

LA POMME DE TERRE (*Solanum tuberosum* L.) SOUS LA
MENACE DU DORYPHORE (*Leptinotarsa decemli-
neata* Say)

PAR LE

DR. JEAN FEYTAUD

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Directeur du Centre de Recherches phytopathologiques. Membre du Comité International pour la lutte contre la Doryphore. Membre honoraire de l'Academia Chilena de Ciencias Naturales.

La Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est originaire du Sud Amérique, d'où elle fut apportée en Amérique du Nord et en Europe il y a plus de 400 ans, puisqu'on l'y cultivait déjà au xvième siècle, soit en Virginie, soit en Angleterre et en Irlande.

Le français PARMENTIER, qui vécut au xviiième siècle et dont le nom demeure attaché à la vogue du précieux tubercule, n'eut point le mérite de le découvrir, mais il reconnut sa grande valeur alimentaire; il préconisa sa consommation, qu'il contribua beaucoup à rendre populaire en y intéressant le roi Louis XVI et la cour, en faisant des plantations de propagande aux environs de Paris et en écrivant des ouvrages de vulgarisation, parus en 1774 et 1789.

Cette Solanée a pris depuis un siècle une telle place dans le Monde que tout ce qui la touche doit nous intéresser. Elle a comme ennemis des Insectes: Rhynchotes tels que Pucerons et Cicadelles, Coléoptères tels que *Leptinotarsa*, *Epitrix* et *Agriotes*, Lépidoptères tels que Noctuelles, *Sphinx atropos* et la Teigne *Phthorimaea*. Elle a également ses maladies: le Mildiou, la Gale verruqueuse et les diverses maladies à virus, qui impliquent l'intervention d'insectes inoculateurs.

Les affections les plus généralisées sont d'une part le Mildiou (*Phytophthora infestans*), maladie cryptogamique originaire du Sud - Amérique, et le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say), Insecte phytophage qui est en train d'envahir les cultures du Vieux - Continent européen et qui menace d'atteindre peu à peu toutes les autres.

Il appartient à la famille des Coléoptères Chrysomélides. Long d'un centimètre environ à l'état d'imago, il a, avec des dimensions plus grandes, la forme générale d'une Coccinelle; sa robe le distingue nettement: elle présente un fond général jaune avec toute une série de taches noires, entre autres 10 bandes régulières et parallèles sur les élytres.

Les oeufs (au nombre de plusieurs centaines pour une femelle) sont jaunes, allongés, dressés en touffes au revers des feuilles; les larves, massives, renflées, rouges, avec la tête et le corselet noirs ainsi qu'une série de points alignés sur les flancs. La nymphe est rose; elle est dans la terre où se fait la métamorphose. C'est aussi dans la terre que l'Insecte passe l'hiver sous forme d'imago, à l'état de diapause.



Fig. 29.—Le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say): et larve, nymphe, insecte parfait, grossis.

Il y a normalement deux générations par an, quelquefois trois, quelquefois une seule, suivant les régions et les années. Les dégâts, qui se traduisent par la destruction des feuilles et de toutes les parties vertes, sont le fait de l'imago et surtout de la larve.

C'est à ce dangereux Coléoptère que je consacre la présente étude. Il a été mentionné pour la première fois par Th. SAY qui étudia les premiers échantillons recueillis au moment de l'expédition scientifique organisée par le major LONG.

On constata par la suite que l'Insecte existait, à l'état épars, sur le versant est des Montagnes Rocheuses, plus particulièrement dans les steppes et savanes de l'Etat du Colorado, ainsi que dans la partie ouest des Etats du Nebraska et du Kansas. Ce n'était alors, et ce ne fut jusque vers 1850, qu'une « curiosité entomologique », suivant l'expression de Charles RILEY.

