5. 6.X 11 h. 06		orangé	SW	12 h. 30-13 h.	1 <i>balteata</i>	1 h. 24'-1 h. 54'
6. 6.X 15 h. 07		orangé	SW	15 h. 17-15 h. 22	3 <i>balteata</i> 4 <i>tenax</i>	10'-15'
7. 7.X 11 h. 17		rouge	SW	11 h. 47-11 h. 57 14 h. 00-14 h. 50	1 <i>tenax</i> 1 <i>tenax</i>	30'-40'
8. 7.X 14 h. 50		rouge	SW	15 h. 05-15 h. 10 15 h. 10-15 h. 20 15 h. 20-15 h. 50 14 h. 55-15 h. 59	4 <i>balteata</i> 1 <i>tenax</i> 1 <i>vitripennis</i> 4 <i>tenax</i> 1 <i>tenax</i> 5 <i>tenax</i>	2 h. 43'-3 h. 33' 15'-20' 20'-30' 30'-60' 5'-69'

Ce tableau permet les commentaires suivants :

— Les temps les plus courts sont voisins du quart d'heure et correspondent à des vitesses de l'ordre de 12 à 18 km/h, ce qui permet d'admettre un vol ininterrompu de Cou à La Golèze.

— Il n'y a pas eu de reprises plus de trois heures et demi après le lâcher. Il apparaît ainsi que la dispersion dans le temps serait relativement faible lors des essais à courte distance : les lâchers à Cou constituerait des « nuages » qui passeraient dans un temps assez court à La Golèze.

— Les insectes marqués à un essai ont pratiquement tous passé avant l'essai suivant. Ceci a été mis en évidence en changeant la couleur d'un essai à l'autre au début des expériences. Toutefois, les essais 7 et 8 du 7 octobre ayant été faits avec la même couleur, il est possible que quelques insectes repris après l'essai 8 dans l'après-midi puissent provenir de l'essai 7 au matin.

4.2.1.4 Reprises à longue distance (Glandon).

Nous avons vu (3.1.11) que 5 insectes ont été repris au col du Glandon. Ils étaient tous marqués en rouge, quoique faiblement par un ou deux points. Ils provenaient le plus probablement des marquages du 7 octobre (essais 7 et 8), jour du plus grand passage, où près de 35 000 insectes ont été marqués en rouge.

On ne peut pas préciser leur « vitesse de croisière », parce qu'ils ont été stoppés le 8 octobre par une perturbation et une partie du

lendemain par le vent du NE. La plus grande partie du parcours a dû être réalisée le 7 dans l'après-midi ou le 10 dans la matinée. Théoriquement, par les vitesses horaires déjà connues, on pourrait admettre, dans la mesure où il sont capables d'un vol ininterrompu sur plus de 100 km., que six à douze heures leur permettaient de passer de Cou-Bretolet au Glandon.

Tout ce que l'on peut dire actuellement est que les Syrphides et peut-être des Tachinaires sont capables de se trouver 111 km. plus au sud-ouest après trois jours. Il subsiste un doute concernant le nombre des diptères recapturés, car il n'y a pas eu de récolte échalonnée au Glandon, ces insectes sont faiblement marqués et peuvent avoir été « contaminés » par un seul individu marqué. Il sera intéressant de reprendre les essais d'observation et de reprise au col du Glandon en disposant d'une plus grande quantité de matériel marqué.

4.2.2 Insectes nocturnes

4.2.2.1 Proportion des reprises par rapport aux insectes marqués.

Le pourcentage des reprises par rapport au nombre approximatif des insectes marqués est nettement supérieur à celui constaté chez les Diptères.

Essai préliminaire (y compris faiblement marqués) . . .	3,3 %
Essai 1	0,5 %
Essai 2	2,4 %
Essai 3	2,4 %
Essai 4	1,0 %

On constate que la moyenne des reprises se situe autour de 2 % (1,92). Les essais 1 et 4 donnent une valeur inférieure à la moyenne, sans doute parce que le nombre total des captures à La Golèze a été très faible dans les heures suivant le marquage. L'essai préliminaire donne peut être une valeur trop élevée parce qu'il a été tenu compte des individus faiblement marqués qui ont été peut être contaminés dans les flacons récepteurs. Les essais 2 et 3 donnent des valeurs identiques qui sont probablement, jusqu'à plus ample information, les plus valables. Nous ne savons pas encore dans quelle mesure les conditions météorologiques peuvent influencer le rendement de la reprise. On peut expliquer le rendement plus élevé de la reprise nocturne par le fait que les pièges lumineux sont attractifs et captent les Noctuelles sur un front plus large que les filets, qui ne font qu'intercepter les Syrphides sur un front de 28 m. au total (pour La Golèze).

