

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BAER W., 1920, *Die Tachinen als Schmarotze der schädlichen Insekten* (Zeitsch. angew. Ent., VI, pp. 185-246).
 BAER W., 1921, *idem.* (ibidem, VII, pp. 96-163 et pp. 349-423).
 BELANOVSKI I.D., 1951, *Tachinides de la RSS Ukraine*, I (Kiew, 191 pp.) (en russe).
 BELANOVSKI I.D., 1953, *idem*, II (240 pp.) (en russe).
 EMDEN F.I., 1954, *Handbooks for the Identification of British Insects* (Roy. ent. Soc. London, X, 4 (a), 133 pp.).
 ENDERLEIN G., 1936, *Zweiflügler, Diptera* (in BROHMER P., EHRMANN P., ULMER G., *Die Tierwelt Mitteleuropas*, Leipzig, VI, 3, 259 pp.).
 FLECK E., 1904, *Die Dipteren Rumäniens* (Bul. Soc. sci. Bucuresti, 1-2, pp. 92-116).
 LEHRER A.Z., 1957, *Contributiiuni la cunoasterea Tachinoideelor (Diptera) din Banat.* (Stud. cercet. st., Biol., st. agric., Iasi, VIII, 1, pp. 69-78).
 LUNDBECK W., 1927, *Diptera Danica*, VII. (Copenhagen, pp. 40-560).
 MRSNII L., 1944-1961, *Larvaevorinae (Tachininae)* (in LINDNER E., *Die Fliegen der palaearktischen Region*, Stuttgart, 64 g, pp. 1-704).
 MONKO A., 1957, *Phasiidae (Diptera) okolic Warszawy wraz z uwagami o niektorych ciekawszych gatunkach z innych okolic Polski.* (Fragm. Faun., Warszawa, VII, 14, pp. 353-378).
 MONKO-DRABER A., 1959, *Notes on the Polish species of the genus Weberia ROBINEAU-DESVOIDY (Diptera, Phasiidae)* (Ann. Zool., Warszawa, XVIII, 11, pp. 169-177).
 MONKO-DRABER A., 1961, *Phasiidae (Diptera) Doliny Nidy* (Fragm. Faun., Warszawa, VIII, 38, pp. 631-658).
 STEIN P., 1924, *Die verbreitetsten Tachiniden Mitteleuropas nach ihren Gattungen und Arten* (Arch. Naturg., Berlin, 90 (A), 6, 271 pp.).
 SUSTER P., 1930-1931, *Contribution à l'étude des Tachinaires en Roumanie* (Ann. Sci. Univ. Jassy, XVI, pp. 57-249).
 SUSTER P., 1932, *Distribution géographique des Tachinaires en Roumanie* (Bull. sc. Sci. Acad. Roum., 9/10, pp. 199-234).
 SUSTER P., 1939, *Über die Raupenfliegen (Tachiniden) Rumäniens* (VII. Intern. Kongress Ent., Berlin, pp. 413-431).
 THALHAMMER J., 1918, *Fauna Regni Hungariae* (Budapest).
 TUXEN S.L., 1956, *Taxonomist's Glossary of Genitalia in Insects* (Copenhagen, 284 pp.).
 ZIMIN L.S., 1957, *Revision de la sous-tribu Ernestiina (Diptera, Larvaevoridae) de la faune paléarctique* (Rev. Ent. URSS, XXXVI, 2, pp. 501-537) (en russe).

MICROCLIMATS ENTOMOLOGIQUES

par R. BRENY *

Les milieux dans lesquels évoluent les espèces entomologiques sont certes de physionomie très différentes mais, quels que soient les endroits considérés, il existe un groupe de facteurs propres à l'environnement qui impressionnent l'animal à un très haut degré ; il s'agit d'actions de caractère strictement météorologique et plus particulièrement d'effets de température, d'humidité, de lumière, de vent, etc...

Le climat est continuellement présent et toujours agissant, même quand on envisage des espèces non exposées à son action directe ; les conditions de température et d'humidité dans le sol, dans un tronc d'arbre ou dans tous autres habitats sont étroitement dépendantes de l'intensité des radiations calorifiques solaires, de la somme des précipitations atmosphériques, du pouvoir d'évaporation de l'air, etc. ; en fait, de chaque composante que signifie implicitement le terme climat.

La plupart des écologistes adoptent le concept de l'écosystème qui, selon SOLOMON (26), traduit l'ensemble des interactions et interrelations entre les facteurs biotiques et abiotiques de l'environnement. Il est évident qu'en pratique, aucun facteur ou même groupe de facteurs ne peut être isolé du complexe pour lui accorder une importance propre, prépondérante et indépendante ; les actions y sont toutes à la fois, directes, indirectes et réciproques.

En ces dernières années, on s'est surtout préoccupé de biologie, de physiologie des insectes et d'influence des facteurs biotiques sur l'espèce ou groupe d'espèces observées dans leur milieu. Mais, l'influence de la physique de l'environnement sur la population animale a été souvent ignorée et parfois peut-être, volontairement perdue de vue. Fort heureusement, la règle n'est pas générale et

* Allocution présidentielle prononcée à l'assemblée générale du 13 janvier 1963.

tout spécialement, les travaux de WELLINGTON et de ses collègues (29) (30) (31) (32) (33) (34) ont le grand mérite d'avoir rappelé l'impérieuse nécessité d'une meilleure connaissance des facteurs abiotiques de l'environnement et tout spécialement de ceux des microclimats. Si nous voulons pleinement comprendre le développement, la distribution et l'abondance des espèces entomologiques, il est indispensable d'analyser le milieu où l'insecte se trouve, c'est-à-dire, son microhabitat ou bien encore son microenvironnement.

Mais, avant de porter notre attention sur quelques réactions particulières des insectes aux agents atmosphériques, il est nécessaire, avec SMITH (25) de parler de terminologie et de préciser la signification du mot microenvironnement.

Par ce terme, il faut entendre le milieu restreint et immédiat au sein duquel l'animal se trouve au moment de l'observation. Il est bien évident que le microenvironnement peut se caractériser par l'action des divers facteurs biotiques et abiotiques habituels, exactement comme cela se présente dans les « grands » environnements.

Selon la conception de SMITH, c'est-à-dire celle des entomologistes, le préfixe « micro » est judicieux car il est employé en considérant implicitement la nature de l'habitat, forcément restreint, qu'est celui d'organismes de petite taille comme les insectes; en ce qui concerne leur développement, ces animaux sont en effet, inféodés à des « ambiances » de faibles dimensions. C'est pourquoi, nous devons voir une différence dans la signification du terme microclimat suivant que le vocable est utilisé par un météorologiste, un géographe ou un entomologiste-écologiste; c'est évidemment à ce dernier point de vue que nous nous plaçons; le sens adopté par les météorologistes est celui que nous suggère sans équivoque le mot « macroclimat » et que nous opposerons dès lors immédiatement à « microclimat ».

Cependant, le météorologiste lui aussi parle de microclimat; il le fait par exemple, lorsqu'il considère des surfaces — petites suivant sa conception — qui ont peut-être 3 ou 4 km²; dans cet ordre d'idée, il parlera de l'influence urbaine, de la topographie des terrains, de la proximité de lacs, de la nature du sol, de zones couvertes de neige, etc.; pour lui, il s'agit de variations climatiques dites locales que d'aucuns désignent par des expressions telles que :topoclimat, mésoclimat, climat local, etc.