En fait, la contrée où on l'a remarqué tout d'abord ne serait peut-être pas son point de départ. Le naturaliste américain TOWER, qui c'est attaché à de belles études sur les transformations subies par les *Leptinotarsa*, estime que tous les représentants de ce genre sont originaires de l'Amérique centrale, ou même des confins de l'Amérique méridionale, et qu'ils se sont avancés vers le Nord, à travers le Mexique, en trois groupes:

groupe pacifique, groupe atlantique et groupe des plateaux. Notre Doryphore dériverait de ce dernier; par une forme de passage désignée sous le nom *d'intermedia*, TOWER le rattache à un type ancien, *Leptinotarsa multitoeniata* Stal.

Inféodée au *Solanum rostratum*, la série phylétique *multitoeniata - intermedia - decemlineata* se serait avancée en même temps vers le Nord et l'Est, à la suite de la plante sauvage, dont les graines ont dû être transportées depuis le XVI^{ème} siècle, par le jeu de la conquête espagnole et aussi par les migrations d'animaux, jusque dans le Nord du Mexique, le Nouveau-Mexique, le Texas et l'Arizona (où l'on trouve le type intermédiaire), puis encore au-delà par les déplacements naturels de Bisons et autres Mammifères à la toison desquels elles s'accrochent.

Le *decemlineata* se serait formé comme espèce nouvelle sur le versant des Montagnes Rocheuses, dans le Nord du Texas et du Nouveau Mexique, dans l'Est du Colorado et sur les confins du Kansas et du Nebraska, c'est-à-dire dans l'aire territoriale où sa présence a été reconnue durant la première moitié du XIX^{ème} siècle.

Il y demeure cantonné avec son aliment jusque vers 1850.

La prospérité et la renommée mondiale prises par lui à partir de ce moment - là sont une des plus étranges conséquences de notre civilisation, un des grans bouleversements provoqués dans la nature par l'intervention de l'homme.

Vers le milieu du siècle, la colonisation progressivement étendue vers l'Ouest introduisait dans le jeu un nouvel élément; les immigrants apportaient avec eux les précieux tubercules du *Solanum tuberosum*, de cette Pomme de terre qui, grâce à la propagande de PARMENTIER, avait pris déjà une grande place dans l'alimentation en Europe occidentale et qui de proche en proche allait se répandre en Amérique du Nord depuis l'Atlantique à la suite des colons.

Ce qui se passa des lors est simple. Il existait précédemment une limite de l'extension du *Leptinotarsa decemlineata*, c'était celle de sa plante hôte, le *S. rostratum*, si des insectes allaient au delà, ils ne trouvaient pas à s'alimenter et n'avaient point de descendance.

Or, dès que les plantations de pommes de terre, échelonnées par les immigrants d'Est en Ouest le long de leur route comme relais alimentaires, atteignirent cette zone, l'Insecte fut attiré par la plante nouvelle qui convenait parfaitement à son goût; il se jeta en quelque sorte sur elle et profita de



***Leptinotarsa decemlineata* Say:**

1. Groupe d'oeufs fraechement pondus.
2. Larves jeunes.—3. Larve agée.
4. Insecte adulte.—5. Larve grossi.
6. Nymphes (situées dans le sol).—7. Adulte grossi.

l'abondance d'un feuillage mis à sa disposition sur les terrains de culture; il se multiplia facilement, il essaima d'un champ à l'autre et ses légions ailées suivirent à rebours, de relais en relais, le trajet qu'avaient suivi les pionniers porteurs de la semence.

Il gagna peu à peu d'Ouest en Est la série des points de ravitaillement que ceux-ci avaient établi d'Est en Ouest sur leur passage; sa dispersion à la faveur de la nouvelle plante fut d'autant plus facile que les champs étaient tout préparés à bonne distance pour le recevoir et qu'ils allaient même se rapprochant les uns des autres vers l'Atlantique.



Fig. 30.—L'invasion du Doryphore en Amérique du Nord: les croix ++++ indiquent la contrée d'origine du *Leptinotarsa decemlineata* Say; les zones pointillées —.—.— correspondent aux territoires envahis, celles qui portent des XXX aux parties très atteintes et les fleches indiquent les directions générales suivant les quelles s'est effectuée la progression.

