

par exemple, chez *malachurus* KY., du même groupe) il faudrait nécessairement poursuivre des observations soutenues sur de fortes colonies de *pauxillus*. On peut déjà dire que chez cette espèce, ♀ et ouvrière coexistent en VII-VIII.

Andrena humilis IMH., des collections de Dr. J.C. JACOBS. Un ♂ et une ♀ appelés *nigro-olivacea* DOURS (esp. du Midi !), provenant de La Haussière 4.IV.1879. Le ♂ a un clypéus entièrement noir, alors qu'il est normalement marqué d'une tache jaune plus ou moins étendue et de forme variable dans sa moitié inférieure. Cette variante de coloration est prévue dans les tables de E. STOCKHERT in SCHMIED., 1930, pp. 967-968. On pourrait l'appeler var. ♂ *nigroclypeata*.

Nomada marshamella KY., de la collection P. DE MOFFARTS, une ♀, Botassart 13.V.(?)-1900. Antennes épaissies, à articles 3-4 et 11-12 coalescents. Pattes raccourcies et épaissies, avec seulement 4 articles à tous les tarsi. Forme aberrante, anormale.

P. MARÉCHAL.

SUR QUELQUES ELEMENTS TOXIQUES CHEZ LES COLEOPTERES, LEURS ACTIONS ET LEURS APPLICATIONS

par W. HANSEN (Bruxelles)

On constate actuellement un intérêt de plus en plus vif pour la biochimie et la physiologie entomologiques. Les progrès dans cette branche d'avenir ont été marquants ces dernières décades et les applications possibles sont aussi multiples que variées.

Et pourtant, les dernières acquisitions dans ce domaine restent généralement ignorées par un grand nombre d'entomologistes, non seulement du fait que la plupart d'entre eux restent confinés dans leur spécialité, mais aussi parce que les résultats de ces recherches sont le plus fréquemment publiés dans des revues médicales. En effet, de par l'intérêt que présentent certaines substances extraites des arthropodes pour la médecine et sciences annexes, la biochimie entomologique est entrée, peu à peu, dans le domaine médical.

D'autre part, il a fallu attendre ces dernières dizaines d'années pour que cette discipline soit l'objet d'un intérêt tout particulier.

Il y a relativement peu de temps, les mécanismes des défenses chimiques chez les arthropodes étaient encore inconnus. Le tout se limitait aux observations et aux constatations. Quant à la nature chimique des sécrétions, elle se bornait aux hypothèses.

De nombreuses substances chimiques ont récemment pu être identifiées et l'anatomie des glandes productrices a fait de sérieux progrès sans avoir, pour autant, livré tous ses secrets.

Le premier travail dans ce genre d'investigations date d'avant le XVII^e siècle quand Samuel FISCHER obtint un poison riche en acide formique en distillant des fourmis (probablement *Formica rufa* L.). Il constata la similitude du produit obtenu avec le vinaigre. La différence entre l'acide formique et l'acide acétique fut établie au XIX^e siècle par le chimiste suédois J. BERZELIUS, un des créateurs de la chimie moderne et surtout célèbre pour avoir institué la notation chimique par des symboles.

On sait aujourd'hui que 19,6 % du poids corporel de *Formica rufa* L. est constitué par l'acide formique.

Si les méthodes modernes et le perfectionnement des techniques ont permis d'isoler à l'état pur certaines substances toxiques secrétées ou contenues dans le corps de certains coléoptères, les effets de quelques-uns d'entre eux étaient cependant connus depuis longtemps.

Bien avant PLINE L'ANCIEN dont la préparation des Cantharides était bien connue (Hist. Natur. XXIX, 33), l'action des substances vésicantes, extraites des coléoptères Méloïdes, avait déjà été mise à profit par les Incas et les Chinois.

HIPPOCRATE, incontestablement le plus grand médecin de l'antiquité, aurait, semble-t-il, soigné certaines affections, dont les hydropsies, à l'aide de « poudre de mouches vésicantes ».

Le Grec DIOSCORIDE et le Romain ARÉTÉE, médecins du début de notre ère, auraient également soigné certaines maladies au moyen de « poudre de cantharides ».

Au XVII^e siècle, la cantharidine ou « poudre de mouches-cantharides » fut fabriquée à grande échelle dans le sud-ouest de l'Europe et largement utilisée comme vésicatoire, en usage externe, pour lutter entre autres, contre la calvitie, et, en usage interne comme aphrodisiaque.

La teneur en cantharidine chez les Méloïdés, auxquels DUMÉRIL avait donné en 1800 le nom de *Vésicants*, varie d'après les espèces.

La plus employée et la plus rentable fut la mouche d'Espagne, *Lytta vesicatoria* L., appelée par les Anglais : spanish fly, blistering fly ou encore blistering beetle.

Les noms générique et spécifique de cette espèce sont à la fois curieux et appropriés.

En effet, le nom générique *Lytta* fut proposé par FABRICIUS suite à une croyance dont l'insecte fut le protagoniste.

Lytta est effectivement le nom grec d'un ver (λύττα) qui d'après cette croyance se mettait sous la langue du chien et provoquait la rage ; le coléoptère Méloïde en question avait la faculté de guérir cette maladie. Le nom spécifique *vesicatoria*, proposé par LINNÉ, veut tout simplement dire qu'il s'agit d'une espèce qui produit des vésicules (sur la peau).

Cette espèce, *Lytta vesicatoria* L., contient 0,6 à 1 % de cantharidine. Elle vit dans le centre et surtout dans le sud de l'Europe et a une préférence accusée pour les OIeaceae et les

Caprifoliaceae. C'est en Espagne toutefois que l'on récolta l'espèce car certaines années elle y est en surabondance.

La teneur en cette substance toxique est encore plus élevée chez certaines espèces chinoises ; le pourcentage de cantharidine se situe entre 1 et 1,2 % chez *Mylabris sidae* PALL.

L'utilisation de la cantharidine a pour ainsi dire totalement disparu dans les pays dits développés. Elle n'est même que rarement employée en médecine vétérinaire.

Si cette affirmation est vraie pour les pays susmentionnés, il est cependant à noter que la cantharidine est encore employée par certaines peuplades, entre autres en Afrique.

La toxicité et l'action nocive de la cantharidine en font un produit hautement dangereux.