C'est dans une conception moins large que GEIGER (13) limite ses considérations aux variations climatiques au voisinage immédiat du sol, c'est-à-dire dans cette couche d'air comprise en quelque sorte entre la surface du terrain et la hauteur classique à laquelle sont placés les instruments standards adoptés par les météorologistes. La zone ainsi définie suggère à SMITH (25) d'étendre la définition du microclimat à ce qu'il appelle le « climat des plantes » (plant climate) et ainsi à rejoindre la pensée d'UVAROV (28) lorsque ce dernier, en 1935 déjà, parlait d'écoclimat.

Cette dernière conception fait apparaître en réalité, un second type de microclimat :celui de la zone définie par la hauteur et la densité de la végétation qui peuple un milieu considéré.

Un très grand nombre d'entomologistes et certains écologistes se sentiront probablement plus attirés vers des milieux d'importance plus limitée encore que ceux dont il vient d'être question. Certes, les conditions climatiques existant sous une écorce d'arbre, dans un nid de fourmis ou de taupe, dans une galerie larvaire souterraine ou parmi les étamines d'une fleur sont celles d'un habitat extrêmement restreint par ses dimensions mais où, cependant, bien de nos collègues aimeront à rencontrer l'insecte en pleine activité. Il s'agira donc, dans ce cas, de l'environnement de microhabitats qui — puisque l'animal y est actif — doit être défini pour pouvoir connaître son influence sur l'insecte. Dès lors, si GEIGER parlait de « plant climate », ici, SMITH, en entomologiste, parlera d'« insect climate ».

Le macroclimat habituellement considéré par les météorologistes est donc, par analogie avec les deux expressions utilisées ci-dessus, un « human climate », c'est-à-dire ce vaste climat qui impressionne l'homme en tous endroits où celui-ci déploie son activité. On conçoit aisément que ce climat est d'un faible intérêt pour nous, lorsque nous réclamons des informations sur les variations atmosphériques des milieux restreints, occupés par les plantes et les animaux. Par ailleurs, il n'est pas inutile peut être de se rappeler que le macroclimat est défini par des types d'instruments, placés de façon standard en des endroits choisis c'est-à-dire sous des conditions précisées par des conventions internationales; le climat d'un abri météorologique, placé à 1,50 m. au-dessus du sol est bien particulier et il s'éloigne considérablement, par définition pourrait-on dire, du macroclimat habituel qui environne une plante ou un animal.

Il est cependant certain que les renseignements fournis par les bureaux climatologiques ne sont pas inutiles à l'entomologiste ; au contraire, ils permettent certaines comparaisons, fort importantes biologiquement, parfois même indispensables, lorsque l'on veut définir par exemple des aires géographiques de dispersion et d'abondance des espèces. A ce point de vue, les écobiologistes font l'examen attentif des variations chronologiques du climat et tout spécialement de la périodicité des actions extrêmes de certains facteurs comme celles des précipitations, de la température, du vent, etc... Beaucoup de travaux bioclimatiques importants et de très grande valeur ont été réalisés, surtout en entomologie appliquée, par application de cette technique de travail. C'est ainsi qu'en Europe centrale, ZEDERBAUER (38) fit l'étude en 1911 déjà, de la biologie de *Lymantria monacha* L.; et il conclut notamment : 1. — que les régions où les fortes multiplications sont à craindre sont définies par la courbe isothermique de 16°C. en juillet, 2. — que les épidémies sont les plus fortes dans les régions où les précipitations atmosphériques annuelles sont comprises entre 400 et 600 mm ; viennent ensuite celles de 600 à 700 mm et 3. — que les peuplements forestiers n'ont jamais à souffrir de l'insecte lorsque l'eau tombée annuellement atteint une hauteur de 1.000 mm ou plus. Si on applique ces données à la Belgique par l'emploi de l'excellente esquisse climatographique faite par PONCELET et MARTIN (22) en 1947, on délimite une zone de notre Campine limbourgeoise au sujet de laquelle les documents de l'Administration belge des Eaux et Forêts nous disent que les épidémies de nonne ne se sont jamais produites chez nous qu'en cette seule contrée (BRENY-5). Citons encore comme autre exemple, les études faites par CHODJAI (10) sur *Tortrix viridana* L. Il existe une relation certaine entre les multiplications épidémiques de la tordeuse du chêne et les conditions climatiques d'une région. Le début des « gradations » se caractérise toujours par une année chaude et sèche ; c'est ainsi que les contrées les plus sensibles aux attaques sont celles où, aux mois d'avril, mai, juin et juillet, il y a peu de précipitations et une température assez élevée. Pour le centre de l'Europe, par exemple, ces régions sont définies par une température moyenne d'avril-mai de 11-12°C et une précipitation moyenne, pour la même période, de 70-80 mm ; des températures de 13-15°C accompagnées de pluies de 120-200 mm ou

encore de 90-120 mm ne donnent jamais lieu à des multiplications massives de la tordeuse.

La littérature rapporte bon nombre de travaux semblables à ceux qui viennent d'être pris en exemple et les études bioclimatologiques se poursuivent actuellement sur des bases de plus en plus intensives.

Il ne faut pas oublier que tous les travaux de ce genre ont toujours comme premier objectif la découverte des relations existant entre le cycle évolutif de l'organisme et le microclimat, et non, l'étude du climat sans relation avec l'habitat. Ces relations doivent aboutir essentiellement à la découverte de ce que nous pouvons appeler le ou les « stades de sensibilité » climatologiques de l'insecte, c'est-à-dire les phases de développement dont les interrelations avec les facteurs météorologiques aboutissent aux divers degrés de prospérité ou de misère constatés chez les individus observés. Ces données étant acquises et seulement alors, le bio-écologiste s'intéresse au climat de toutes les régions où l'organisme considéré peut être rencontré. C'est seulement à ce moment que les institutions météorologiques nationales et internationales peuvent être consultées utilement. Celles-ci s'orientent fort heureusement de plus en plus vers les études des variations climatologiques dans le temps et l'analyse de la périodicité de phénomènes tels que la pluie, la température, le vent, la lumière, etc... Des renseignements fort intéressants peuvent donc être récoltés auprès de ces institutions. Mais il faut cependant insister fortement sur le fait que la connaissance d'un macroclimat a relativement peu de signification pour un écoentomologiste si celui-ci n'a pas la possibilité de comparer le microclimat des insectes à celui des abris standards qui permettent par la synthèse des relevés successifs, de définir les macroclimats. On constate actuellement que dans la plupart des cas, les chercheurs doivent encore faire des observations spéciales et détaillées, complémentaires aux renseignements fournis par les météorologistes. Comme le spécifiaient en leurs journées internationales de 1960, les membres de la section : « Avertissements agricoles et planification des traitements » de la Commission européenne phytosanitaire (C.E.P.) (71), on doit se réjouir des progrès réalisés en météorologie au cours de ces dernières années et de ce fait, des perspectives nouvelles liées au développement des procédés d'investigation modernes. Cette heu-