On suit nettement cette invasion à partir de 1859, époque où on trouve le Doryphore dans la partie orientale du Nebraska, à 160 kilomètres à peine d'Omaha, la capitale; deux ans plus tard, il est largement répandu dans le Kansas et l'Iowa; en 1865 on le voit déjà fortement disséminé au delà du Mississippi, en Illinois. Les progrès continuels de l'invasion le font arriver en 1866 sur la rive du Lac Michigan, et sur celle du Lac Huron en 1870.

Il est implanté largement dans les Etats de Pensylvanie, Kentucky et New-York en 1872, dans ceux de Virginie

Maryland et New-Jersey en 1873 et il fourmille en 1876 dans ceux de la Nouvelle Angleterre.

A cette date, l'Insecte a gagné toute la partie de l'Amérique du Nord comprise entre les Rocheuses et l'Atlantique et il l'a fait à une vitesse moyenne annuelle de 140 kilomètres. Puis l'invasion se poursuit au Nord sur quelques provinces canadiennes (Québec, Ontario, Manitoba), au Sud jusqu'en Louisiane et dans le Nord de la Floride, au Nord - Est jusque dans l'Etat de Washington et la Colombie britannique.



Fig. 31.—Les progres de l'invasion en Europe occidentale jusquá 1936.

Mais, depuis 1871, Charles RILEY a placé la question sur le terrain mondial et il renouvelle en 1876 le conseil donné aux Européens, «de faire bonne garde et de ne pas se laisser endormir par les arguments de ceux qui ne croient pas á l'acclimatation, car ils pourraient apprendre un jour á leurs dépens combien est robuste et vivace la constitution du Doryphore».

Allemagne, Belgique et France ont déjà pris des décrets

interdisant l'entrée des pommes de terre d'origine américaine. Des appels à la vigilance sont lancés et renouvelés, des tracts et des gravures contribuent à donner l'alarme et l'on peut ainsi déjouer à temps la menace de transports accidentels de doryphores adultes, trouvés sur des navires ou dans les hangars des ports, et découvrir des foyers en cours de formation sur des parcelles de culture, soit en Allemagne, en 1877, 1887, 1914 et 1934, soit en Grande - Bretagne, en 1901 et 1933. Par une bien curieuse coïncidence, les deux alertes d'Angleterre ont touché le même point du territoire (Tilbury), comme les deux derniers d'Allemagne (Hohenwedel, près de Stade).

La France, épargnée jusqu'à la Grande Guerre, fut atteinte aussitôt après et l'invasion y était ancrée déjà si fortement quand on la découvrit qu'il fut impossible de la conjurer. Les efforts considérables faits par le Service de la Défense des Végétaux ont seulement retardé la marche de l'Insecte qui, à la vitesse moyenne de 50 km. par an, a fini par atteindre en 1935 la Belgique, en 1936 le Luxembourg et la Sarre, en 1937 la Suisse et les Pays - Bas.

Les détails de cette progression ont été publiés année par année et récapitulés en 1936 dans la «Revue de Zoologie agricole» de Bordeaux.

Il est aisé de se rendre compte que les transports accidentels, qui sont, bien entendu, à la base de toutes les apparitions du Doryphore en Europe, ont très peu joué depuis l'implantation définitive de l'Insecte, et que l'extension de son aire est dûe à ses moyens naturels: longévité, résistance de l'adulte qui peut demeurer vivant plus d'un semestre sans manger; fécondité et rapidité du développement qui permettent à chaque femelle de produire, en descendance directe, plusieurs centaines d'individus et d'en fournir des dizaines de mille au bout de l'année; faculté de déplacement par la marche, la flotaison et le vol.

C'est le vol qui fait chaque année gagner à l'espèce de vastes étendues nouvelles, ce vol intense déterminé à la fois par l'état physique des sujets, par les conditions thermiques du lieu d'origine ou par la pénurie d'aliment, vol dont l'amplitude est plus ou moins grande suivant le relief et les courants.

Sur le sens de la propagation, le relief joue un rôle certain: nous avons vu, dès l'origine, les massifs forestiers et les collines s'opposer pour un temps aux migrations des insectes à

partir de la plaine ou des bas - plateaux girondins et les vallées leur offrir, au contraire, des couloirs propices.