4.2.2.2 Proportions relatives des espèces marquées et reprises.

La diversité des Lépidoptères nocturnes n'est pas très grande en montagne à partir du mois de septembre et va en diminuant de plus en plus vers la fin de la saison. Les Noctuelles dominent et constituent

le 97 % des captures. Les Noctuelles migratrices en constituent la plus grande partie et ce qui peut être considéré comme la « faune locale » un très petit pourcentage seulement. Les Géométrides, qui volent encore en septembre, ont pratiquement disparu en octobre.

Les reprises des Noctuelles migratrices sont, grossièrement, proportionnelles à l'abondance des espèces prises dans le piège lumineux de Bretolet destiné aux opérations de comptage :

Période du 3 au 6.IX à Bretolet	Reprises de l'essai préliminaire (100 reprises) à La Golèze
<i>Autographa gamma</i>	64,2 % 56 %
<i>Noctua pronuba</i>	14,5 % 36 %
<i>Euxoa epsilon</i>	8,5 % 1 %
Autres espèces	12,8 % 7 %

Période du 25.IX au 18.X	Reprises des essais 1, 2, 3, 4 (22 ex.)
<i>Euxoa epsilon</i>	14 exemplaires . . . 63,6 %
<i>Noctua pronuba</i>	7 " . . . 31,8 %
Autres espèces	1 exemplaire . . . 4,5 %

En octobre, *Autographa gamma* a très fortement diminué par rapport à septembre, *Noctua pronuba* aussi, mais dans une moins forte proportion, tandis que *Euxoa epsilon* augmente sensiblement et vient au premier rang.

4.2.2.3 Vitesses de parcours.

Les vitesses sont calculées en tenant compte d'un risque d'erreur n'excédant pas une minute. Les essais 2 et 3 sont les plus instructifs.

Reprises	Essai 2	Essai 3	Vitesse
5 minutes après le lâcher	3	1	30 à 36 km/h
12 " " "	—	2	15 à 36 km/h
15 " " "	3	—	12 à 15 km/h
30 " " "	—	3	6 à 12 km/h

Ainsi, il apparaît que les Noctuelles migratrices *Euxoa epsilon* et *Noctua pronuba* sont capables de voler, sur une distance de 3,6 km., à une vitesse de l'ordre de 30 à 36 km. à l'heure.

4.2.2.4 Reprises à longue distance.

Les pièges lumineux cités sous 2.1 et 3.2.6 n'ont pas repris à ce jour de Noctuelles marquées. Cela n'est pas surprenant étant donné le nombre relativement peu élevé d'insectes marqués. Il faudra réaliser des captures nocturnes considérables, de l'ordre de quelques dizaines de milliers d'exemplaires par nuit, de préférence par temps de brouillard, pour que les chances de reprise deviennent intéressantes.

4.3 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été très défavorables pour la capture diurne : si le temps a été toujours bien ensoleillé, le vent du NE soufflait régulièrement les premiers jours, ce qui a très fortement diminué le vol des Syrphides. Les seuls jours convenables ont été le 6 et le 7 octobre, mais l'abondance des Syrphides a été bien en dessous de ce que l'on avait observé la plupart des années précédentes.

Pour la capture des Noctuelles, on était au voisinage de la pleine lune et la luminosité nocturne était telle que l'on circulait facilement sans lampe de poche. On sait (WILLIAMS, 1939, 1940) que cette circonstance diminue fortement l'activité des insectes nocturnes.

Il est néanmoins encourageant de constater que des résultats positifs ont été acquis malgré ces conditions météorologiques défavorables.