Il est cependant certain que les renseignements fournis par les bureaux climatologiques ne sont pas inutiles à l'entomologiste ; au contraire, ils permettent certaines comparaisons, fort importantes biologiquement, parfois même indispensables, lorsque l'on veut définir par exemple des aires géographiques de dispersion et d'abondance des espèces. A ce point de vue, les écobiologistes font l'examen attentif des variations chronologiques du climat et tout spécialement de la périodicité des actions extrêmes de certains facteurs comme celles des précipitations, de la température, du vent, etc... Beaucoup de travaux bioclimatiques importants et de très grande valeur ont été réalisés, surtout en entomologie appliquée, par application de cette technique de travail. C'est ainsi qu'en Europe centrale, ZEDERBAUER (38) fit l'étude en 1911 déjà, de la biologie de *Lymantria monacha* L. ; et il conclut notamment : 1. — que les régions où les fortes multiplications sont à craindre sont définies par la courbe isothermique de 16°C. en juillet, 2. — que les épidémies sont les plus fortes dans les régions où les précipitations atmosphériques annuelles sont comprises entre 400 et 600 mm ; viennent ensuite celles de 600 à 700 mm et 3. — que les peuplements forestiers n'ont jamais à souffrir de l'insecte lorsque l'eau tombée annuellement atteint une hauteur de 1.000 mm ou plus. Si on applique ces données à la Belgique par l'emploi de l'excellente esquisse climatographique faite par PONCELET et MARTIN (22) en 1947, on délimite une zone de notre Campine limbourgeoise au sujet de laquelle les documents de l'Administration belge des Eaux et Forêts nous disent que les épidémies de nonne ne se sont jamais produites chez nous qu'en cette seule contrée (BRENY-5). Citons encore comme autre exemple, les études faites par CHODJAI (10) sur *Tortrix viridana* L. Il existe une relation certaine entre les multiplications épidémiques de la tordeuse du chêne et les conditions climatiques d'une région. Le début des « gradations » se caractérise toujours par une année chaude et sèche ; c'est ainsi que les contrées les plus sensibles aux attaques sont celles où, aux mois d'avril, mai, juin et juillet, il y a peu de précipitations et une température assez élevée. Pour le centre de l'Europe, par exemple, ces régions sont définies par une température moyenne d'avril-mai de 11-12°C et une précipitation moyenne, pour la même période, de 70-80 mm ; des températures de 10-11°C ou 13-17°C, accompagnées de pluies de 120-200 mm ou

encore de 90-120 mm ne donnent jamais lieu à des multiplications massives de la tordeuse.

La littérature rapporte bon nombre de travaux semblables à ceux qui viennent d'être pris en exemple et les études bioclimatologiques se poursuivent actuellement sur des bases de plus en plus intensives.

Il ne faut pas oublier que tous les travaux de ce genre ont toujours comme premier objectif la découverte des relations existant entre le cycle évolutif de l'organisme et le microclimat, et non, l'étude du climat sans relation avec l'habitat. Ces relations doivent aboutir essentiellement à la découverte de ce que nous pouvons appeler le ou les « stades de sensibilité » climatologiques de l'insecte, c'est-à-dire les phases de développement dont les interrelations avec les facteurs météorologiques aboutissent aux divers degrés de prospérité ou de misère constatés chez les individus observés. Ces données étant acquises et seulement alors, le biocécologiste s'intéresse au climat de toutes les régions où l'organisme considéré peut être rencontré. C'est seulement à ce moment que les institutions météorologiques nationales et internationales peuvent être consultées utilement. Celles-ci s'orientent fort heureusement de plus en plus vers les études des variations climatologiques dans le temps et l'analyse de la périodicité de phénomènes tels que la pluie, la température, le vent, la lumière, etc... Des renseignements fort intéressants peuvent donc être récoltés auprès de ces institutions. Mais il faut cependant insister fortement sur le fait que la connaissance d'un macroclimat a relativement peu de signification pour un écoentomologiste si celui-ci n'a pas la possibilité de comparer le microclimat des insectes à celui des abris standards qui permettent par la synthèse des relevés successifs, de définir les macroclimats. On constate actuellement que dans la plupart des cas, les chercheurs doivent encore faire des observations spéciales et détaillées, complémentaires aux renseignements fournis par les météorologistes. Comme le spécifiaient en leurs journées internationales de 1960, les membres de la section : « Avertissements agricoles et planification des traitements » de la Commission européenne phytosanitaire (C.E.P.) (71), on doit se réjouir des progrès réalisés en météorologie au cours de ces dernières années et de ce fait, des perspectives nouvelles liées au développement des procédés d'investigation modernes. Cette heureuse action doit se poursuivre et se développer en considérant la

nécessité d'une collaboration étroite entre les institutions météorologiques et écologiques afin de préciser et de fixer de plus en plus exactement les phases du développement des organismes entomologiques.

La signification entomologique de la bioclimatologie ayant retenu notre attention, on peut se demander maintenant quels sont les facteurs qui justifient de façon importante les variations microclimatiques. La réponse à cette question est fort difficile à fournir; le problème est complexe et chacun peut se rendre compte qu'au sein d'un macroclimat donné, il existe un ensemble compliqué et dynamique de « petits » climats qui, eux-mêmes, sont influencés par la résultante née de chacun de leurs effets individuels. Par ailleurs, le macroclimat entraîne au sein des microhabitats des changements verticaux et horizontaux de caractère journalier et saisonnier qui peuvent être plus grands ou moins grands que ceux enregistrés dans le macroclimat lui-même. Les travaux de SALISBURY (24), BRUNT (6), WOLFE (35), CHAUVIN et d'AGUILAR (8), GEIGER (13) et bien d'autres apportent, par l'analyse de cas bien précis sur lesquels les auteurs se sont penchés, une justification de ce point de vue et montrent tout particulièrement pourquoi les microclimats impressionnant les insectes en activité, diffèrent de ceux que définissent les instruments classiques placés dans des abris standards; l'abri météorologique, avons-nous déjà rappelé, crée des conditions climatologiques particulières, qui lui sont propres.

Cette pensée est parfaitement illustrée aussi par les réflexions de SMITH (25), qui insiste d'abord sur la relation toute spéciale existant entre la topographie des terrains, l'insolation et les mouvements atmosphériques. Toutes choses étant égales, une région à profil convexe comme une montagne aura, par opposition à un sol à profil concave comme une vallée, une température minimum journalière plus basse; les amplitudes thermiques y seront plus fortes et les périodes de gel, plus fréquentes.

