

Comparaisons des méthodes actographiques

L'actographie est une technique souvent utilisée dans les laboratoires d'Entomologie, qu'il s'agisse de recherches pures sur le comportement et le psychisme ou de recherches utilitaires comme, par exemple, la détermination des heures favorables à des poudrages, des pulvérisations, etc. A notre connaissance, une seule étude d'ensemble a été faite [1] sur les méthodes actographiques, ce qui fait que ces dernières sont restées incroyablement primitives eu égard aux progrès effectués dans les autres branches entomologiques.

I. — DIFFÉRENTS TYPES D'ACTOGRAPHES

A. — ACTOGRAPHES « A BASCULE »

Un des premiers actographes construit fut celui de SZYMANSKI (1932) [2]. Il se compose d'une tige horizontale oscillant sur un support. A l'une des extrémités se trouve une cagette pour les insectes, ainsi qu'un petit contrepoids. L'autre bras porte un contrepoids plus volumineux et un style pouvant frotter sur un papier au noir de fumée d'un cylindre enregistreur (fig. 1). D'après M. PAVAN, le principe de cet appareil est repris dans les publications de CHOPARD (1938), KALMUS (1948) et CHAUVIN (1934). Outre le fait que les déplacements latéraux des insectes dans la cagette ne sont pas enregistrables, cet appareil présente de nombreux défauts plus généraux,

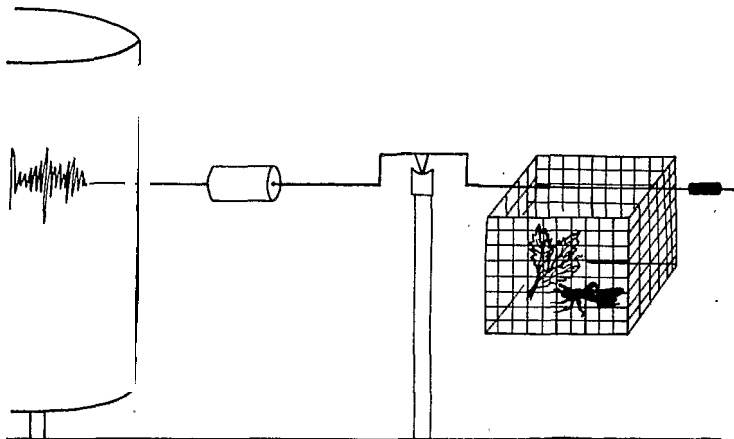


FIG. 1.

Actographe de Szymanski

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 1773 ex 1

7 NOV. 1967

dont il sera parlé au chapitre II. Aussi, CHAUVIN (1943) modifie profondément la conception de cet actographe. Il remplace la cagette cubique par un parallélépipède allongé permettant de plus amples déplacements longitudinaux.

A l'une de ses extrémités, la cage porte un style inscripteur; l'ensemble peut osciller autour d'un axe horizontal (fig. 2).

En dehors de ces considérations techniques, CHAUVIN, le premier, essaye de supprimer ou d'atténuer les facteurs perturbants du comportement [3]. Dans un premier appareil, il remplace la cagette par une galerie annulaire portant un style inscripteur et de la même façon équilibrée sur un axe horizontal (fig. 3). Ainsi peut s'éliminer ce qu'on appelle « l'effet d'angles ». Nous verrons au chapitre II que ce dispositif ne donne satisfaction que sous réserve de certaines précautions.

Dans un deuxième appareil, CHAUVIN (1943-1944) améliore la sensibilité d'enregistrement. Il utilise pour cage un tube de rhodoïd oscillant autour d'un axe vertical. Cet axe porte un miroir qui réfléchit un spot lumineux vers un papier photosensible placé sur un cylindre enregistreur (fig. 4). Cet appareil, appelé « microactographe »

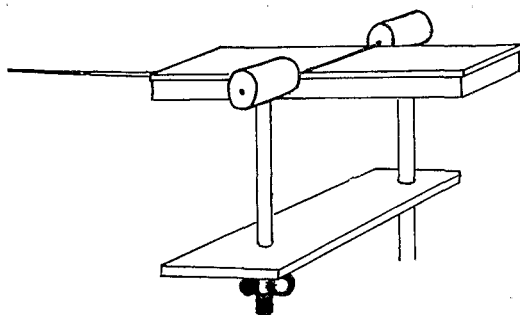
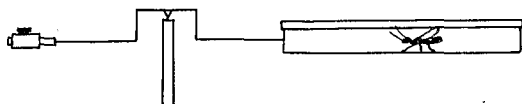


FIG. 2.
Deux modifications de Chauvin.

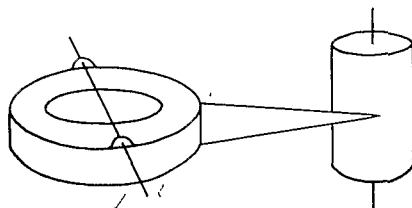


FIG. 3.
Actographe annulaire de Chauvin.