L'influence du vent est plus importante encore puisqu'elle conditionne à la fois la direction et l'ampleur des bonds annuels: si d'ordinaire ils ne dépassent pas la distance de 20 kilomètres prise comme rayon de garantie dans le tracé des zones de protection françaises, les grands courants aériens sont susceptibles de les quintupler, de les décupler même parfois.

Au terme de la dissémination produite par le vol, les doryphores n'arrivent pas toujours infailliblement au but qui est la découverte d'une provision d'aliment propice. Beaucoup tombent en milieu défavorable, en pleine forêt, en plein vignoble, voire en plein océan; il est vrai que, sauf dans le dernier cas, la faculté de résistance dont ils sont doués leur permet de repartir et de courir la chance une fois de plus.

La Pomme de terre est devenue l'aliment fondamental de l'espèce, pour qui la grande place prise par cette culture est un gage de prospérité. Mais d'autres Solanées lui conviennent aussi, les unes cultivées comme l'Aubergine et la Tomate, les autres sauvages comme la Douce - amère, la Morelle, le Datura, la Jusquiame et la Belladone, qui, toutes, ont permis d'obtenir expérimentalement l'évolution complète du Doryphore, de l'oeuf à l'insecte parfait.

Une question d'avenir est celle de la résistance plus ou moins grande selon les variétés. Nous avons déjà montré nettement que parmi les Tomates (*Solanum lycopersicum* L.) certaines sont très atteintes et d'autres peu. De telles différences n'ont pas été relevées encore entre les variétés courantes de Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), mais les études poursuivies depuis quelques années par M. TROUVELOT à notre laboratoire de campagne font pressentir qu'une hybridation judicieusement conduite permettra l'obtention de sortes nouvelles, suffisamment productrices en tubercules de qualité et peu réceptives ou réfractaires au ravageur.

Les observations sur les maladies et les ennemis naturels du ravageur sont aussi d'un grand intérêt. Nous avons reconnu, dès 1922, qu'il existait, dans les terres meubles des environs de Bordeaux, un Champignon entomophyte susceptible de provoquer la mort de beaucoup de doryphores, surtout à l'état adulte et pendant l'hiver. Il s'agit de *Beauveria effusa* Vuill., espèce à laquelle un de mes collaborateurs, M. DIEUZEIDE, a consacré deux importants mémoires. MM. POISSON et PATAY ont constaté, à leur tour, en Bretagne, l'intervention d'un *Beauveria* très voisin du nôtre et dont ils ont fait une espèce distincte: *B. doryphorae*.

Au point de vue microbien, un autre de mes collaborateurs, M. BRUNETEAU, a, pendant les années 1930 et 1931, entrepris une étude de la flore bactérienne de larves malades. Il a reconnu la présence de Coccobacilles et relevé une association de Bactérie et de Champignon dont un des termes jouerait un



Fig. 32.—Un plant de Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) attaqué par les larves de Doryphore.

rôle pathogène. Puis l'Américain WHITE a publié une fort intéressante note, signalant l'existence d'une maladie bactérienne qu'il avait observée depuis 1921 sur certains lots de *Leptinotarsa decemlineata* aux environs de Washington et d'Arlington; elle est produite par un Bacille spécial qu'il désigne sous le nom de *Coccobacillus leptinotarsae*.

Quant aux véritables ennemis naturels, aux animaux mangeurs de Doryphore, ils sont nombreux. J'ai déjà, en 1922 donné une liste de 35 Oiseaux qui, en Amérique du Nord, sont réputés comme tels; pour la compléter d'après les indications récentes de M. Mac ATEE, je dois y ajouter les noms de trois espèces: *Geococcyz californianus*, *Squatarola squatarola* et *Otocoris alpestris*.



Fig. 33.—Un plant sur lequel l'attaque est plus avancé et dont toutes les feuilles ont été dévorées.