Par ailleurs et de façon générale, le microclimat est modifié par l'influence qu'exercent à tous instants sur les mouvements thermiques, le type de sol, la nature de la couverture morte, la richesse en eau du terrain, la quantité et la qualité de la végétation présente, etc... C'est ainsi par exemple, qu'il est possible sous l'influence d'un ou de plusieurs des facteurs cités, d'enregistrer des

variations thermiques marquées, en des endroits distants les uns des autres de quelques décimètres seulement; quoique des différences aussi tranchées soient moins fréquentes si l'on considère les précipitations, il n'est nullement exceptionnel cependant de noter des écarts de plusieurs centimètres d'eau tombée entre des régions éloignées les unes des autres de quelques kilomètres. Or, les écolimatologistes savent combien grande peut être l'influence directe ou indirecte de la pluie sur les activités végétales et animales. Cet agent atmosphérique joue en effet, un rôle important dans le caractère d'une région; son action dépend à la fois de la quantité d'eau tombée en une semaine, en un mois ou une décennie et de sa répartition dans le temps. L'influence des précipitations peut être décisive sur l'avenir d'un individu ou d'une population. C'est ainsi par exemple, que CHODJAI (10) a montré que les éclosions imaginaires de *Tortrix viridana* L. se produisaient généralement chez nous en juin et que la vie des papillons était courte: d'une semaine environ. Les périodes pluvieuses fréquemment observées à cette époque de l'année peuvent immobiliser les pondueuses pendant plusieurs jours dans les cimes forestières; une seule pluie battante, même de faible durée, par ses effets sur l'humidité relative, l'abaissement de la température et surtout par son action de martellement, peut alors éliminer la plupart des individus et ramener brusquement la surpopulation à un taux normal d'abondance compatible avec la croissance convenable de nos chênaies. C'est aussi le début de la bonne saison et très exactement la période des pontes doryphoriques qui, en Belgique, est principalement responsable de la raréfaction du *Leptinotarsa decemlineata* SAY; c'est l'action conjuguée — ou même parfois isolée et indépendante — de la température de l'air et des précipitations qui est justificative de cette constatation; en effet, en mai-juin, la chaleur, même diurne, est souvent insuffisante pour permettre à l'insecte de s'alimenter convenablement et aux oeufs de se développer rapidement, c'est-à-dire de donner naissance à une larve vigoureuse; une période relativement froide, voisine du seuil thermique de la croissance embryonnaire, sévissant pendant une quinzaine de jours et a fortiori trois semaines n'est pas rare à cette époque de l'année; de telles conditions s'opposent à l'éclosion de l'oeuf ou tout au moins à la naissance de larves viables; de plus, si, à côté d'un taux thermique atmosphérique faible, il se produit des pluies battantes, martelant le sol et éclaboussant la face inférieure des

feuilles où sont collées les pontes, celles-ci seront enrobées de boue et souvent décollées de leur substrat; sous un tel état, les œufs sont voués à une mort certaine et les larves venant d'éclore, étant projetées au sol, auront grand'peine à rejoindre les extrémités foliaires.

*
**

C'est en 1931 qu'UVAROV (28) publia son remarquable travail intitulé : « *Insects and climate* » ; à cette époque, l'auteur disait déjà : « Malgré l'évidente importance des écoclimats pour la parfaite compréhension des conditions du moment de l'existence des espèces, il y a peu d'études faites dans ce domaine* ». Depuis ce moment auquel UVAROV déplorait l'insuffisance de nos connaissances, des apports sérieux ont été enregistrés, spécialement après la deuxième guerre mondiale, par les données accumulées par GEIGER (13). Mais en dépit de ces progrès, il faut reconnaître que les informations précises sur les conditions propres aux microhabitats des insectes (sensu stricto) sont encore extrêmement rares. Fort heureusement, par ses travaux, WELLINGTON (33) ne cessa dès 1950, d'insister sur l'intérêt de telles informations; cet auteur a déjà émis de nombreuses considérations, notamment sur l'appareillage et les techniques des observations microclimatologiques.

WELLINGTON montra entre autres, qu'en hiver, des rayons solaires atteignant directement des aiguilles de conifère, échauffaient sérieusement celles-ci et les portaient à une température qui pouvait être de 2°C. supérieure à celle de l'air environnant. En été, on constate que la température des feuilles en général est, pendant la journée, de 8°C environ plus élevée que celle de l'atmosphère immédiatement voisine; pendant la nuit, on enregistre le phénomène inverse et la différence est de l'ordre de 3°C. YARWOOD ET HAZEN (37) ont observé à leur tour que le taux d'humidité existant en de faibles espaces et au voisinage immédiat de diverses surfaces foliaires pouvait être fort différent de celui de l'air avoisinant; ces humidités sont difficiles à mesurer et c'est la raison pour laquelle nos connaissances sont peu importantes en ce qui concerne ces milieux restreints. Cependant, c'est presque toujours dans de semblables microenvironnements qu'évoluent les

* On se rappellera que l'écoclimat d'Uvarov signifie les variations climatologiques locales qu'implique l'expression : « plant climate ».

insectes; c'est là qu'ils subissent l'action réelle des divers facteurs qui dès lors, doivent être mesurés et connus avec précision.

D'autre part, on sait que l'animal à son tour peut agir sur les conditions microclimatologiques de son habitat. SULLIVAN et WELLINGTON (27) en 1953 déjà, l'avaient démontré par leurs observations sur *Malacosoma spp.* Les nids soyeux de certaines chenilles constituent des microhabitats climatologiquement fort différents de leur environnement; température et humidité y sont bien particulières et y agissent comme telles sur les larves en développement. Les cocons de *Diprionidae* forment pour l'animal qu'ils renferment non seulement un milieu efficace contre beaucoup de prédateurs et de parasites mais encore une atmosphère stable à taux hydrique hautement tamponné. Les masses de grains entreposées sont souvent envahies par les insectes; le foyer initial d'infestation peut n'être dû qu'à la présence d'une seule femelle fécondée; celle-ci en quelques générations, se sera multipliée en des proportions étonnantes grâce à un environnement devenant de plus en plus favorable à la contamination et à la croissance des envahisseurs; la présence de déchets, de poussières, d'exuvies, d'excréments, l'accumulation de vapeur d'eau et de calories dues à l'activité des insectes eux-mêmes ainsi qu'à celle des saprophytes toujours présents en tous points de la masse, tendent à constituer un microclimat de caractère très dynamique rendant les conditions du microhabitat de plus en plus favorables à la descendance de la population déprédatrice; l'infestation se développe de façon très typique, c'est-à-dire en toutes directions centrifuges, au départ du point initial de contamination.

Les considérations émises ci-dessus paraissent à notre sens suffisantes pour justifier la nécessité de développer les études écoclimatologiques; les recherches sur les microenvironnements se réclament d'être concentrées sur des problèmes bien spécifiques et les techniques de travail doivent être étudiées et choisies pour nous fournir des informations sûres et précises. Par ailleurs, nous devons étudier les insectes dans leur microhabitat et non étudier les microclimats sans les insectes. En conséquence, il faudra bien se garder d'étendre à toute une population et à fortiori à toute une espèce ce que l'observation et l'expérimentation nous aura permis de découvrir sur un nombre restreint d'individus. De même, les résultats de travaux menés en laboratoire

sur un organisme déterminé ne pourront jamais être brutalement appliqués à des organismes appartenant à la même espèce mais vivant en pleins champs.

Cependant, il faut se convaincre de l'idée par laquelle les études sur les microhabitats entomologiques ne peuvent à elles seules justifier l'abondance d'une ou de plusieurs espèces; mais, les travaux microclimatologiques sont néanmoins d'une très grande importance dans la recherche des causes favorisant ou défavorisant la prospérité des individus. Nous pensons que dans l'étude des complexes biocénétiques, la première place leur revient. Sans doute, le climat n'est pas toujours d'action prépondérante; il n'intervient d'ailleurs jamais isolément, mais, il convient de penser tout d'abord à lui à cause de son action toujours existante, influençant en tous lieux et circonstances, directement et indirectement, tous les éléments de l'environnement.