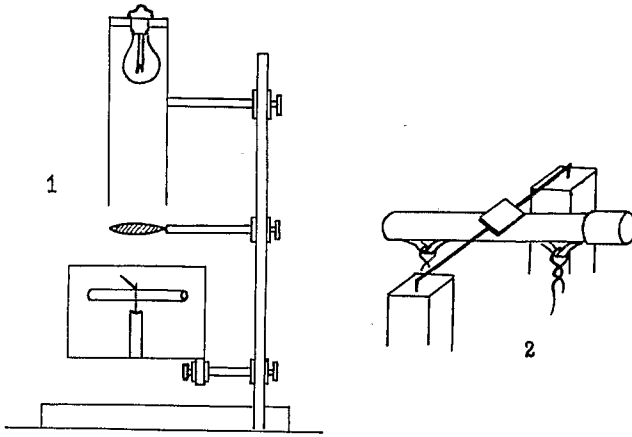


FIG. 4.
Microactographe de Chauvin.

de CHAUVIN, a pu être construit à la taille d'insectes aussi petits que les fourmis et les poux.

D'AGUILAR [4] reprend le principe de ces appareils. Son actographe se compose d'une cage allongée, de section triangulaire dont l'une des faces forme plancher. Cette cage est portée en position basse sur un axe horizontal; ce dernier repose sur deux supports, uniquement par l'intermédiaire des pointes de deux aiguilles. L'ensemble porte un style inscripteur (fig. 5).

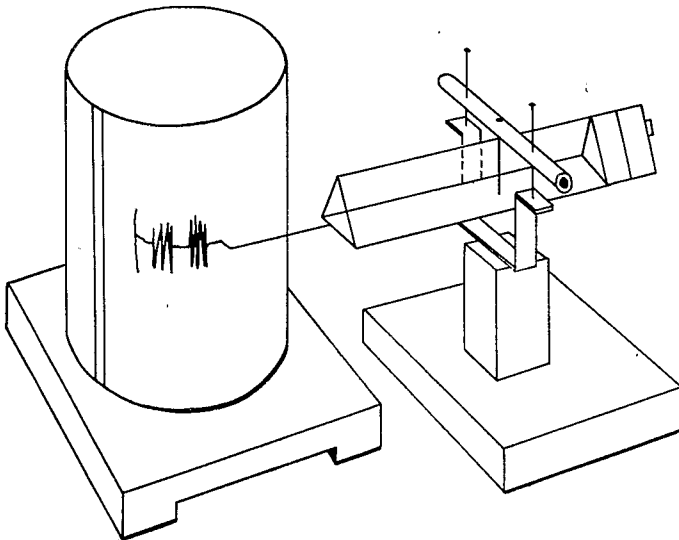


FIG. 5.
Actographe de d'Aguilar.

ROTH (1953), dans son travail sur « Les Cassides de la Patate douce en Côte d'Ivoire » (*in litt.*) utilise un appareil très semblable, simple tube de cellophane oscillant autour d'un axe horizontal et portant un crin inscripteur.

B. — ACTOGRAPHES « A TAMBOUR »

En 1934, YEAGER et SWAIN utilisent le principe d'une roue mue par les insectes en expérience. Un système de ressort de retenue s'opposant aux tractions de l'insecte, l'angle dont celui-ci parvient à faire tourner la roue, est en relation avec l'ardeur que met l'insecte à s'échapper de son incommode position (fig. 6).

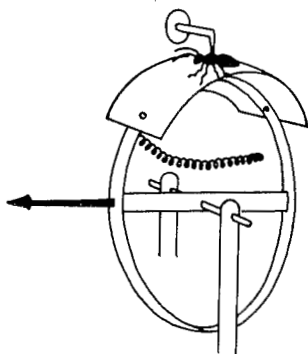


FIG. 6.
Actographe de Yeager et Swain.

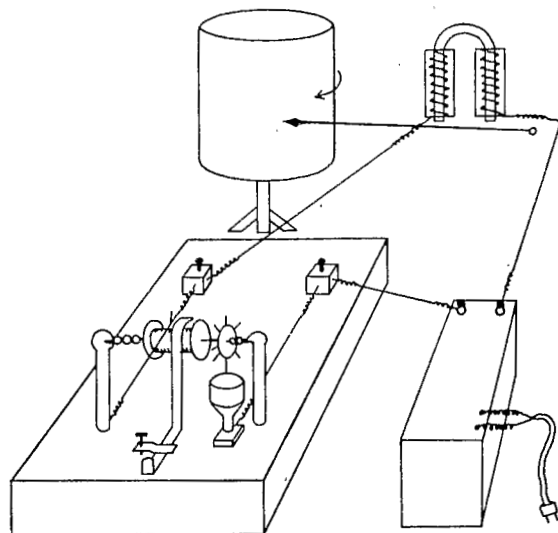


FIG. 7.
Actographe de Ghidini.