L'ingestion répétée ou à forte dose produit une gastro-entérite sévère, une glomérulonéphrite et de la spermatorrhée. Il peut s'en suivre un collapsus profond et la mort.

Selon P. BERLIAT, qui a probablement admis sans restriction l'affirmation de certains auteurs, la cantharidine serait un alcaloïde dangereux.

Cette affirmation est erronée et ne répond pas à la définition des alcaloïdes. La définition classique ne répond qu'à des substances végétales, et, ce qui est plus, les alcaloïdes renferment toujours un ou plusieurs noyaux hétérocycliques azotés. Or, la cantharidine ne possède aucun atome d'azote dans sa structure moléculaire.

Les lésions cutanées provoquées expérimentalement par application d'une solution de cantharidine sur la peau de l'homme ont été étudiées par G. BO et M.L. VALCURONE.

Ils ont constaté qu'une solution de 3 mg de cantharidine dans 1 ml d'éther éthylique provoque une dermatite.

La première manifestation cutanée s'observe après une période latente de 18 à 24 h, après laquelle apparaissent quelques petites vésicules. Celles-ci confluent rapidement en une seule tumeur remplie de sérosité nommée « bulle » par les dermatologistes, et, communément appelée « ampoule » ou « cloche » qui augmente lentement de volume.

Après 5 à 7 jours, cette bulle se résorbe lentement pour laisser place à une petite pigmentation locale qui à son tour disparaîtra.

Cette observation biologique, apparemment banale, est assez

importante, car elle permet de différencier biologiquement les dermatites occasionnées par la cantharidine de celles provoquées par la pédérine.

Cette dernière substance toxique, contenue dans le corps de divers coléoptères staphylinides du genre *Paederus* a retenu l'attention de quelques entomologistes parmi lesquels il faut avant tout citer M. PAVAN, B. BO et M.L. VALCURONE.

Les réactions cutanées se traduisant par une nécrose épidermique non typiquement vésicante et causées par ces staphylins, ont été à l'origine de nombreuses recherches ces dernières années et, grâce à elles, d'intéressantes découvertes ont pu être faites.

Cette substance toxique, nommée pédérine, dérivatif du nom générique *Paederus*, de par ses propriétés biologiques, présente un intérêt tout particulier pour la biologie et sciences annexes, ainsi que nous le verrons plus loin.

Le genre *Paederus* comprend environ 250 à 300 espèces répandues dans le monde entier. Parmi celles-ci, une trentaine sont accusées de provoquer des affections cutanées.

Selon notre éminent collègue G. FAGEL, le nombre d'espèces contenant de la pédérine est certainement beaucoup plus élevé.

Pirajà da SILVA a signalé pour la première fois, en 1911, l'action vésicante sur la peau de l'homme de *Paederus colombinus* CAST.* au Brésil.

Cet auteur communique le cas des cultivateurs de la région de Bahia travaillant dans les plantations de maïs, de haricots et de pommes de terre. Le coléoptère staphylinide y étant très commun et bien connu des gens du pays a reçu des noms populaires tels que Podó ou Trepá moleque.

Ces cultivateurs furent très importunés par ce coléoptère de par l'action vésicante produisant sur la peau des jambes, des bras et du cou un genre d'érythème prurigineux suivi d'ulcérations.

Plus tard, E.D. DALLAS, bien connu pour ses nombreuses observations dans le domaine de la Térato-entomologie, signale en 1938 un phénomène analogue chez les cultivateurs de thé, de pommes de terre, de blé et de bananes en Argentine et au Paraguay.

Depuis, de nombreux auteurs ont communiqué des lésions identiques par des *Paederus* différents dans tous les continents : *Paede-*

* Selon G. FAGEL, l'espèce n'appartiendrait probablement pas au genre *Paederus*, mais à un genre très voisin.

rus melampus ERICHS. dans les Indes, *Paederus sabaesus* ERICHS. en Afrique intertropicale, *Paederus riparius* L. et *Paederus fuscipes* CURT. en Europe, etc.

NETOLITZKY, très intrigué par ce phénomène, a essayé en 1919 d'obtenir des lésions cutanées avec d'autres coléoptères staphylinides d'Europe Centrale, et différents des *Paederus*. Son but était de savoir si d'autres staphylins possédaient cette même particularité et par conséquent le facteur toxique.

C'est ainsi qu'il a obtenu des résultats négatifs avec : *Astenus angustatus* PAYK., *Stilicus rufipes* GERM., *Medon bruneus* ERICHS., *Lathrobium fulvipenne* GRAV., tous de la sous-famille des *Paederinae*. NETOLITZKY affirme pourtant avoir constaté une ophtalmie causée par le staphylin *Oxytelus tetracarinus* BLOCK. de la sous-famille des *Oxytelinae*.

Les méthodes perfectionnées d'extraction qui ont permis d'isoler bien plus tard la pédérine chez *Paederus fuscipes* CURT. et dont il sera question plus loin, furent appliquées par PAVAN sur d'autres staphylinides comme *Creophilus maxillosus* L. et *Ontolestes murinus* L., grandes espèces, phylogéniquement bien différentes des *Paederus*. Des tests biologiques furent exécutés mais les résultats furent également négatifs.

Notons encore en passant et anticipativement, que PAVAN en faisant des extractions identiques et séparées de la tête, du thorax et de l'abdomen chez *Paederus fuscipes* CURT., a constaté que la pédérine n'est nullement limitée à une partie particulière du corps de l'insecte mais qu'elle est uniformément répartie dans tout le corps.

Selon PAWLOWSKY et STEIN, la pédérine se trouverait dans l'hémolymph des *Paederus*.

La nature du facteur toxique étant inconnue et vu l'action vésicante sur la peau de l'homme des *Paederus* pathogènes, de nombreux auteurs ont cru que la nature chimique de l'élément toxique devait être similaire ou tout au moins très voisine de la cantharidine.

Certains auteurs avaient des doutes quant à cette identité, mais faute de preuves probantes, ces soupçons restèrent purement hypothétiques. Cette dernière thèse était rendue difficile par le fait que l'élément toxique en cause n'avait pu être isolé à l'état pur et que par conséquent ses propriétés chimiques et physiques n'avaient pu être établies.

La quantité de substance toxique contenue dans le corps des *Paederus* est très minime, d'où la difficulté de l'isoler et d'établir les différentes propriétés.