*

**

Les réflexions faites sur ce que doit nous fournir la micrométéorologie d'une part et ce que nous suggère l'insecte au sein de son microhabitat d'autre part, nous entraînent à penser avec CLOUDSLEY (11) aux relations existant entre les microclimats et la distribution des insectes terrestres. Dans cette seconde partie de l'exposé, nous réfléchirons à certaines idées présentées par cet auteur et adjoindrons à celles-ci quelques informations complémentaires.

Il est bien connu que la distribution des animaux n'est pas seulement la résultante des actions d'un certain nombre de facteurs géomorphologiques et météorologiques mais aussi de facteurs biotiques parmi lesquels il faut immédiatement citer les plantes et les bêtes. On sait par ailleurs également et depuis longtemps déjà que des organismes occupant le même habitat général peuvent en réalité, vivre sous des conditions physiques très différentes. Chaque espèce entomologique possède son aire géographique de dispersion à laquelle est naturellement propre un macroclimat; ce macroclimat est de toute évidence, composé d'un ensemble infini de « petits » climats parfois fort différents les uns des autres et qui, comme nous l'avons dit antérieurement, peuvent être le siège de changements saisonniers et journaliers fort importants; ce sont ces conditions qui impressionnent les organismes

entomologiques « in situ », c'est-à-dire dans leurs « niches écologiques ».

La vie sur terre entraîne de nombreux problèmes et dans les habitats terrestres, comme partout d'ailleurs, il est essentiel que les fonctions animales se déroulent avec équilibre; c'est la raison pour laquelle on a dit que la physiologie était la clef de voûte de l'écologie.

Les petits animaux, tels les insectes, ont une surface corporelle relative fort élevée; ils sont donc très fortement exposés à la transpiration. Pour eux, le problème de la conservation de l'eau ou plus exactement celui du maintien de leur organisme dans un état d'hydratation convenable, est d'importance capitale.

Le pouvoir d'évaporation de l'air dépend de divers facteurs parmi lesquels la valeur de la surface relative corporelle joue un rôle essentiel; mais, il faut aussi considérer le déficit de saturation en eau de l'atmosphère, la température du moment, la nature et l'intensité des mouvements aériens, etc... On peut dire très généralement que la période pendant laquelle un animal peut supporter un milieu à humidité relative faible, dépend de deux groupes de facteurs: le premier se rapporte à la nature des téguments et le second à la surface relative corporelle de l'organisme considéré.

Il n'est pas dans nos intentions de discuter ici des multiples façons dont un insecte assure la régulation de sa teneur en eau; nous voudrions simplement réfléchir à l'influence de l'habitat sur les animaux de petite taille et dès lors, essayer de trouver quelques principes justificateurs de phénomènes éthologiques, liés à la nature physique de certains biotopes.

Les propriétés de perméabilité ou d'imperméabilité de la cuticule règlent toute la vie des insectes et elles interviennent grandement dans les phénomènes de transpiration desquels dépendent naturellement les multiples réactions de tout organisme en contact avec de faibles degrés hygrométriques.

En ce qui concerne les insectes, c'est l'épicuticule, c'est-à-dire cette mince couche externe des téguments qui dans l'immense majorité des cas est responsable de la rétention de l'eau dans l'hoemolymphe.

Les points de vue physiques très rapidement rappelés ci-dessus en même temps que la structure comparée de la couche externe exosquelettique des arthropodes militent en faveur de la concep-

tion de CLOUDSLEY-THOMPSON (11) qui considère que les animaux terrestres, qu'ils soient à mœurs épigées ou hypogées, peuvent être classés écoclimatologiquement en deux grandes catégories; les premiers comprennent les cloportes, les millepattes, les podures et autres organismes qui, en atmosphère sèche, perdent rapidement de l'eau par transpiration au travers de leurs téguments; ces animaux ne se développent et ne sont actifs que dans les endroits humides, dès lors souvent sombres, ne les quittant que la nuit c'est-à-dire lorsque la température s'étant suffisamment abaissée, l'air y est voisin de sa saturation en humidité ou a atteint celle-ci. Le second groupe écologique rassemble la plupart des insectes, araignées et acariens qui, par la nature de leurs téguments et la présence d'une épicuticule protectrice, ont une activité relativement peu liée à l'humidité de leur environnement; c'est la raison pour laquelle ils ne sont pas, originellement du moins, à mœurs nocturnes et sont plus indépendants des facteurs microclimatiques. WIGGLESWORTH (35) a par ailleurs montré que les insectes du sol soumis à l'abrasion par suite du frottement continu de leurs téguments contre les particules terreuses, ont une cuticule très perméable. Si l'on fait muer une larve d'*Agriotes* sur du coton, par exemple, son tégument redevient d'une imperméabilité semblable à celle de n'importe quel autre insecte à vie aérienne.

Il est probable poursuit CLOUDSLEY que beaucoup d'invertébrés, pour passer de la vie aquatique à la vie aérienne, ont vécu temporairement dans le sol où la respiration est indépendante de la dessiccation; dès lors, continue l'auteur, les séries phylogéniques annélides-cloportes-miriapodes, insectes et arachnides signifieraient implicitement des changements éthologiques successifs en rapport étroit avec l'environnement et dans le sens eau-sol-air. Considérant à son tour la structure tégumentaire des arthropodes, GHILAROV (14) disait en 1951, qu'il est possible que les insectes Aptérygotes, aussi bien d'ailleurs que ceux des Ptérygotes et des arachnides n'ayant pas d'épicuticule, soient réellement obligés de mener une vie souterraine; ils peuvent ainsi représenter un « stade intermédiaire » dans l'évolution de la vie terrestre.

Les facteurs du climat impressionnent à des degrés divers la vie des insectes et leurs actions sur les organismes hétérothermes est complexe. Les effets de la température, de l'humidité et de la lumière sont particulièrement remarquables. Il existe souvent de très étroites relations entre ces trois facteurs.

Chaleur et eau peuvent influencer de façon variable la survie et le développement des arthropodes. L'augmentation de la température stimule le métabolisme et la mort survenant non loin du point léthal thermique supérieur peut ainsi provenir chez quelques insectes de l'épuisement des réserves alimentaires. Mais le développement n'est pas régulièrement proportionnel à l'élévation de la température; chez la plupart des arthropodes au-dessus de l'optimum thermique, les limites hygrométriques qui permettent le développement, deviennent plus étroites et se déplacent du côté des hautes hygrométries. La survie des insectes aux différentes températures dépend avant tout de l'humidité de l'air. Une atmosphère froide et humide c'est-à-dire dont le taux d'évaporation est très bas, peut provoquer une chute de la température du corps plus rapide qu'une atmosphère sèche et froide, à cause de la conductibilité de la chaleur accélérée dans le premier cas. Dans une atmosphère sèche et chaude, l'évaporation très rapide abaisse la température périphérique et empêche la mort par coup de chaleur. La survie est en général proportionnelle à la taille de l'animal; en effet, l'échauffement du corps est proportionnel à la surface alors que la perte de calories est proportionnelle, chez les insectes du moins, au volume d'eau évaporée. Pour beaucoup d'invertébrés terrestres, inféodés aux régions froides et tempérées, l'importance de la population apte à survivre à la mauvaise saison dépend largement du nombre d'individus capables de résister au froid; ils seront souvent ceux qui auront pu trouver des quartiers d'hiver convenablement protégés soit par la nature du sol, les végétaux, la neige, divers débris, etc.; dans les sols sableux par exemple, qui sont peu isolants thermiquement, la profondeur d'enfouissement hivernal est toujours plus grande qu'en terrain compact.