5.1 RÉSUMÉ

Des essais de marquage et de reprise d'insectes migrateurs diurnes et nocturnes ont été effectués en septembre et octobre 1968 dans les Alpes, dans le but de mesurer la vitesse moyenne des insectes et de préciser les possibilités de recapture à longue distance. Le pourcentage de reprises entre les cols de Cou-Bretolet et le col de La Golèze, à 3,0 km. au sud-ouest, a été d'environ 0,65 % pour les insectes diurnes (10 essais) et 2 % pour les insectes nocturnes (5 essais). Les insectes marqués recapturés à La Golèze étaient essentiellement des insectes migrateurs :

- 32 Diptères du 1^{er} au 8 octobre, dont 22 *Eristalis tenax* et 8 *Epistrophe balteata*.
- 100 Lépidoptères nocturnes du 1^{er} au 2 septembre, dont 56 *Autographa gamma* et 36 *Noctua pronuba*.
- 22 Noctuelles du 1^{er} au 8 octobre, dont 14 *Euxoa ipsilon* et 7 *Noctua pronuba*.

La durée du trajet n'excède généralement pas 30 minutes pour les Syrphides et les Noctuelles marquées lorsque les conditions météorologiques sont favorables. Les Syrphides effectuent fréquemment le parcours en 10-15 minutes (14,4 à 21,6 km/h), les Noctuelles en 5-6 minutes (36 à 43 km/h).

Les reprises à longue distance (col du Glandon), dans des conditions météorologiques très défavorables, semblent montrer que des Diptères peuvent parcourir 111 km. vers SSW en moins de trois jours.

5.2 SUMMARY

Trials of marking and recapture of diurnal and nocturnal migratory insects have been made in the Alps in September and October 1968 for the purpose of measuring the average speed of insects and of stating precisely the possibilities of recapture at long distance. The rate of recaptures between the passes of "Cou-Bretolet" and the pass of "La Golèze",

at 3.0 km. (2 miles) to the South-West, has been of about 0.65 % for the diurnal insects (10 experiments) and 2% for the nocturnal insects (5 experiments). The marked insects retaken at "La Golèze" were essentially migratory insects :

— 32 Diptera from the 1st to the 8th of October, among which 22 *Eristalomyia tenax* and 8 *Epistrophe balteata*.

— 100 moths from the 1st to the 2nd of September, among which 56 *Autographa gamma* and 36 *Noctua pronuba*.

— 22 moths from the 1st to the 8th of October, among which 14 *Euxoa epsilon* and 7 *Noctua pronuba*.

The length of the flight does generally not exceed 30 minutes for the marked Hoverflies and moths, when the meteorological conditions are favourable. The Hoverflies frequently effect the way in 10-15 minutes (12 to 18 km./h.), the moths in 5-6 minutes (30 to 36 km./h.).

The recaptures at long distance (Col du Glandon), in very bad meteorological conditions, suggest that Diptera are able to travel 111 km. (69 miles) towards the SSW in less than three days.

6. BIBLIOGRAPHIE

- ANGLADE, P., 1969. *Premières observations de déplacements orientés de noctuelles et de Sphingides dans une haute vallée pyrénéenne par recapture d'insectes marqués* (à paraître).
- AUBERT, J., 1962. *Observations sur des migrations d'insectes au col de Bretolet (Alpes valaisannes, 1923 m.). Note préliminaire*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges., **35** : 130-138.
- 1963. *Observations sur des migrations d'insectes au col de Bretolet (Alpes valaisannes, 1923 m.). 2. Les appareils de capture*, Ibid., **36** : 303-312.
- 1964. *Observations sur des migrations d'insectes au col de Bretolet (Alpes valaisannes, 1923 m.). 3. La migration dans la Plaine du Rhône*. Ibid., **37** : 81-88.
- 1964. *L'activité entomologique de l'observatoire du col de Bretolet*. Bul. Murith., Soc. valaisanne Sci. Nat., **81** : 105-131.
- 1969. *Un appareil de capture de grandes dimensions destiné au marquage des insectes migrants*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges., **42** : 135-139.
- BAGGIOLINI, M., et STAHL, J., 1965. *Description d'un modèle de piège lumineux pour la capture d'insectes*. Ibid., **37** : 181-190.
- BOURSIN, C., 1964. *Les Noctuidae Trifinae de France et de Belgique*. Bul. Mens. Soc. Lin. Lyon, **33** : 204-240.
- CAYROL, R., 1965. *Relations existant entre les migrations et le cycle évolutif de certaines espèces de Noctuidae*. C.R. Acad. Sc. Paris, **260** : 5373-5375.
- DEMOLIN, G., 1964. *Réflexion sur le comportement des insectes nocturnes soumis à une source lumineuse attractive. Application à une nouvelle technique de piégeage*. Rev. Gen. Sci., **71** : 1-2.
- FLETCHER, T. B., 1936. *Some migrant insects*. Proc. Cooteswold Nat. Fld. Cl. Gloucester, **25** : 257-274.
- KAISSER, H., 1964. *Beobachtungen von Insektenwanderungen auf dem Bretolet-Pass. 4. Beobachtungen an Odonaten im September 1963*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges., **37** : 215-219.
- LOELIGER, R., 1947-1952. *Circulaires de Centre d'observation pour les migrations de Papillons N° 1 à 40*. Zurich. (Notes polycopierées.)