PAVAN a pu calculer, plus tard, que la quantité de pédérine contenue dans le corps d'un exemplaire de *Paederus fuscipes* CURT. pesant 4 mg est d'environ 1 gamma, soit 1/4.000^e du poids corporel avec des variations allant de la moitié au double. Les femelles de cette espèce sont beaucoup plus toxiques, contenant jusqu'à dix fois plus de pédérine que les mâles.

Les études histologiques et biologiques ainsi que les recherches chimiques et physiques à l'état brut de la pédérine confirmèrent les hypothèses quant à sa différence avec la cantharidine.

BO, VALCURONE et surtout PAVAN, qui étaient de plus en plus convaincus de la différence structurale de la substance toxique en question par rapport à la cantharidine, mettaient tout en œuvre pour l'isoler.

En transférant l'élément toxique sous sa forme brute d'un solvant à un autre, ils ont finalement obtenu un résidu huileux dans la proportion de 1/100^e de la matière originale et à partir de ce résidu huileux ils ont pu isoler le facteur toxique sous sa forme pure cristalline qui correspond à 1/200^e de la fraction huileuse.

Des tests biologiques sur l'homme et la souris blanche furent exécutés et les résultats s'avèrent nettement différents de ceux obtenus avec la cantharidine.

Différentes propriétés physiques et chimiques ont pu être établies et les résultats ont définitivement mis fin à une longue controverse.

Les travaux de BO, VALCURONE et PAVAN ont surtout porté sur le domaine biologique. Ce sont les chimistes QUILICO, CARDANI et GHIRINGHELLI qui, en fait, et comme le dit PAVAN lui-même, ont fourni les premières caractéristiques de la pédérine et d'un autre facteur toxique nommé pseudopédérine.

Cette dernière substance a presque les mêmes activités mais à un degré moindre que la pédérine et a également été isolée du staphylinide *Paederus fuscipes* CURT.

Les deux substances auraient une structure chimique semblable et appartiendraient à la « famille » des terpènes.

Il semblerait, d'autre part, que la fonction de ces composés terpéniques serait la défense des insectes qui les possèdent contre d'autres insectes et animaux.

Il est curieux de constater que certaines substances toxiques extraites de plantes et employées dans la lutte contre les insectes nuisibles, appartiennent à la même classification chimique que celles extraites des *Paederus* pathogènes et quelques autres insectes.

C'est ainsi que les composés terpéniques extraits de fleurs de *Chrysanthemum* (*Pyrethrum*) *cinerariaefolium* VIS. et *Chrysanthemum coccineum* WILLD. (*C. roseum* ADAM) constituent des insecticides employés avec succès et des parasitocides pour ectoparasites employés en médecine vétérinaire.

Contrairement à la cantharidine qui a un effet attractif sur les insectes, la pédérine n'a aucune attraction sur les arthropodes.

La cantharidine, administrée par voie buccale, a une action néfaste sur l'organisme ; la pédérine, bien qu'ayant un degré de toxicité beaucoup plus élevé, a un effet nettement moindre par ce même mode d'administration.

Des recherches effectuées quant à ce phénomène ont démontré que la pédérine ne résiste pas à la digestion peptique ni à l'acide chlorhydrique. Par voie gastrique, l'activité de la pédérine est réduite ou nulle alors que pour la même quantité administrée par voie intraveineuse par exemple, elle est hautement toxique.

Par contre, la pédérine résiste à la digestion tryptique qui n'altère pas l'activité toxique de la substance. Elle présente également une résistance toute particulière aux agents biologiques dégradants.

Avant d'entreprendre des recherches dans le domaine pharmacologique et clinique avec la pédérine, PAVAN a mis au point une méthode de dosage de l'activité du facteur toxique.

Le dosage biologique par voie cutanée, s'est démontré d'une extrême sensibilité et d'une parfaite reproductibilité.

En effet, différents animaux homoeothermes ainsi que l'homme réagissent fortement à des quantités minimales de pédérine. Une zone d'érythème est perceptible avec l'application de 0,01 γ de pédérine sur la peau.

Il est à noter que les animaux homoeothermes réagissant fortement, les animaux poïkilothermes ne présentent pas de réactions cutanées.

Dans le domaine clinique, les recherches sur la localisation de la pédérine dans l'organisme des animaux homoeothermes auxquels

la substance toxique avait été administrée par différents modes classiques, n'ont pas donné les résultats attendus et espérés.

Les études anatomo-pathologiques des lésions dues aux intoxications par la pédérine ainsi que les études histologiques, n'ont pu donner jusqu'à présent, des indications quant au siège où la substance exerce son action nuisible et fatale.

Mais un fait est certain : la pédérine est une des substances d'origine animale des plus toxiques actuellement connues.

Si la pédérine appliquée sur la peau a une action vésicante et nécrotisante, elle a, d'autre part, et aussi paradoxal que cela puisse paraître, une action cicatrisante.

On constate, en effet, que les plaies résultant de l'application sur la peau de la pédérine ou des *Paederus* pathogènes guérissent relativement vite et sans complications ; ceci a suggéré à PAVAN de faire des recherches dans le domaine de la reconstitution du tissu.

En collaboration avec G. BO et E. TESTORI il a entrepris sur le rat albinos, des recherches préliminaires.

Celles-ci ont démontré une activité stimulatrice sur le développement tissulaire et sur la cicatrisation des plaies provoquées expérimentalement.

Ce nouveau principe actif de la pédérine fut appliqué dans le domaine humain par G. BO et E. TESTORI.

Le traitement de plaies de natures différentes (ulcères) à l'aide de doses très basses de pédérine chez des personnes, mêmes âgées, a démontré une activité de reconstitution du tissu ainsi qu'une excellente cicatrisation.

Dans ce même domaine de la reconstitution tissulaire, les travaux de DEOTTO ont révélé le principe actif de la pédérine dans le développement des cellules hépatiques chez le rat hépatectomisé.

PAVAN a également recherché l'influence de la pédérine sur les tumeurs développées au dépens du tissu conjonctif et dont les cellules sont en prolifération très active. Des fragments de ces tumeurs, appelées sarcomes, préalablement immergés dans une solution physiologique contenant de la pédérine, et transplantés chez la souris étaient inhibés ou leur tolérance nettement réduite.