GHIDINI reprend ce principe d'un tambour mobilisable par les insectes, créant un des premiers « ergographes » (1947).

L'appareil se compose d'un cylindre axé sur un arbre horizontal tournant sur deux supports verticaux. Cet axe porte une roue également clavetée sur lui et hérissée de pointes métalliques. Lorsque l'ensemble tourne autour de son axe sous l'action d'un insecte, chaque pointe métallique de la roue vient plonger, à son tour, dans la cuve à mercure, fermant un circuit électrique qui commande un électro-enregistreur (fig. 7). Du point de vue strictement mécanique, nous pouvons déjà remarquer que « l'intensité » du graphique dépend du nombre de pointes qu'on a placé sur la circonférence de la roue contactrice.

Quant à l'insecte mis en expérience, il est maintenu de diverses façons (fig. 8) à proximité du tambour, de façon à ce que ses pattes soient en contact avec celui-ci [5].

En 1948, GHIDINI améliore l'appareil. Il conserve les mêmes principes d'enregistrement, mais remplace le tambour plein par un cylindre creux, type « cage d'écureuil » (fig. 9) [6]. Cet appareil, surtout

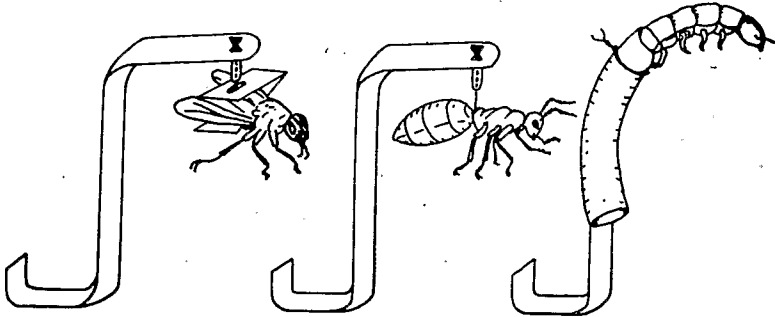


FIG. 8.
Contention des insectes avec l'actographe de Ghidini.

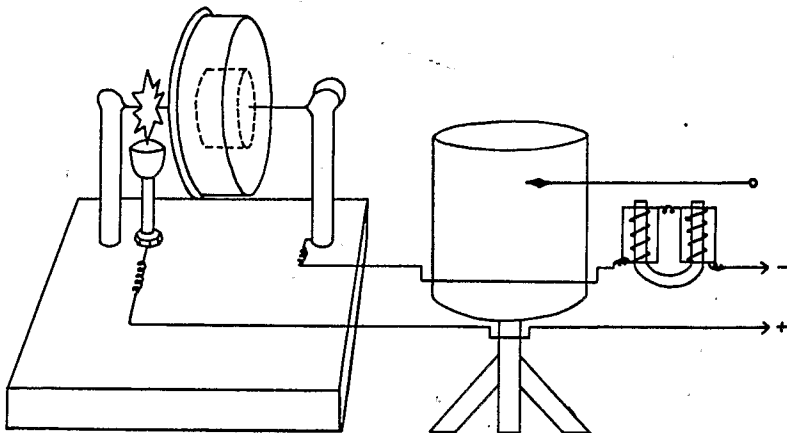


FIG. 9.
Deuxième actographe de Ghidini.

réalisé pour étudier l'effet des insecticides, est repris par PAVAN, avec quelques améliorations, dans son étude sur l'activité des *Tenebrionidae Blaps mucronata*, en rapport avec les pressions atmosphériques artificielles [7].

Ainsi la cage rotative est en matière plastique et porte elle-même les pointes métalliques contractives. Nous ne développerons pas ici tous les détails de construction de cet appareil et renvoyons le lecteur à la note de M. PAVAN [7].

C. — ACTOGRAPHES FIXES « A TRAPPE »

Dès 1932, LUTZ [8] avait reconnu les divers défauts des actographes classiques et avait réalisé un actographe fixe destiné à l'étude du rythme nycthémeral. L'appareil se compose de deux cagettes reliées par un couloir; dans ce passage se trouve un petit pont susceptible de s'abaisser sous le poids des insectes et de fermer ainsi un circuit électrique.

En 1960, M. ROTH réalise un appareil basé sur le même principe, mais très amélioré quant à l'effet d'angle.