N'oublions pas que, dans les 38 sortes d'Oiseaux qui ont la réputation de s'attaquer à la Chrysomèle de l'autre côté de l'Océan, il y en a deux qui sont françaises: l'Etourneau (*Sturnus vulgaris* L.) et le Moineau (*Passer domesticus* L.). Ici comme là-bas ils apprécient l'abondance des bonnes proies offertes par les foyers doryphoriques.

Nous avons vu ces mêmes proies recherchées par la Caille (*Coturnix coturnix* L.) et par la Perdrix (*Perdix perdix* L.) dont le rôle a été déjà discuté et reconnu, puis par la Corneille,

(*Corvus corax* L.) et il est bien certain que nous dresserons à notre tour une assez longue liste d'espèces sauvages mangeuses du Doryphore lorsque nous aurons groupé les observations éparses qui peuvent se faire d'année en année dans les campagnes.

Le Faisan (*Phasianus colchicus* L.), qui se trouve naturalisé en divers points de France, s'est révélé à nous comme un amateur de doryphores, tout comme le *Phasianus torquatus* en Amérique, et il est probable que notre Gelinotte (*Bonasa sylvestris* Brehm) se comportera à ce propos comme sa congénère des Etats Unis (*Bonasa umbellus*).

Les Oiseaux de basse - cour, après une hésitation de début en présence d'un aliment inconnu, se sont accoutumés à en manger peu ou prou. Les plus actifs, à ce point de vue, seraient le Dindon (*Meleagris gallopavo* L.) et la Pintade (*Numida meleagris* L.), que d'aucuns ont utilisé avec succès dans leurs champs.

Dans le monde des Vertébrés, en dehors des Oiseaux, signalons comme destructeurs éventuels du *Leptinotarsa*, les Musaraignes et les Hérissons, les Serpents, les Lézards, notamment *Lacerta viridis* que j'ai vu en prendre dans la région bordelaise, et les Crapauds, précieux auxiliaires, si souvent méconnus des agriculteurs.

Parmi les Invertébrés, nous pouvons signaler un *Mermis* non déterminé qu'il nous a été donné de trouver dans le corps d'un Doryphore adulte.

Mais c'est l'embranchement des Arthropodes qui groupe les ennemis naturels les plus nombreux et les plus actifs du ravageur de la Pomme de terre: des Acariens comme des *Trombidium*, qui détruisent les oeufs, et des Araignées, qui attaquent larves et adultes, mais surtout des Insectes.

En Amérique, on connaît comme tels 7 Carabides, 2 Staphylinides, 1 Cicindélide, 9 Coccinellides, 2 Vespides, 1 Asilide 2 Tachinaires, 2 Reduviides et 10 Pentatomides, tous prédateurs à l'exception des Tachinaires qui jouent le rôle de parasites.

En Europe, aucun Insecte ne s'est révélé jusqu'à présent comme un parasite franc de la Chrysomèle américaine. D'intéressantes observations ont été faites, toutefois par un de mes collaborateurs (COUTURIER), sur une tendance à cette adaptation offerte par la Mouche *Meigenia mutabilis* Fall., et par le Mymaride *Anaphes pratensis* Förster.

Par contre, d'assez nombreux Insectes prédateurs se sont habitués déjà à la nouvelle proie. Nous avons observé dans

ces conditions: des Coleoptères Carabides (*Calathus melanocephalus* L.), Staphylinides (*Ocyopus olens* Mill., *O. morio* Grav.), Coccinellides (*Coccinella 7 punctata* L.), des Orthoptères tels que les Forficules (*Forficula auricularia* L.); parmi les Névroptères, les Chrysopes (*Chrysopa vulgaris* L. et autres espèces) dont les larves sont surprises maintes fois en train de sucer les oeufs, qu'elles déciment largement; des Hyménoptères tels que les Guêpes (*Polistes gallicus* L.), que nous avons vues emportant des larves sur certains champs du Médoc; des Diptères comme *Leptis tringaria* Macquart que nous avons vu en attaquer dans la Corrèze; plusieurs Hémiptères Hétéroptères enfin: *Arma custos* F., *Picromerus bidens* L. et surtout *Zicrona coerulea* L., qui était connue seulement comme ennemie des Altises (1) et qui se montre désormais friande des larves de *Leptinotarsa*, tout en révélant sa présence sur les champs de pommes de terre en des points de France où on ne l'avait jamais remarquée précédemment.