En 1931, UVAROV (28) insistait déjà sur le fait que l'influence de la température externe sur les activités des insectes n'était pas directe mais indirecte; c'est, disait-il, le taux thermique du corps de l'animal qui est utile et qui induit les activités. Lorsque un individu est réchauffé par action directe des rayons solaires, sa température interne est plus élevée que celle de l'air environnant. Beaucoup de papillons de hautes altitudes comme les *Erebia* dépendent étroitement du soleil et ne peuvent voler lorsqu'un nuage le dissimule. La couleur du corps règle l'absorption des radiations et RÜCKER (23) a montré que les mêmes couleurs

qui favorisent l'absorption de chaleur pendant le jour, en facilitaient la dispersion pendant la nuit. La plupart du temps, l'élévation de la température interne provient de l'absorption tégumentaire des rayons solaires plutôt que des radiations calorifiques réfléchies par le sol et les objets; en ce qui concerne l'influence de l'évaporation, ce facteur est responsable de 80 à 100 % de la dispersion calorifique alors que le rayonnement n'intervient que dans des proportions de 0 à 20 %; aux basses températures, l'évaporation est faible et la température interne est plus forte que l'ambiante; aux températures élevées par contre, la température du corps tombe en-dessous de celle de l'air. L'activité musculaire elle aussi, intervient dans la justification du degré thermique du corps de l'insecte; toute dépense énergétique élève évidemment la température; bon nombre d'arthropodes ailés par exemple, ne peuvent prendre leur envol qu'après avoir fait battre suffisamment longtemps leurs ailes afin d'échauffer les muscles alaires, sans quoi ceux-ci ne peuvent développer l'effort suffisant pour emporter l'animal dans l'atmosphère. Des études faites en pleins champs par LEIGH et SMITH (16) et portant sur le vol du *Colias philodice eurytheme* BOISDUVAL ont montré que sous des conditions de radiations suffisantes et lorsque la température de l'air n'est pas trop basse, l'insecte accroît sa température en orientant son corps perpendiculairement aux rayons solaires; ces observations sont à rapprocher étroitement de certaines autres faites sur *Picromerus bidens* L. dans nos régions; ce pentatomide aime à se réchauffer au soleil, le matin, alors qu'il est encore couvert de rosée et qu'il s'efforce d'atteindre péniblement les sommets des plantes au pied desquelles il a passé la nuit; arrivé à destination, il expose son corps au soleil afin de profiter au maximum des rayons calorifiques; dès que l'insecte est sec et que la température est suffisamment élevée, la punaise exécute des mouvements rapides latéraux, saccadés même et bientôt prend son envol; par les heures chaudes de la journée, elle se terre le long des fossés herbeux, dans les fonds marécageux, parmi une végétation dense et humide (MAYNÉ et BRENY-17).

La dépendance thermique d'un insecte est variable d'une espèce à une autre; à ce sujet, CLOUDSLEY (11) rapporte que la fourmi nord-américaine: *Formica pallidefulva schaufussi* MAYR est très active entre 29,5 et 35°C. alors que *Myrmica sabuleti americana* WEBER l'est, entre 15,5 et 26,5°C et *Lasius niger*

neoniger EMERY entre 10,0 et 15,5°C. En outre, chacun sait qu'il existe de nombreux seuils d'activité, une température optimum, un point thermique létal supérieur et un inférieur, qu'il y a une hygrométrie optimum, qu'on parle de préférences thermiques et hygrométriques, etc, etc... Il faut en outre, se persuader que les chiffres pouvant fixer des seuils, optima ou maxima, etc... sont différents d'une espèce à une autre et, au sein d'une même espèce, si on considère le développement embryonnaire, chacun des stades larvaires, les nymphes ou les imagos. Néanmoins, il est intéressant de savoir par exemple que les *Leptinotarsa decemlineata* SAY hibernants apparaissent en surface du sol dès que la température de celui-ci est comprise entre 5-10°C et que la plupart des réveils imaginaires printaniers se produisent lorsque la température de la terre est de 7-7,5°C (BRENY-2) à 10 cm de profondeur.

Par ailleurs, bon nombre de particularités éthologiques peuvent se justifier par un préférence thermique ou autre. Pendant les jours clairs et chauds de l'été, les larves de la fourmi-lion américaine: *Myrmeleon immaculatus* DE GEER adopte, dans son entonnoir de capture, une position telle que le corps se situe dans la zone à fraîcheur la plus utile pour elles; le matin, on les rencontre sur les faces est et sud; l'après-midi, elles sont au sud et à l'ouest; elles restent actives tant que le sable a une température comprise entre 2 et 48°C. mais, elles deviennent immobiles aux températures élevées de fin de journée et à celles très froides de la nuit (GREEN-15). La petite araignée noire *Lithopantes albomaculatus* DE GEER construit sa toile parmi les plantes peu nombreuses des terrains pierreux et brûlants; elle grimpe sur sa toile jusqu'à une hauteur de 3-4 cm au-dessus du sol par journées chaudes; à ce niveau, il fait plus frais car la température peut y être de 40°C inférieure à celle mesurée sur les pierres avoisinantes. Une autre araignée *Theridion saxatile* KOCH construit ses retraites à l'aide de petits fragments pierreux suspendus au-dessus du sol et l'animal abandonne ses abris lorsque les journées sont chaudes et plus spécialement lorsque la température dépasse 30-35°C; si on empêche l'araignée d'exécuter cette manœuvre, elle meurt (NORDGAARD-18,19).

Il est encore intéressant semble-t-il de rapporter avec CLOUDSLEY (11) les observations de NORDGAARD (20) qui montrent que la température peut avoir des effets secondaires biotiques. C'est ainsi que l'araignée méditerranéenne *Filistata insidiatrix* FORSTAL qui

a une distribution réglée par la température, habite dans des tubes soyeux à propriétés isolantes thermiquement ; mais, du fait qu'elle se nourrit surtout de cloportes, la plupart des toiles sont tissées sur des fragments rocheux froids et humides où abondent les proies. Dans le monde des araignées encore, il existe une relation fort étroite entre la localisation des lycosides *Pirata piraticus* CLERCK et *Pardosa pullata* CLERCK qui occupent chacune des couches bien précises dans les sphagnums des marécages où elles vivent. *P. pullata* habite en surface, c'est-à-dire là où la température est de 28-36°C tandis que *P. piraticus* demeure dans les zones inférieures, parmi les tiges végétales ; c'est là que cette dernière jouit d'une température préférentielle de 18-24°C ; cependant, cette deuxième espèce s'installe parfois en des niveaux moins profonds, très exactement lorsqu'elle est porteuse de son cocon rempli d'œufs ; à ce moment, elle se cantonne en des endroits où la température oscille entre 26 et 32°C et, NORDGAARD émet immédiatement l'hypothèse par laquelle ce taux thermique pourrait correspondre à l'optimum pour le développement embryonnaire de l'espèce considérée.