Cet actographe se compose d'une planchette horizontale sur laquelle est fixée une galerie rectiligne en rhodoïd incolore. Au milieu de l'appareil une trappe est découpée dans le plancher et qui occupe toute la largeur du couloir offert à l'insecte (fig. 10). Cette trappe est équilibrée par un fin ressort d'acier et peut s'abaisser en fermant un circuit électrique où est inclus bien entendu un électro-enregistreur. Les dimensions de cet appareil, en particulier la longueur et surtout la largeur du couloir, sont fonctions de la taille des insectes à mettre en expérience.

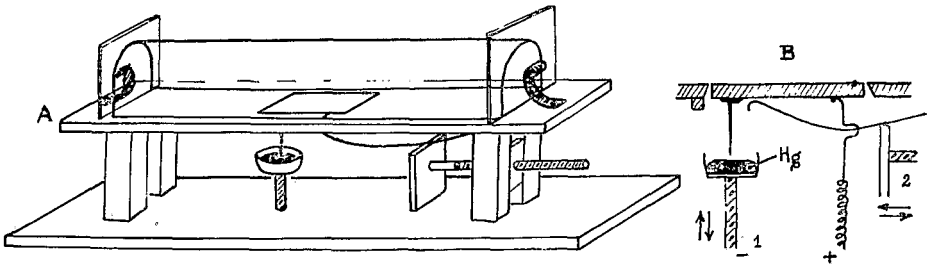


FIG. 10.
Actographe à trappe de Roth.

Un des avantages de cet appareil, par rapport à celui de LUTZ, réside dans le fait que l'insecte mis en expérience a moins tendance à rester localisé aux extrémités.

Pour essayer d'éliminer l'effet d'angle étudié par CHAUVIN (1948), M. ROTH (1960) réalise également un actographe circulaire. L'appareil se compose cette fois d'une planchette carrée supportant une galerie annulaire, et placée en un point de cette piste circulaire, d'une trappe contactrice suivant le principe des actographes couloirs à trappe ci-dessus.

D. — QUELQUES TYPES AUTRES D'ACTOGRAPHES

BRIAN (1947) a construit un actographe destiné à l'étude d'insectes rampants. Il se compose d'une barre flexible horizontale, fixée à un support par l'une de ses extrémités, tandis que l'autre porte un fil métallique pendant au-dessus d'une coupelle de mercure. Lorsque l'insecte placé sur cette barre horizontale arrive vers l'extrémité libre, celle-ci fléchit et le fil métallique vient toucher le mercure, ouvrant un passage à un courant électrique vers un enregistreur (fig. 11).

VUILLAUME (1953) a étudié le comportement des larves de *Zonocerus variegatus* (Orthop. Acridoidea) et leur propension à s'élever dès la rencontre d'un support émergeant du sol. Il utilise pour ce faire des tiges métalliques spiralées, soit horizontales, soit verticales. Ces formes de support imposent à l'insecte qui y grimpe, de devoir changer son orientation dans des plans à la fois verticaux et horizontaux, ce qui permet à l'auteur de dégager les stimulus complexes, ce que ne montrait pas un simple plan incliné [9] (fig. 12). Ces dispositifs ne sont pas tout à fait d'ailleurs, à proprement parler, des actographes.

E. — ACTOGRAPHES SPÉCIAUX

Nous classerons dans ce chapitre les appareils destinés à n'étudier qu'un point particulier du comportement des insectes.

Citons, par exemple, « l'ergographe » de P. GRISON (1957), destiné à l'étude de processus locomoteurs dissymétriques chez le doryphore [10]. Il se compose de deux tambours d'aluminium de 60 mm

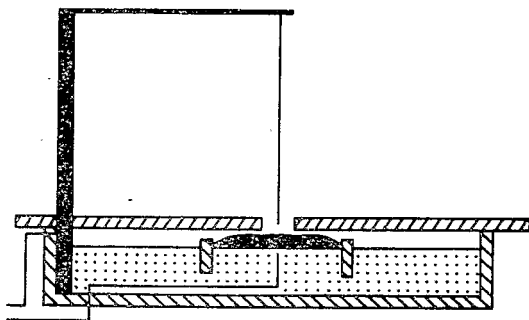


FIG. 11.
Actographe de Brian.

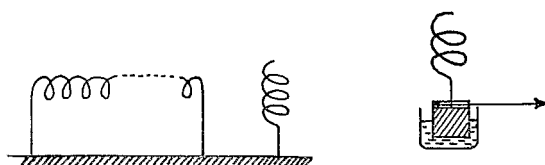


FIG. 12.
Appareils géotropiques de Vuillaume.

de diamètre sur 15 d'épaisseur, et montés dans le prolongement l'un de l'autre sur deux axes indépendants. L'animal est suspendu à une potence au contact des tambours (recouverts de papier rugueux pour favoriser l'adhérence des tarsi), ses pattes de gauche actionnant l'un, celles de droite le tambour opposé. Chacun des tambours porte des repères et leurs vitesses sont enregistrables.