- LORITZ, J., 1948. *Sur la répartition verticale de quelques espèces de Lépidoptères dans les Alpes-Maritimes, les Hautes-Alpes et les Basses-Alpes*. Rev. franç. Lép. Paris, **11** : 384-394.
- LYON, J. P., 1965. *Influence de quelques facteurs sur l'expression du potentiel de multiplication des Syrphides aphidiphages*. Ann. Epiphyties, **16**, 4 : 397-398.
- 1967. *Déplacements et migrations chez les Syrphidae*. Ibid., **18** : 1 : 117-118.
- MEDER, O., 1926. *Über die Kennzeichnung von Weisslingen zwecks Erfassung ihrer Wanderung*. Int. Ent. Z., **19** : 325-330.
- NIELSEN, E. T., 1961. *On the habits of the migratory Butterfly Ascia monuste L.* Biol. Medd. Dan Vid. Selsk, **23** : 11, 81 pp.
- POITOUT, S., 1967. *Premières données sur les migrations de Lépidoptères Noctuidae dans la basse vallée du Rhône*. Ann. Epiphyties, **18**, I : 116-117.
- ROER, H., 1961. *Ergebnisse mehrjähriger Markierungsversuche zur Erforschung der Flug- und Wandergewohnheiten europäischer Schmetterlinge*. Zool. Anz. Leipzig, **167** : 456-463.
- SACK, P., 1935. *Syrphidae*. In Lindner : *Die Fliegen der Paläarktischen Region*, **4**, 6 : 451 pp.
- SHANNON, H. J., 1916. *Insect Migrations as related to those of Birds*. Scientific Monthly (New York), 227-240.
- URQUHART, F. A., 1941. *A proposed method of marking migrant butterflies*. Canad. Ent., **73** : 21-22.
- 1960. *The Monarch Butterfly*. Univ. Toronto Press, 361 pp.
- WILLIAMS, C. B., 1939. *An analysis of four years' captures of insects in a light trap. Part. I. General survey; sex proportions; phenology; time of flight*. Trans. R. Ent. Soc. London, **89** : 79-132.
- 1940. *An analysis of four years' captures of insects in a light trap. Part II. The effect of weather conditions on insect activity; and the estimation and forecasting of changes in the insect population*. Ibid., **90** : 227-306.
- 1958. *Insect migration*. The New Naturalist, Collins, London.

Stiftung pro Systematica Entomologica

Der Stiftungsrat hat beschlossen, den Preis für seine im Jahre 1968 publizierte Arbeit

« Psélaphides des Canaries et de Madère (Coleoptera) »

Herrn Dr. C. BESUCHET, Muséum d'Histoire naturelle, Genève, zuzuerkennen.

Die schweizerischen Berufs- und Amateur-Entomologen werden gleichzeitig darauf aufmerksam gemacht, dass die Stiftung nächstes Jahr wiederum in der Lage sein wird, eingegebene systematische Arbeiten, welche zwischen dem 1. Januar und 31. Dezember 1969 veröffentlicht werden, zu berücksichtigen.