Nous avons antérieurement rapporté l'opinion de CLOUDSLEY par laquelle cet auteur considère que l'humidité est le facteur climatique le plus important dans la justification de la distribution des cloportes, millepattes, collembolés et autres arthropodes, c'est-à-dire des êtres dépourvus totalement ou partiellement de mécanisme régulateur de l'humidité ; par nécessité, ces organismes sont donc cryptozoïques, restant cachés le jour et n'apparaissant au-dehors que la nuit, à la suite d'un abaissement thermique accompagné d'une élévation de l'hygrométrie atmosphérique. Les insectes et les arachnides, au contraire, sont mieux armés pour réagir à des taux hygrométriques défavorables parce qu'ils peuvent régler leur teneur en eau. CHAUVIN (9) en fournit quelques exemples bien typiques. L'eau peut avoir pour origine la nourriture ; les abeilles et les mouches qui émettent des excréments liquides, boivent fréquemment ; le ver de farine dont les fèces sont complètement sèches, peut au contraire, vivre avec des aliments très secs. Les insectes des régions désertiques récupèrent de l'eau en mangeant des fragments de végétaux morts qui ont absorbé de l'humidité à la faveur de la nuit. D'autre part, l'oxydation de l'hydrogène des aliments ou des réserves fournit de l'eau métabolique qui peut être retenue par l'organisme. On sait en outre que

la respiration est une cause importante de perte d'eau ; les spiracles jouent un rôle intéressant dans la conservation de la teneur en eau ; on observe que la plupart des orifices spiraculaires sont pourvus de prolongements, de soies, etc... particulièrement développés chez les insectes désertiques ; chez eux, ces ouvertures sont en plus très petites et restent fermées beaucoup plus longtemps qu'ouvertes ; ces dispositifs par leur structure et leur mode de fonctionnement semblent bien s'opposer à la perte d'eau lors de la ventilation trachéenne.

Mais il y a souvent conflit entre les exigences de la respiration et la perte en eau ; ce problème a été bien étudié par CLOUDSLEY (12) en Angleterre qui, à ce point de vue, compare entre elles deux espèces d'araignées cribellates, du genre *Amaurobius*. En-dessous de la température critique de la couche cireuse épicuticulaire*, *Amaurobius ferox* WALCKENAER perd beaucoup plus rapidement de l'eau par suite de ses nombreux feuillets pulmonaires que ne le fait *Amaurobius similis* BLACKWELL qui possède une surface respiratoire beaucoup moins importante ; c'est pour cette raison que cette dernière espèce habite dans des milieux plus secs que ceux adoptés par la première.

Les travaux des entomologistes appliqués et des écologistes contiennent beaucoup d'exemples d'arthropodes dont l'éthologie est en étroite dépendance avec l'humidité atmosphérique. Certains insectes sont capables de résister à des milieux très secs tandis que d'autres peuvent réclamer une très forte humidité relative. Les œufs et les nymphes tout spécialement, peuvent avoir des exigences spécifiques bien différentes les uns des autres et l'on constate presque toujours une préoccupation naturelle de la ponduse ou de la larve en mal de mue nymphale, à rechercher un endroit conforme aux exigences climatiques et spécialement hydriques de leur biologie. Du degré hygrométrique du milieu peut totalement dépendre, comme chez les *Diprionidae* par exemple, (BRENY-3) le succès du développement embryonnaire et parfois même, la possibilité d'éclosion des œufs (BRENY-4). PLATT, LOVE et WILLIAMS (21) ont montré la corrélation positive existant entre l'humidité relative atmosphérique et la distribution et l'abondance

* Il existe un point thermique critique au-dessus duquel se produit une modification brusque de la texture épicuticulaire entraînant une transpiration tégumentaire brutalement excessive, qui peut être rapidement mortelle (Chauvin-9).

du moustique *Aedes vexans* MEIGEN, l'optimum étant de 70% pendant la nuit. Constatons enfin avec CLOUDSLEY (11) que la « densité de vie » en certains endroits de contrées désertiques dont les conditions climatologiques sont généralement extrêmes, est très frappante ; on constate en effet, qu'en chaque dépression naît une activité végétale rapidement accompagnée de la vie d'animaux qui s'y concentrent ; dans beaucoup de régions d'Algérie, Tunisie, Lybie, chaque bloc de pierre offre un abri aux insectes, myriapodes, cloportes ou arachnides, prouvant ainsi que ces petits animaux sont capables de profiter immédiatement, au sein de contrées fort ingrates, des moindres conditions quelque peu favorables que peut leur offrir une particularité quelconque du terrain.

*
**

Quoique manquant peut être d'une certaine unité, ces quelques pages ont essayé de montrer la nécessité de la recherche des actions réelles des facteurs de l'environnement et plus spécialement du microenvironnement. C'était le but que nous nous étions proposé et nous serions très heureux si nous l'avions atteint quelque peu.

La température et l'humidité ont été les deux seuls facteurs à retenir notre attention pour la justification des observations rapportées. Nous nous sommes limités à l'importance de ces deux éléments climatologiques essentiels mais nous aurions certes pu encore parler d'agents tels que la lumière, les mouvements aériens la pression barométrique, les diverses radiations solaires considérées indépendamment les unes des autres, l'état électrique de l'atmosphère et d'autres encore. Nous ne l'avons pas fait pour ne pas abuser du temps.

Certains facteurs du climat ont été peu étudiés jusqu'à présent ; ils pourraient cependant, comme les autres, nous révéler bien des choses remarquables. C'est grâce au perfectionnement actuel de l'appareillage de mesure que nous pouvons nous réjouir à l'idée de connaître de mieux en mieux, de façon plus parfaite et plus précise les actions directes, indirectes et réciproques des facteurs de l'environnement, gouvernant les phénomènes propres aux microhabitats, c'est-à-dire les activités biologiques les plus diverses du monde des arthropodes observés « in situ ».

Comme le végétal est intimement soudé à son habitat, l'animal l'est au microclimat des milieux qu'il fréquente. Mais la bête possède une grande supériorité sur la plante ; elle peut en effet se mouvoir et se déplacer ; elle peut dès lors dominer les conditions qui lui sont nuisibles soit en évitant les milieux hostiles soit en recherchant ceux favorables à son existence et à ses activités. C'est pour cette raison que s'impose l'étude réelle des microclimats et de leur influence sur les rythmes biologiques journaliers et saisonniers. De semblables travaux apparaissent plus que jamais indispensables pour une meilleure compréhension de ce très grand chapitre écologique qu'est l'écoclimatologie. On ne peut jamais oublier que cette écoclimatologie doit nous permettre de décrire et étudier des faits biologiques, c'est-à-dire dynamiques, qui ne peuvent dès lors s'expliquer par les aspects statiques de la météorologie ; ils ne pourront l'être que par le dynamisme des divers phénomènes atmosphériques ; en conséquence, seule, la climatologie analytique, interprétative et dynamique peut servir les intérêts du bioécologiste.