On peut mesurer l'énergie développée par les trois pattes de chacun des côtés en montant une petite poulie au bout de chaque arbre, sur laquelle peut s'enrouler un fil souple soutenant un poids proportionné aux forces de l'insecte. Cet appareil a permis, entre autres, de vérifier l'existence de dissymétries notables dans l'énergie déployée par les pattes de droite et gauche, quand l'insecte reçoit un stimulus lumineux oblique par rapport à la position dans laquelle il est maintenu (fig. 13).

Citons également l'actographe de EVERLY (1929). Cet actographe est composé d'une cage de carton posée sur une balance type pèse-lettre. L'aiguille indicatrice de pesée est prolongée par un style frottant sur un cylindre enregistreur. Cet appareil est destiné à mesurer l'activité des insectes sauteurs, mais ces sortes d'insectes se déplaçant le plus souvent normalement à la marche, cet actographe ne peut servir qu'à étudier les réflexes de saut conjointement à des stimulus extérieurs [11] (fig. 14).

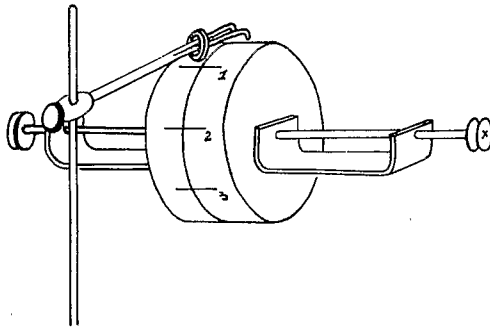


FIG. 13.
Ergographe de Grison.

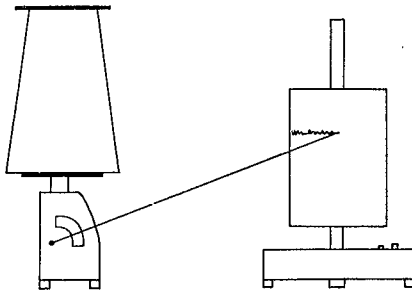


FIG. 14.
Actographe d'Everly.

F. — ACTOGRAPHES DE « SURFACE »

Le premier actographe offrant aux insectes un plateau à « explorer » est, à notre connaissance, l'actographe de PARK (1935) [12]. Il se compose d'un disque posé en équilibre sur une pointe centrale. Il porte sur ses bords des pointes verticales situées aux extrémités opposées de deux diamètres perpendiculaires. Ces pointes peuvent entrer en contact, lorsque le disque s'incline sous le poids d'un insecte, avec des contacts électriques, ouvrant le passage d'un courant électrique vers des électro-enregistreurs.

R. CHAUVIN utilise actuellement un actographe pour souris composé d'un plateau pouvant osciller autour d'un axe horizontal. Ce plateau porte une galerie grillagée annulaire où se déplacent les sujets en expérience. L'ensemble porte un style pouvant frotter sur le papier enduit de noir de fumée d'un cylindre enregistreur.

R. DARCHEN et P. B. RICHARD ont construit un actographe fixe composé d'un plateau carré, ceint d'une petite murette et couvert de sable de Fontainebleau additionné d'alumine [13].

Les blattes utilisées comme sujet expérimental peuvent y demeurer aussi longtemps qu'on le désire, car on peut les approvisionner aisément en eau et nourriture. La lecture des résultats se fait en examinant les empreintes laissées par les insectes en déplacement nocturne. Un simple choc sur le côté de l'appareil permet de rendre son intégrité à la surface granuleuse.

M. ROTH utilise, pour l'étude des blattes également, un actographe composé d'un plateau carré, ceint d'une murette, garni d'un abri, d'un abreuvoir et d'une mangeoire. Mais l'enregistrement des déplacements est automatique, par contacts électriques, les actographes sont durables. Nous décrirons cet appareil dans une prochaine note.

II. — EXPÉRIMENTATIONS SUR LES PRINCIPAUX TYPES D'ACTOGRAPHES RÉSULTATS ET DISCUSSION

Nous avons entrepris cette étude dans le but essentiel de comparer les différentes méthodes actographiques exposées ci-dessus, et d'essayer de déterminer les principaux facteurs perturbants qu'il faut éliminer. Aussi, avons-nous mis en expérimentation un seul actographe de chaque type : l'actographe type « D'AGUILAR » pour les appareils inclinables dits « à bascule », mais avec certaines améliorations; l'actographe de GHIDINI à tambour plein pour les appareils à tambour; l'actographe type « ROTH » pour les appareils fixes à trappe contactrice. Quant aux résultats obtenus avec l'actographe de surface type « ROTH », ils feront l'objet de notes ultérieures.