Ce pouvoir inhibiteur a également été constaté chez les protozoaires. Les recherches menées par I. VACCARI sur les protozoaires du genre *Trichomonas* ont mis en évidence la propriété trichomonicide de la pédérine dans les cultures *in vitro*.

La faculté inhibitrice de la pédérine a aussi pu être mise en évidence dans un tout autre domaine : celui de la phytologie.

PAVAN a, en effet, démontré l'activité phyto-inhibitrice de la pédérine chez la légumineuse *Lupinus albus*.

En adoptant la méthode de Macht, il a constaté que l'addition de pédérine dans la solution nutritive de Shive inhibait complètement le développement racinaire sans altérer le pouvoir germinatif. Ce résultat a suggéré des recherches sur l'influence de la pédérine sur les tumeurs végétales occasionnées par des substances chimiques cancérogènes.

Ces tumeurs étaient inhibées par la présence de très petites quantités de pédérine dans la solution nutritive de Shive.

Ces études approfondies sur la pédérine, et il reste encore beaucoup à faire, ont nécessité un très grand nombre d'exemplaires de *Paederus fuscipes* CURT. Compte tenu de la quantité minime de pédérine dans le corps d'un exemplaire de *Paederus fuscipes* CURT., il a fallu pour les différentes expériences dont nous n'avons relaté que les plus marquantes, 75 kilogrammes de ce staphylinide, soit 18.750.000 individus.

Malgré que les *Paederus* pathogènes soient connus depuis longtemps, il a fallu attendre ces dernières années pour connaître les caractéristiques et les applications possibles de cette curieuse substance qu'est la pédérine.

*
**

Un groupe de coléoptères, et il s'agit ici d'une sous-famille de carabides, celle des *Brachininae*, a également retenu l'attention des entomologistes tant systématiciens que physiologistes.

Ces carabiques au faciès très particulier et bien connus sous le nom de « bombardiers », ont cette singulière particularité de projeter sous forme de vapeur blanchâtre un liquide à odeur forte et s'accompagnant d'une détonation. L'émission de ce liquide, comparable à une vaporisation, et dont il sera question plus loin, est phosphorescente la nuit. Les explosions se succèdent avec rapidité jusqu'à épuisement complet du liquide contenu dans deux grandes vésicules collectrices qui occupent la majeure partie de la cavité abdominale.

Dès lors, nous trouvons dans la littérature systématique des noms évocateurs, très éloquents, bien à propos : *crepitans*, *displosor*, *exhalans*, *explodens*, *psophia*, *sclopeta*, etc.

La sécrétion de ce liquide accompagnée des détonations, ont selon les différents auteurs le seul but de défense. La substance est également expulsée en cas d'excitation.

T. EISNER a, dans ce but, fait des expériences avec *Brachinus ballistarius* LEC., qu'il a mis en présence de différents prédateurs. Il a observé que le jet toxique de ce carabide est d'une efficacité remarquable et que ce coléoptère s'en sert avec beaucoup d'habileté. La projection du liquide peut effectivement être dirigée dans toutes les directions et les décharges successives émises à une cadence relativement élevée allant jusqu'à 29 fois en moins de quatre minutes. Parmi les prédateurs expérimentés se trouvait une fourmi : *Pogonomyrmex badius* LATR. Plus de 200 rencontres entre cette fourmi et ce carabide (*Brachinus ballistarius* LEC.) démontrèrent la quasi invulnérabilité du *Brachinus*. Les attaques de la fourmi furent à chaque coup arrêtées par un tir ajusté de la part du coléoptère. L'assaillant atteint par le jet du *Brachinus* bat rapidement en retraite, s'immobilise, semble abasourdi pendant que le carabide recharge ses batteries ou en profite pour prendre la fuite. Seule une attaque en groupe peut être fatale pour ce carabide du fait qu'entre chaque décharge se découle un laps de temps qui se compte, certes, en secondes, mais qui sont suffisantes pour les fourmis, très agressives et tenaces, pour mettre ce carabide hors combat.

BLUM & CRAIN (1961) de leur côté, ont mis une fourmi en présence du coléoptère ténébrionide *Eleodes hispilabris* SAY.

Celle-ci, malgré des rencontres répétées, n'a pu infliger des préjudices à ce coléoptère dont les sécrétions se sont avérées être très comparables à celles des *Brachinus*.

Selon certains auteurs, cette défense chimique n'est pas toujours aussi efficace qu'on pourrait le croire.

On rapporte le cas des Scorpions des Pyrénées qui, n'attaquant pourtant pas en groupe, consomment inopinément les *Brachinides* (*Aptinus pyrenaicus* DEJ.) qui passent dans leurs parages.

De la littérature ressort, d'autre part, que les espèces appartenant au genre *Tribolium* (*Col. Ténébrionides*) et qui sécrètent une substance très comparable à celle émises par les *Brachinus*, sont très rarement attaqués par d'autres insectes.

Les *Brachinus* se rassemblent souvent au printemps en grandes colonies de quelques dizaines, parfois une centaine, d'individus en

dessous de quelque grosse pierre en bordure d'un taillis ou d'un champs.

La systématique de la grande sous-famille des *Brachininae*, très isolée d'ailleurs des autres *Caraboidea*, est encore très controversée. C'est ainsi que les divisions subgénériques établies par REITTER pour le genre *Brachinus* WEBER, et adoptées par R. JEANNEL sont considérées comme artificielles et tenues pour non existantes par MÜLLER, SCHAUBERGER, ANTOINE et probablement beaucoup d'autres.

Quoiqu'il en soit, l'unanimité n'a pas régné non plus en ce qui concerne la nature chimique des sécrétions de ces carabides.

En effet, le liquide émis par les *Brachinus* produit sur la peau une tache rouge-brunâtre parfois très durable et dont l'odeur rappelle l'iode ou l'anhydride nitreux.

Certains auteurs, se basant sur ces simples observations, ont cru que la nature chimique des sécrétions devait être l'iode, l'acide nitreux ou des acides aminés.

C'est ainsi que VIALLI affirme avoir trouvé en 1939 l'acide nitreux dans les sécrétions du coléoptère carabide *Pheropsophus africanus* DEJ. de l'Erythrée.

SCHILDKNECHT met en doute l'affirmation de VIALLI et de quelques autres auteurs. Avec des méthodes modernes d'identification des substances comme la spectrophotométrie, la chromatographie sur papier et en phase gazeuse et la spectrométrie de masse, il a trouvé dans les sécrétions des *Brachinus* des quinones.