Pour finir qu'il me soit permis de rappeler ce que BODENHEIMER (1) proclame dans l'introduction de son remarquable livre intitulé : *Animal Ecology To-Day* : Nous ne devons jamais oublier qu'accumuler des faits n'est pas synonyme de « science » mais que les matériaux de celle-ci sont uniquement : « Interprétation et synthèse ». Une expérience longue et personnelle des choses de la nature est seule capable de fournir à l'écologiste les bases fondamentales qu'exige une pensée productive.

BIBLIOGRAPHIE

1. BODENHEIMER F.S., 1958 : *Animal Ecology To-Day*. Den Haag.
2. BRENY R., 1941 : *Observations sur les sorties printanières du Doryphore en 1941, dans la région de Gembloux*. Bull. Inst. agron. et St. Rech. Gembloux 10, 1-4, 147-51.
3. BRENY R., 1956 : *Considérations sur les apparitions larvaires chez Neodiprion sertifer Geoffr.* Bull. Inst. agron. et St. Rech. Gembloux 24, 1, 12-21.
4. BRENY R., 1955 : *L'éclosion de l'oeuf de Neodiprion sertifer Geoffr.* Bull. Inst. agron. et St. Rech. Gembloux 23, 3, 160-69.
5. BRENY R., 1957 : *Lymantria monacha en Belgique*. Notes de cours (non publiées).
6. BRUNT D., 1945 : *Some factors in micro-climatology*. Quart. Journ. Roy. Meteor. Soc. 71, 307-8, 1-10.
7. C.E.P., 1961 : *Rapport des Journées internationales d'Etudes sur les Avertissements agricoles et la Planification des Traitements phytosanitaires 19-23 septembre 1960*. Parasitica-Belgique.

8. CHAUVIN R. et d'AGUILAR J., 1946 : Les données récentes de la microclimatologie et leur importance en écologie entomologique. L'année biol. Sc. 3, 22, 7-9, 165-95.
9. CHAUVIN R., 1956 : La physiologie de l'insecte. Paris (2^e édition).
10. CHODJAI M., 1954 : *Tortrix viridana* L. : les conditions de son développement. Dissertation présentée pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences agronomiques (Institut agronomique de l'État, Gembloux).
11. CLOUDSLEY-THOMPSON J.L., 1962 : Microclimates and the distribution of terrestrial arthropods. Ann. Rev. Ent. 7, 199-222.
12. CLOUDSLEY-THOMPSON J.L., 1957 : Studies on diurnal rhythms. V. Nocturnal Ecology and water Relations of the british cribellate Spiders of the genus *Ciniflo* Bl. Jl. linnean Soc. London Zool. 43, 134-52.
13. GEIGER R., 1950 : The climate near the ground. Cambridge.
14. GILAROV M.S., 1948 : L'importance du sol dans l'origine et l'évolution des insectes. Proc. intern. Congr. Entom., 9^e ; Amsterdam 1951, 1, 443-52.
15. GREEN G.W., 1955 : Temperature relations of ant-lion larvæ. Com. Ent. 87, 441-59.
16. LEIGH T.F. and SMITH R.F., 1959 : Flight activity of *Colias philodice eurytheme* Boisduval in response to its physical environment. Hilgardia, 29, 569-624.
17. MAYNE R. et BRENY R., 1948 : Morphologie-Biologie-Détermination de sa valeur d'utilisation dans la lutte biologique contre le doryphore de la pomme de terre. La valeur économique antidoryphorique des *Asopines* indigènes belges. Parasitica, 4, 4, 189-224.
18. NORDGAARD E., 1951 : On the ecology of the two lycosid spiders (*Pirata piraticus* and *Lycosa pullata*) from a danish sphagnum bog. Oikos, 3, 1-21.
19. NORDGAARD E., 1951 : Notes on the biology of *Filistata insidiatrix* Forsk. Ent. Medd. 26, 170-84.
20. NORDGAARD E., 1956 : Environment and behaviour of *Theridion sextatile* Oikos 7, 159-92.
21. PLATT R.B., LOVE G. J. and WILLIAMS E.L., 1958 : A positive relation between relative humidity and the distribution and abundance of *Aedes*. Ecology, 39, 167-69.
22. PONCELET L. et MARTIN H., 1947 : Esquisse climatographique de la Belgique. Bruxelles.
23. RUCKER F. 1935 : Über die ultrarot Reflexion tierischer Körperoberflächen. Z. vergl. Physiol. 21, 275-80.
24. SALISBURY E.J. 1939 : Ecological aspects of meteorology. Quart. Journ. Roy. Meteorol. Soc. 65, 281, 337-58.
25. SMITH R.F., 1954 : The importance of the micro-environment in insect ecology. Jl. Econ. Ent. 47, 2, 205-210.
26. SOLOMON M.E., 1949 : The natural control of animal populations. Jl. animal Ecology. 18, 1-35.
27. SULLIVAN C.R., et WELLINGTON W.G., 1953 : The light reactions of larvæ of the tent caterpillars *Malacosoma disstria* Hbn., *M. americanum* F. and *M. fluviale*. Dyar. Can. Ent. 85, 8, 297-310.
28. UVAROV B.P., 1931 : Insects and climate. Trans. Ent. Soc. London, 79, 1-247.
29. WELLINGTON W.C., and BENSON W. R. 1947 : Notes on the effects of physical factors on the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* Clem. Can. Ent. 79, 195, 168-70.
30. WELLINGTON W.C., 1948 : The light reactions of the spruce budworm *Choristoneura fumiferana* Clem. (Lepidoptera-Tortricidae). Can. Ent. So, 56-82.

31. WELLINGTON W.G., 1949 : The effects of the temperature and moisture upon the behaviour of the spruce budworm *Choristoneura fumiferana* Clem (Lepidoptera-Tortricidae). I. The relative importance of graded temperatures and rates of evaporation in reducing aggregations of larvæ. Sc. Agric. 29, 201-15.
32. WELLINGTON W.C., 1949 : The effects of the temperature and moisture upon the behaviour of the spruce budworm *Choristophora fumiferana* Clem (Lepidoptera-Tortricidae). II. The responses of larvæ to gradients of evaporation. Sc. Agric. 29, 216-29.
33. WELLINGTON W.G., 1950 : Effects of radiations on the temperature of insectan habitats. Sci. Agric. 30, 209-34.
34. WELLINGTON W.G., FETTES J.J., TURNER K.B. and BELYER R.M., 1950 : Physical and biological indicators of the development of outbreaks of the spruce budworm *Choristoneura fumiferana* Clem. (Lep. Tort.) Can. Jour. Research, D. 28, 308-31.
35. WIGGLESWORTH V.B., 1953 : The principles of insect physiology. London-New-York.
36. WOLFE J.N., 1945 : The use of weather bureau data in ecological studies. Ohio Journ. Sc. 45, 1, 1-12.
37. YARWOOD C.E. and HAZEN W.E., 1944 : The relative humidity at leaf surfaces. Amer. Journ. Bot. 31, 3, 129-35.
38. ZEDERBAUER E., 1911 : *Klimat und Massensermehrung der Nonne und einiger andere Fortschadlinge*. Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Osterreichs Wien.