A. — CHOIX DU MATÉRIEL EXPÉRIMENTAL

Après avoir réalisé les différents types d'actographes ci-dessus, nous y avons testé plusieurs insectes dans le but d'en trouver un dont les rythmes d'activité soient très marqués. Nous avons été ainsi amené à choisir le *Gryllulus domesticus* femelle, le mâle ayant, lui, les déplacements répartis indépendamment du rythme nyctéméral.

Pour que le phénomène soit bien net, nous avons placé nos appareils dans des étuves à éclairage par tubes froids s'allumant et s'éteignant toutes les six heures. Nous avons pu ainsi accélérer le rythme et obtenir des résultats plus complets eu égard au temps relativement court pendant lequel il faut laisser les insectes en expériences par crainte de mortalité (excepté bien entendu avec les actographes de « surface » qui peuvent recevoir des abris, des mangeoires, etc.).

Les conditions thermo-hygométriques ont évidemment été choisies constantes.

B. — DISCUSSION DES RÉSULTATS

1° Avant d'apprécier les inconvénients ou avantages de chacun de ces types d'appareils actographiques, nous pouvons signaler quelques inconvénients fondamentaux communs à tous, excepté peut-être aux types dits « de surface ».

Le premier défaut irrémédiable est de développer ce que nous appellerons le « complexe de claustration ». Les insectes réagissent beaucoup à cette impression d'emprisonnement qui peut remplacer le comportement normal par une agitation continue. Les essais de fuite ne se ralentissent qu'au bout d'un temps diversement long, mais toujours égal ou supérieur à celui pendant lequel il est possible de laisser les insectes dans les appareils. Il nous faudra, dans l'avenir, reléguer les actographes constitués de tubes ou de petites caquettes à l'usage du premier « débroussaillage » du comportement, la partie valable de l'étude étant réalisée avec des actographes type « de surface ».

De ce complexe de claustration découle en partie l'effet d'angle vu par CHAUVIN; ce facteur perturbant peut être atténué par le principe du couloir annulaire, mais sous réserve de certaines précautions dont nous reparlerons dans l'alinéa sur ces actographes.

D'une façon plus matérielle, disons aussi qu'il nous semble anormal, alors que l'électricité nous ouvre toutes les possibilités d'enregistrement souhaitables, de trouver encore des actographes inscrivant directement leur mouvement par l'intermédiaire d'un style sur un cylindre au noir de fumée. Beaucoup d'auteurs se sont souciés de rendre excessivement sensibles les mouvements de leurs actographes en améliorant le système oscillant, ils conservent cependant l'handicap du frottement du style sur le cylindre, freinage infiniment plus important que tous les autres frottements possibles réunis.

C'est ce défaut que CHAUVIN a éliminé en 1943 dans son actographe à enregistrement lumineux, celui que nous avons également supprimé dans un actographe type D'AGUILAR, comme nous l'exposons ci-dessous.

2° Actographes à bascule.

Nous avons réalisé un actographe fait d'une planchette de 28 × 3 cm formant plancher, recouverte d'une voûte de rhodoïd. L'ensemble oscille très librement autour d'un axe horizontal; à l'une des extrémités est fixé un contact de cuivre qui peut affronter un contact semblable fixé au support et dont la hauteur est réglable. Ce contact sert donc en même temps de butée destinée à limiter la course des oscillations; du côté opposé est placée une butée semblable mais

non électri  e. Lorsque les deux contacts électriques se touchent (l'insecte étant de ce côté dans l'actographe), le courant passe d'une façon continue dans un électro-aimant qui attire un style inscripteur, celui-ci est, par exemple, en position basse. Si l'insecte passe de l'autre côté du centre de gravité de l'appareil, le contact se rompt et le style revient en position haute. Ce dispositif donne ainsi des tracés tout à fait semblables à ceux obtenus par les actographes classiques à style frottant sur papier au noir de fumée. Il nécessite l'emploi d'un électro-aimant qui puisse sans dommage supporter le passage continu du flux électrique; il a cependant le gros avantage, outre sa grande sensibilité, de permettre le remplacement du papier au noir de fumée par une feuille d'enregistrement météorologique par exemple, le style étant à son tour remplacé par une plume de thermo-enregistreur. Les actogrammes ainsi obtenus sont donc à la fois durables et étalonnés directement en temps.

Outre le complexe de claustration qui est général pour tous les appareils du type couloir ou cagette, et dont il est inutile de reparler par la suite, ces types d'appareils ont d'autres défauts très importants : l'effet d'angle et surtout l'intervention du géotropisme pour les insectes qui y sont sensibles, c'est-à-dire une grosse majorité.

Nous n'avons jamais, avec ces sortes d'appareils, obtenu des graphiques aussi nets et précis que ceux avec les actographes fixes à trappe (fig. 15 et 16). La précaution indispensable pour utiliser ces sortes d'actographes consiste donc à limiter au maximum les oscillations de l'appareil. Malgré cela, si les résultats sont meilleurs, ils sont encore loin d'être tout à fait satisfaisants (fig. 17).