La présence de quinones dans les venins des arthropodes a été mise en évidence pour la première fois en 1900 par A. BEHAL et M. PHISALIX.

Avec des méthodes simples comme la solubilité dans différents solvants, la propriété réductrice, la distillation, l'emploi du réactif de Liebermann, etc., ils ont trouvé une quinone dans les sécrétions du miriapode *Iulus terrestris*.

C'est l'odeur des substances dégagées par ces « mille-pattes » qui a fait soupçonner aux deux auteurs la présence de quinones.

Partant de ce pressentiment ils avaient travaillé en parallèle avec des quinones et, en outre, constaté la même action physiologique en injectant à des cobayes d'une part des quinones et d'autre part le « venin » de *Iulus terrestris*.

Comme on le voit, les odeurs peuvent quelquefois donner une

indication quant à l'élément toxique à rechercher, mais peuvent parfois induire en erreur.

En 1932, L. MOREAU trouve la même substance, c'est-à-dire une quinone, dans les sécrétions de *Blaps gigas* L.

Depuis, de nombreux auteurs qui se sont occupés des sécrétions toxiques des arthropodes, ont trouvé des quinones dans des groupes très différents :

Coléoptères Carabides (*Pheropsophus*, *Brachinus*), Coléoptères Ténébrionides (*Tribolium*, *Blaps*, *Scotobates*, ...), Myriapodes diplopodes (*Iulus*, *Spirostreptus*, *Pachybolus*), Arachnides Opilionides, Dermaptères (*Forficula*) et Blattes (*Diploptera*).

Les « venins » ne sont pas toujours composés d'un seul type de quinone, mais peuvent parfois être composés de 2 ou 3 quinones différentes et ceci dans des proportions différentes.

Chez *Brachinus crepitans* L., par exemple, M. PAVAN signale la présence de 1,4-benzoquinone et de 2-méthyl-1,4-benzoquinone. Chez la blatte *Diploptera punctata* ESCH., le même auteur a trouvé trois quinones différentes.

Les quinones produites en tant que « venins » sont, non seulement toxiques pour les arthropodes, mais aussi pour les animaux supérieurs et l'homme.

On a attribué des réactions cutanées (bulles) au ténébrionide *Blaps judaeorum* MILLER commun dans les dunes de Wadi Gazzah (Palestine). Le même phénomène a été constaté chez *Blaps nitens* CAST. qui peut projeter sa substance toxique jusqu'à 30 à 40 cm.

D'autres coléoptères ténébrionides du genre *Tribolium* (*Tribolium castaneum* HBST., *Tribolium confusum* DUV., *Tribolium destructor* UYTENB.) vivent dans les farines dans lesquelles ils émettent des quinones. Ces farines contaminées qui virent du blanc au rose, auraient, selon N.M. PAYNE, des propriétés physiques sensiblement perturbées. En outre, ces coléoptères peuvent donner à la farine une toxicité telle que d'autres insectes, friands de cette matière, ne s'aventurent point là par où sont passés les *Tribolium*.

R.K. LADISCH qui a revu toute la littérature concernant les quinones sécrétées par les espèces appartenant au genre *Tribolium*, estime que les conséquences, suite à l'ingestion d'aliments préparés avec ces farines contaminées, peuvent être considérables. Selon cet auteur il y a une corrélation possible entre les tumeurs malignes humaines et les farines contaminées.

D'autres auteurs font encore état de désordres gastriques chez l'homme dûs à des aliments contaminés par les sécrétions des *Tribolium*. D'autre part, les réactions cutanées chez les animaux qui avaient été en contact avec des éléments contaminés sont attribuées aux sécrétions de *Blaps mortisaga* L.* dont on croit qu'elles contiennent des quinones du fait qu'on a trouvé la parabenzquinone chez *Blaps gigas* L., espèce très voisine de la précédente.

Suite au manque d'information à ce sujet et à certaines actions juridiques, H.B. MILLS et J.H. PEPPER (1939) ont entrepris des recherches sur les aliments contaminés.

Ils n'ont constaté aucune influence sur la santé de rats alimentés avec une nourriture contenant 1 % en poids de *Tribolium*. En outre, ces rats ne présentaient aucune perturbation digestive et leur poids continuait à augmenter.

Ces expériences ont été reprises par ces deux mêmes auteurs sur l'homme (volontaires de 28 à 44 ans).

Après l'ingestion d'un repas hautement contaminé dont le nombre de *Tribolium* dépassait de loin celui qu'on peut ordinairement trouver dans les farines et céréales infestées, aucun indice ne put révéler l'action nocive des *Tribolium*.

Les examens cliniques, complétés par des analyses sanguines et urinaires, ne purent mettre en évidence le préjudice causé à l'homme par ces coléoptères.

Les quinones se sont montrées comme une arme défensive chimique puissante dont la toxicité vis-à-vis des arthropodes est très élevée, mais aussi vis-à-vis des producteurs de cette substance eux-mêmes.

Les expériences de R.N. CHAPMAN, en 1926, ont démontré l'apparition de monstruosité en exposant les larves et les nymphes de *Tribolium confusum* DUV. aux gaz quinoniques produits par les adultes de cette même espèce.

CHAPMAN a constaté que 10 % des larves présentent des caractères prothétiques. Ces malformations ne sont d'ailleurs pas les seules et d'autres monstruosité ont été observées. Aucune de ces larves n'a atteint le stade imago.

* Un éminent prédécesseur à la présidence de notre Société, le professeur GILSON, a publié en 1888 une remarquable étude sur les glandes odorifères de *Blaps mortisaga* L.; l'auteur ne fait pourtant pas état de la nature chimique de la substance sécrétée.

Ces expériences reprises avec des nymphes, également exposées aux émanations de l'adulte de *Tribolium confusum* DUV., donnaient des adultes affligés de malformations.

Les recherches concernant les émissions toxiques (éthylquinone) par les adultes de *Tribolium* ont été reprises par ROTH et HOWLAND (1941-1944).

En isolant la substance toxique sous la forme de vapeur et de cristaux, et ayant mis en présence de cette matière ainsi isolée des *Tribolium* à des stades larvaires différents, ils ont constaté des anomalies se traduisant surtout par des atrophies d'appendices et des dysplasies.