3^o Actographes à tambour.

Nous avons réalisé un actographe à tambour plein, type GHIDINI; on trouvera avec la figure 18 un exemple des actogrammes obtenus. Ces résultats tout à fait inutilisables étaient à prévoir; quel autre comportement peut-on attendre d'un insecte, ainsi maintenu en contention, sinon une activité fébrile et continue, jusqu'à ce que la mort s'ensuive ? Avec le tambour creux type « cage d'écureuil », les résultats sont meilleurs, on peut cependant faire à ce propos les mêmes reproches qu'à propos d  s appareils à bascule.

Nous devons signaler que nous avons pu obtenir, avec le tambour plein, des résultats dont la qualité nous a surpris. Il suffit pour cela que l'insecte mis en expérience n'ait pas l'impression d'être maintenu. Il y a pour cela deux conditions à réaliser : a) offrir à l'insecte une surface d'appui confortable en utilisant un tambour assez large et de diamètre assez grand; b) surtout faire en sorte que l'insecte soit libre sur ce tambour, relié simplement à la potence de fixation par un fil très souple, qui lui enserre légèrement la taille et qui soit suffisamment long pour n'être pas tendu lorsque l'insecte est au repos sur la partie haute du cylindre (fig. 19).

Nous estimons, cependant, que ces sortes d'appareils sont à proscrire dans une étude générale du comportement. On peut les utiliser pour des problèmes très particuliers tels que : différence d'énergie motrice entre les pattes droites et gauches (GRISON, 1957), différence de l'activité suivant la pression atmosphérique (PAVAN, 1953), etc.

4° Actographes à trappe.

Les résultats que nous avons pu obtenir avec les actographes couloir à trappe type ROTH sont suffisamment éloquentes pour que nous n'entreprenions pas de les commenter ici (fig. 15).

Nous devons signaler néanmoins que ces appareils ne sont pas encore tout à fait satisfaisants, car ils conservent l'effet d'angle; de plus, ils ont le défaut de laisser dans leur plancher des fissures qui délimitent la trappe. Ceci suffit pour que les insectes s'acharnent à essayer de trouver là une porte de sortie à leur prison. Heureusement, cette activité relève d'un comportement moins simple que celui de certains tropismes, et cette anomalie du comportement prend place dans les périodes normales d'activité sans s'inscrire dans les périodes normales de repos, comme c'était le cas avec les actographes à bascule et à tambour. Cet inconvénient disparaît d'ailleurs complètement avec les insectes placides qui n'ont pas de réactions d'évasion lorsqu'on les enferme.

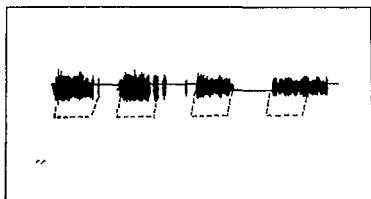


FIG. 15.

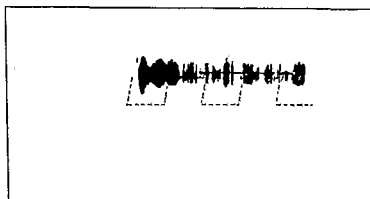


FIG. 16.

FIG. 15. — Courbe avec l'actographe de Roth (couloir à trappe).

FIG. 16. — Courbe avec l'actographe à bascule (angle maximum : 10°).

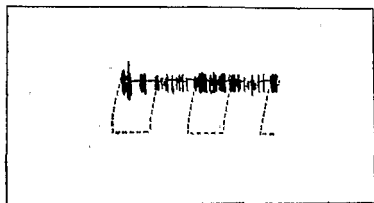


FIG. 17.

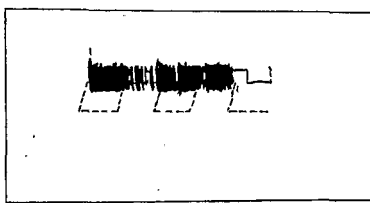


FIG. 18.

FIG. 17. — Courbe avec l'actographe à bascule (angle maximum : 2°).

FIG. 18. — Courbe avec tambour plein et attache ferme de l'insecte.

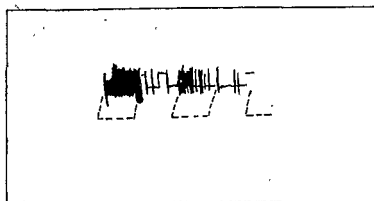


FIG. 19.

Courbe avec tambour plein et attache souple de l'insecte.