Contrairement aux résultats obtenus par CHAPMAN, ces auteurs n'ont pas observé des prothétélies dont la cause doit être recherchée dans l'accumulation d'anhydride carbonique dans les élevages de CHAPMAN.

En effet, les expériences d'OOSTHUIZEN et SHEPARD (1936) ont démontré l'apparition de malformations prothétéliques chez les larves de *Tribolium* maintenues dans une atmosphère d'anhydride carbonique.

Si les larves et les nymphes des arthropodes producteurs de quinones sont très sensibles à cette substance, il en est autrement pour les adultes.

M. PAVAN a, en effet, pu observer la résistance très élevée des imagos à leurs propres émissions quinoniques. Tous les auteurs ne semblent pourtant pas partager cette opinion. En outre, y a-t-il une corrélation possible, toujours selon M. PAVAN, entre ces animaux producteurs de venins quinoniques et la résistance particulière aux insecticides chlorés.

Le meilleur exemple en est fourni par *Blaps gibba* CAST. (Col. Ténébrionide) qui sécrète des quinones et qui d'après les expériences de GHIDINI en 1949, présente une résistance exceptionnellement élevée aux différents insecticides chlorés, dont le DDT.

Les quinones sont des corps cristallins assez volatils et instables, ayant une grande affinité pour l'hydrogène et sont également des agents d'oxydation assez énergiques. Elles ont, d'autre part, des propriétés biologiques remarquables. A température ordinaire la para-benzoquinone et ses dérivés ont déjà une tension de vapeur appréciable.

Dès lors, on peut se demander comment l'animal les stabilise avant de les employer, car il n'est pas rare qu'un *Brachinus*, par

exemple, ne doive s'en servir avant plusieurs jours, et comment ces substances sont physiologiquement isolées du restant du système. Aussi peut-on se demander si le régime alimentaire intervient dans la formation d'éléments toxiques quinoniques.

Ce problème ne semble pas encore être résolu jusqu'à présent, mais plusieurs hypothèses sont émises.

L'alimentation comme apport direct de quinones doit être exclue. En effet, parmi les arthropodes producteurs de quinones, on peut trouver des espèces carnassières, phytophages et omnivores. L'hypothèse, généralement admise de l'origine biochimique des benzoquinones, est que ces substances sont synthétisées dans les vésicules productrices à partir d'une série de précurseurs, produits, eux, par différentes cellules ou glandes.

Le chemin suivi est encore obscur et on connaît encore peu sur la synthèse de ces substances, mais il se peut que ces para-benzoquinones soient formées par oxydation non enzymatique des paradi-phénols par les orthoquinones, formées, elles, par l'action de la phénolase.

D'autres schémas pour expliquer la production métabolique des quinones ont été proposés et de ceux-ci il faut surtout retenir la condensation de molécules d'acides aminés.

En partant de l'acide glutamique, l'acide pyruvique, l'alanine, etc., avec intervention d'enzymes, on arrive finalement, après des passages intermédiaires, aux quinones et ses dérivés.

Toujours est-il que, lors d'une éjaculation chez les *Brachinus*, une réaction chimique explosive a lieu dans les vésicules collectrices libérant une quantité d'oxygène. Cette formation d'oxygène libre provoque une pression expulsant sous forme de vapeur blanche un mélange de quinones.

Il n'y a pas de sécrétion détectable chez les larves, à aucun stade, ni même au stade de prépupe chez les *Tribolium*. En ce qui concerne les larves d'autres coléoptères producteurs de quinones, il ne semble pas que des recherches ont été faites à ce sujet.

Quant aux *Tribolium*, les glandes se trouvent uniquement chez les adultes, très rarement chez les pupes juste avant d'éclore, et apparaissent en même temps chez les mâles et les femelles. Ceci correspond aux expériences de DECOURSEY et collaborateurs dont il sera question plus loin.

Les *Tribolium* possèdent quatre glandes productrices de qui-

nonnes, deux thoraciques et deux abdominales. Ce n'est qu'après avoir atteint le stade adulte que les *Tribolium* peuvent émettre leurs première sécrétion, élaborée par les glandes thoraciques, les glandes abdominales ne pouvant fonctionner qu'une à deux heures plus tard. Ces sécrétions augmentent quantitativement en fonction du temps et peuvent se manifester indépendamment les unes des autres.

L'étude des matières toxiques quinoniques sécrétées par les arthropodes n'est pas aisée et demande des techniques spéciales. En effet, la difficulté réside dans le fait que les quinones sont des substances instables qui réagissent facilement et s'altèrent rapidement.

La technique habituellement employée est celle de LOCONTO et ROTH ou encore celle de R.K. LADISCH et B. MCQUE qui consiste à faire le vide dans un récipient contenant les insectes producteurs de quinones afin de provoquer l'émission des substances et ensuite de les récupérer par réfrigération.

Certaines sécrétions, comme c'est le cas pour les coléoptères du genre *Tribolium*, sont dotées d'une puissante action anti-microbienne dont l'activité doit être attribuée, du moins en partie, à la présence de quinones.

La gonyleptidine, substance extraite par C. ESTABLE, M.I. ARDAO, N.P. BRASIL et L.F. FIESER (1955) d'un Opilion de la famille des *Gonyleptidae* (Genre ? ; espèce ?) contient trois dérivés de para-benzoquinone et s'est révélée être un antibiotique efficace. Une forte sensibilité à la gonyleptidine a été notée pour différents micro-organismes, pathogènes pour l'homme, dont : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Trichomonas sp.* et autres protozoaires.

Il résulte des travaux de M. PAVAN que les sécrétions de *Brachinus crepitans* L. et *Brachinus plagiatus* REICHE ont une puissante action antibiotique sur *Staphylococcus aureus*, *Brucella melitensis*, *Eberthella typhosa*, *Shigella paradysenterica* et *Mycobacterium avium*. Les sécrétions de *Brachinus sclopeta* F. ont surtout une action sur les bacilles Gram-négatifs tels que : *Vibrio comma*, *Brucella melitensis*, *Brucella abortus*, *Brucella suis* et *Escherichia coli*.

DECOURSEY et collaborateurs ont testé l'activité antibactérienne d'un grand nombre d'extractions d'arthropodes.

Selon la méthode classique des antibiogrammes, ils ont constaté

que les extractions de *Tribolium castaneum* HBST. et de *Tribolium confusum* Duv. ont une activité antibiotique sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* à la fois, chose qu'ils n'ont pas constatée avec les extractions d'autres coléoptères producteurs de substances quinoniques.

Outre ces deux micro-organismes, d'autres germes dont la pathogénicité n'est plus à démontrer se sont montrés sensibles aux extractions des deux *Tribolium*. Parmi ces bactéries, signalons : *Salmonella schottmülleri*, *Salmonella enteritidis*, *Serratia marcescens*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Shigella flexneri*, *Pasteurella pestis*, *Brucella suis*, *Bacterium tularensis*.

Signalons encore que les extractions des larves et des pupes des deux espèces de *Tribolium* ne donnaient pas un résultat positif.

Les expériences faites *in vivo* sur la souris, démontrent clairement et contrairement à ce qu'attendaient les auteurs, une absence quasi totale de l'activité protectrice des extractions des *Tribolium* dont les agents principaux sont des quinones.

Contrairement à certaines espèces de coléoptères producteurs de substances défensives toxiques, même pour leurs propres larves et dont sont dépourvues ces dernières, il existe des insectes dont justement les larves sécrètent une matière toxique dont sont dépourvus les adultes.

C'est le cas des coléoptères chrysomélides du genre *Melasoma* et quelques autres genres (*Melasoma populi* L., *Melasoma lapponica* L., *Phyllodecta vittellinae* L., etc.).

Ces larves ont une série de vésicules pourvues de glandes sécrétrices qui s'ouvrent par des tubercules coniques et saillants correspondants, le long de la partie dorso-latérale du thorax et des sept premiers segments abdominaux.

Par le truchement de deux muscles qui tiennent en place le réservoir dans lequel est entreposé le liquide défensif, d'une part, et de la pression sanguine d'autre part, il se forme une gouttelette sur chacun des spicules quand la larve est touchée, irritée ou inquiétée. Ces gouttelettes ne sont pas dispersées, mais sont résorbées par la larve qui souvent éjectée et réaspire simultanément le liquide. Celui-ci reste finalement résorbé quand l'insecte retrouve sa quiétude.

Ce phénomène, déjà connu depuis très longtemps, a fait l'objet de nombreuses recherches, même au siècle passé, mais le problème ne semble pas avoir été résolu.

On sait, en effet, qu'environ 50 % de la sécrétion de la larve de *Melasoma populi* L. est constitué par l'aldéhyde salicylique et que celui-ci est, plus que probablement, apporté par la populine et la salicine, substances contenues dans les feuilles aux dépens desquelles vit cette larve.

Les sécrétions des larves de *Melasoma populi* L. ont des propriétés insecticides sur un certain nombre d'insectes parmi lesquels il faut citer l'adulte de cette même espèce.

La substance sécrétée par cette curieuse larve a également une activité antibiotique sur les bactéries Gram-négatives, Gram-positives et les bacilles acido-résistants y compris le bacille tuberculeux.

Nul doute que les sécrétions de cette larve ont le seul but de défense.

Les substances toxiques sécrétées par un certain nombre d'insectes sont presque toujours employées comme une arme défensive. Rarement leur utilisation reste quelque peu hypothétique, mais exceptionnellement elle est employée comme une arme offensive. Nous n'en signalons que le réduvide *Platymeris rhadamanthus* GAERST de l'Afrique Orientale.

Les recherches biochimiques sur les arthropodes sont en pleine expansion et nous n'en avons présenté que les choses essentielles ou particulièrement vivantes et intéressantes, pensons-nous. Limité à l'ordre des Coléoptères, nous avons essayé d'en donner une petite synthèse qui n'a nullement la prétention d'être complète, mais suffisamment explicite, nous semble-t-il, pour mettre en évidence les possibilités d'application qu'offrent les substances sécrétées ou contenues dans le corps de certains coléoptères ou leurs larves. Avec ROTH et EISNER, nous pensons que les recherches futures feront découvrir non seulement beaucoup d'agents thérapeutiques nouveaux produits par les arthropodes, mais aussi des substances qui trouveront des applications multiples dans les domaines les plus divers.

Institut royal des Sciences naturelles
de Belgique.

BIBLIOGRAPHIE

- BALAZUC J., 1948, *La Tératologie des Coléoptères* — Mém. Mus. Nat. Hist., Tome XXV (fasc. unique).
BEHAL A. & PHISALIX M., 1900, *La quinone, principe actif du venin de Iulus terrestris* — Bull. Mus. Hist. Nat. (Paris), Tome 6, pp. 388-390.