Pour éliminer l'effet d'angle, nous avons construit l'actographe fixe circulaire à trappe décrit page 6. Les résultats n'ont pas varié. Au lieu de suivre normalement le couloir annulaire qui lui est offert, l'insecte se fixe en un coin de la murette qu'il gratte furieusement pour essayer de s'échapper, comme il le fait dans les extrémités des actographes couloirs. Nous n'avons donc, de prime abord, obtenu aucune amélioration, mais nous avons pu constater que si l'on réduit la largeur du couloir pour que l'insecte y soit assez à l'étroit, les résultats sont nettement améliorés. Donc, si l'on fait un couloir large, l'insecte se fixe en un point et l'inconvénient d'effet d'angles est remplacé par un autre, mais il ne faut pas oublier que si l'on réduit le couloir, le complexe de claustration augmente.

Il nous semble donc, qu'entre tous ces appareils, ce soit l'actographe fixe, en couloir, à trappe, qui soit le plus facile à réaliser tout en donnant les résultats les plus satisfaisants.

5° *Autres types d'actographes.*

En ce qui concerne les autres types d'actographes non encore étudiés ici, nous nous contenterons de signaler l'inutilité qu'il y aurait à vouloir se servir de l'actographe type BRIAN (1947). Le défaut fondamental est le même qu'en ce qui concerne l'actographe à tambour plein de GHIDINI, la contention transforme totalement le comportement.

Nous ne parlerons pas ici des « actographes spéciaux » qui n'entrent pas dans le cadre de cette étude, ni des actographes de surface qui feront l'objet d'une prochaine note.

CONCLUSION

Au cours de cette rapide revue des actographes, nous avons vu pourquoi on peut dire que « l'actographe crée l'activité ». S'il n'est cependant jamais possible d'obtenir en laboratoire un comportement analogue à celui qui existe dans la nature, il est néanmoins possible, avec certaines précautions, d'en retrouver les données principales.

Les actographes couloir ou à cagette sont maintenant à proscrire, nous devons nous astreindre à réaliser des actographes de « surface ». Les actographes classiques peuvent être encore, cependant, utilisés pour le « débroussaillage » des études actographiques, parmi ceux-ci l'actographe couloir à trappe, type ROTH, nous a donné les meilleurs résultats.

Nous terminerons cet exposé sur la comparaison des méthodes actographiques en rappelant qu'il faut toujours, dans la mesure du possible, essayer de compléter ces études par des observations sur le terrain.

M. ROTH,

Maître de Recherches à l'O. R. S. T. O. M.

BIBLIOGRAPHIE

1. PAVAN (M.). — Ricerche sperimentali sul comportamento degli Artropodi. *Bullettino di Zoologia Agraria e Bachicoltura*, 1952, **17** (3).
2. SZYMANSKI (J. S.). — Allgemeine methodik zur vergleichenden psychologie. *Abderhalden's Handbuch*, 1932, **4**, p. 1.
3. CHAUVIN (R.). — Deux appareils pour l'étude de l'activité des petits animaux. *Bull. Soc. Zool.*, 1943, **68**, 53-56.

4. D'AGUILAR (J.). — L'activité de déplacement des imagos d'Agriotes nuisibles (col. *Elateridæ*). IX^e Congrès Entom. d'Amsterdam, 1951.
 5. GHIDINI (G. M.). — L'impiego degli « attogrammi » nel saggio biologico degli insetticidi. *Bol. Ist. Entom. Univ. Bologna*, 1947, **16**, 279-290.
 6. GHIDINI (G. M.). — Saggio biologico di insetticidi per contatto con il metodo degli attogrammi. *Bol. Ist. Entom. Univ. Bologna*, 1948, **17**, 122-129.
 7. PAVAN (M. et al.). — Ricerche sperimentali sul comportamento di artropodi, V, atografia con *Blaps mucronata* Latr. sottoposta a depressione. *Archivio zoologico italiano*, 1953, **38**.
 8. LUTZ (F. E.). — Experiments with Orthoptera concerning diurnal rythm. *Ann. Mus. Nov.*, 1932, **550**, 24.
 9. VUILLAUME (M.). — Biologie et comportement en A. O. F. de *Zonocerus variegatus*. Thèse de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, 1953.
 10. GRISON (P.). — Les facteurs du comportement de l'imago chez le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Coléop. *Chrysomelidæ*). *Bull. Biol. de France et de Belgique*, suppl. 63, 1957.
 11. EVERLY (R. T.). — Preliminary experiments of the jumping reaction of *Melanoplus differentialis* Uhler. *Ohio. Jal. Sc.*, 1929, **29**, 309-315.
 12. PARK (O.). — Studies in nocturnal ecology. III : Recording apparatus and further analysis of activity rythms. *Ecology*, 1935, **16**, p. 152.
 13. DARGHEN (R. et al.). — Quelques recherches sur le comportement explorateur « chronique » de *Blatella germanica*. *Jal. de Psychologie normale et pathologique*, 1960, **1** (1-3).
-