- BERLIAT P., 1955, *Fauves à six pattes* — Editions de la Pensée Moderne (Paris).
BO G. & VALCURONE M.L., 1958, *Azioni Biologiche della Pederina: 1° Sull'azione cutanea della pederina e della cantaridina in uomo* — Boll. Soc. Med. Chir., fasc. 5-6, pp. 1-12 (Pavia).
BO G. & VALCURONE M.L., 1958, *Azioni Biologiche della Pederina: 2° Lesioni cutanee e generali da pederina e cantaridina in topo albino e tentativi di terapia delle lesioni cutanee da pederina in topo* — Boll. Soc. Med. Chir. (Pavia), fasc. 5-6, pp. 1-10.
BLUM M.S. & CRAIN R.D., 1961, *The Occurrence of Para-Quinones in the Abdominal Secretion of Eleodes hispilabris (Col. Tenebrionidae)* — Ann. Entomol. Soc. Am., Tome 54, pp. 474-477.
DALLAS E.D., 1938, *Coléopteros que originan Dermatitis en la Republica Argentina* — VII^o Congr. Internat. Entomol. Berlin, II, pp. 678-682 (1939).
DA SILVA P., 1911, *Le Paederus colombinus est vésicant* — Archives de Parasitologie, Tome 15, p. 431.
DECOURSEY J.D., WEBSTER A.P., TAYLOR W.W. JR., LEOPOLD R.S., KATHAN R.H., 1953, *An antibacterial agent from Tribolium castaneum (Herbst)* — Ann. Entomol. Soc. Am., Tome 46, pp. 386-392.
EISNER T., 1958, *The protective role of the spray mechanism of the bombardier beetle Brachynus ballistarius Lec.* — J. ins. Physiol., vol. 2, pp. 215-220.
ESTABLE C., ARDAO M.I., BRASIL N.P., FIESER L.F., 1955, *Gonyleptidine* — Journ. Amer. Chem. Soc., 7, 4.942.
GILMOUR D., 1961, *The biochemistry of insects* — Academic Press, N.Y. and London.
GILSON G., 1888, *Les glandes odorifères du Blaps mortisaga et de quelques autres espèces* — La Cellule, t. V, 1^{er} fasc.
GHIDINI G.M., 1949, *Eccezionale comportamento di Blaps gibba Cast. verso alcuni contatticidi* — Boll. Soc. Ent. It., 79 (3-4), pp. 28-32.
JEANNEL R., 1942, *Faune de France*, Tome 39 & 40, *Coléoptères Carabiques* — Ed. P. Lechevalier (Paris).
LOCONTI J.D. & ROTH L.M., 1953, *Composition of the odorous secretion of Tribolium castaneum* — Ann. Entomol. Soc. Am., vol. 46, n° 2, pp. 281-289.
MERCK & Co, 1952, *The Merck Index of Chemicals and Drugs*, 6th Ed.
MILLS H.B. & PEPPER J.H., 1939, *The Effect on Humans of the Ingestion of the Confused Flour Beetle* — Journ. Econ. Ent., vol. 32, n° 6, pp. 874-875.
MOREAU L., 1932, *La sécrétion du Blaps gigas* — Bull. Soc. Linn. Provence (Marseille), 5, pp. 34-37.
NETOLITZKY F., 1919, *Eine neue Gruppe blasenziehender Käfer aus Mitteleuropa* — Zeitschr. f. Ang. Entom., V, pp. 252-257.
PAULIAN R., 1943, *Les Coléoptères*, Ed. Payot (Paris).
PAVAN M. & BO G., 1952, *Ricerche sulla differenziabilità, natura e attività del principio tossico di Paederus fuscipes Curt. (Col. Staph.)* — Mem. Soc. Ent. It., vol. XXXI, pp. 67-82.
PAVAN M. & BO G., 1953, *Pederin, toxic principle obtained in the crystalline state from the beetle Paederus fuscipes Curt.* — Phys. Comp. et Oecol., III, n° 2-3, pp. 307-312.
PAVAN M., 1958, *Significato chimico et biologico di alcuni veleni di insetti* — Tipografia Artigianelli, Pavia, 15.VII.1958.

- PAVAN M., 1963, *Sunto delle ricerche chimiche, fisiche, biologiche e mediche sulla pederina estratta dal coleottero Paederus fuscipes Curt.* — Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia (1962), pp. 119-124, Tipografia Compositori (Bologna).
- PAVAN M., 1963, *Ricerche biologiche e mediche su pederina e su estratti purificati di Paederus fuscipes Curt.* (Col. Staph.); Pavia 30.VII.1963 (M. Ponzio, Tipogr.).
- PAYNE N.M., 1925, *Some effects of Tribolium of flour* — Journ. Econ. Entom., vol. 18, pp. 737-744.
- PERRIER R., 1961, *La faune de la France en tableaux synoptiques illustrés*; T. 5 & 6 : Coléoptères — Ed. Delagrave (Paris).
- REITTER E., 1908, *Fauna Germanica — Die Käfer des deutschen Reiches*, 5 vol. — K.G. Lutz' Verlag, Stuttgart (1908-1916).
- ROTH L.M., 1943, *Studies on the gaseous secretion of Tribolium confusum Duv.* (II, *The odoriferous glands of Tribolium confusum*) — Ann. Entomol. Soc. Am., T. 36, pp. 397-424.
- ROTH L.M. & EISNER T., 1962, *Chemical defenses of Arthropods* — Ann. Rev. Entom., vol. 7, pp. 107-136.
- ROTH L.M. & HOWLAND R.B., 1941, *Studies on the gaseous secretion of Tribolium confusum Duv.* — Ann. Entomol. Soc. Am., T. 34, pp. 151-175.
- SCHENKING S., 1917, *Erklärung der wissenschaftlichen Käfernamen* — K.G. Lutz' Verlag, Stuttgart.
- TIAN A. & ROCHE J., 1950, *Précis de Chimie*, Ed. Masson & Co, Paris.

FICHER BIOECOLOGIQUE
ET MORPHOLOGIQUE DE DIPTERES
ENTOMOPHAGES OBTENUS D'ELEVAGE

VII-XIII

par Andy Z. LEHRER (Iasi) et Kosta DOBRIVOJEVIC (Beograd)

A partir d'élevages en laboratoire de *Pyrameis cardui* L., *Euproctis chrysorrhoea* L. et *Hypogymna morio* L. provenant de plusieurs localités de Yougoslavie (Zemun, Obrenovac, Svetozarevo et Vrsac), a été obtenu un matériel diptérologique qui nous permet de mettre en évidence quelques données systématiques, morphologiques et écologiques particulièrement importantes. De ces trois lépidoptères, *Hypogymna morio* L. s'est prouvé un hôte inconnu pour cinq espèces de diptères — parmi lesquelles, une espèce nouvelle de Tachinaires — qui l'ont parasité dans une proportion assez élevée. Le pourcentage d'infestation de ce papillon dans la localité de Zemun, évalué d'après nos recherches, a atteint les chiffres de 32,5-42 % en 1960 et 1961. Ses parasites ont été les suivants : *Exorista jugoslavica* n. sp., *Exorista fasciata* FALLEN, *Phryxe vulgaris* FALLEN, *Eucarcelia excisa* FALLEN (forme *separata* RONDANI) et *Pales pavidata* MEIGEN. Les chenilles des autres espèces n'ont donné qu'un petit nombre de parasites, déjà connus sur ces hôtes, à savoir : *Phryxe vulgaris* FALLEN et *Sturmia bella* MEIGEN, sur *Pyrameis cardui* L. ; *Exorista fasciata* FALLEN et *Alsomyia nidicola* T. TOWNSEND, sur *Euproctis chrysorrhoea* L.

Dans ce travail nous décrivons et figurons les armatures génitales mâles d'*Exorista jugoslavica* n. sp., *Alsomyia nidicola* T. TOWNSEND et *Sturmia bella* MEIGEN, et nous établissons la synonymie : *Carcelia flavicans* BELANOWSKY, 1953 = *Eucarcelia excisa* FALLEN, 1820 (forme *separata* RONDANI) (nov. syn.).