L'action des mangeurs de Doryphore a pour effet évident une réduction et, quel que soit le degré de pullulation du ravageur, on peut affirmer qu'il serait bien plus grand sans l'intervention de ces divers frénateurs.

Il serait certes avantageux d'accroître leur influence, de les multiplier, de les distribuer partout et d'en faire autant pour les maladies cryptogamiques et microbiennes. Un jour viendra sans doute où les progrès de la Science permettront de provoquer des épizooties susceptibles de réduire les fortes invasions d'Insectes nuisibles; mais à l'heure présente, nous devons reconnaître notre impuissance dans ce domaine, à quelque rares exceptions près.

Quant aux petits carnassiers qui se nourrissent du Doryphore et sur lesquels nous attirons l'attention des agriculteurs pour qu'ils évitent de les détruire, nous ne pouvons guère augmenter sur place leur efficacité, parce qu'ils font partie d'un complexe biologique dont l'équilibre s'est établi et se maintient naturellement.

Mais nous pouvons introduire dans ce complexe des éléments nouveaux, faire intervenir des ennemis naturels supplémentaires appartenant à des espèces qui n'existent pas encore dans le pays. C'est ce que nous cherchons à faire en France où, depuis 1934, nous nous efforçons d'acclimater quelques espèces remarquables prises en Amérique du Nord, pays d'origine du *Leptinotarsa*. La tentative porte sur le Carabide *Lebia grandis* Hentz., sur les Pentatomides *Podisus maculiventris* Say et *Pe-*

(1) Notamment de l'Altise de la Vigne (*Haltica ampelophaga* Guér. Men. = *lythri* Aubé).

rillus bioculatus Fab.; elle sera faite aussi pour les Tachinaires *Doryphorophaga doryphorae* Riley et *D. aberrans* Town.

Le ravageur qui nous occupe et contre lequel les services phytopathologiques de l'Europe occidentale dressent un système défensif rigoureux, trouve depuis 17 ans dans cette contrée nouvelle des éléments de prospérité tout aussi favorables que ceux dont il bénéficiait déjà en Amérique du Nord.

Sur les territoires en cours d'invasion, où sa nourriture est assurée d'avance par la densité des champs de *Solanum tuberosum*, avec le renfort éventuel d'autres Solanées cultivées ou sauvages, sa fécondité naturelle et sa faculté de dissémination peu communes peuvent s'exercer librement. Aussi la tache d'huile qui, depuis les régions bordelaise et limousine, s'est étalée peu à peu jusqu'à déborder la frontière française du Nord - Est en commençant à gagner les régions flamande et rhénane, va-t-elle se diffuser en nappe de proche en proche sur le reste du Continent.

Les agronomes des pays encore indemnes, attentifs et inquiets, se demandent jusqu'où s'étendra le mal. Cette question, qui intéresse tous les pays producteurs de Pomme de terre, dépend étroitement de l'influence du climat, à laquelle je vais consacrer les pages suivantes.

Je rappellerai tout d'abord quelques faits relatifs à l'action des facteurs température et humidité, considérés soit à part, soit ensemble. Les Insectes y sont particulièrement sensibles en raison de leur petite taille et de leur surface relativement grande par rapport au volume, comme l'a montré KENNEDY (1927).

Pour chacun, il existe à l'égard de ces deux facteurs, un optimum avec des écarts en dessus et en dessous jusqu'à un maximum et un minimum qui, dans une espèce, sont comparables pour un stade donné, mais qui diffèrent de l'une à l'autre. La plupart résistent au froid plus qu'on ne le suppose habituellement. Dans une étude sur l'Hiver et les Insectes (1919), j'ai montré jadis quel crédit il fallait accorder à l'idée que les grands hivers de notre région libèrent les cultures de la menace des ravageurs. Je rappelais que les chrysalides de *Cochylis* (*Clysia ambiguella* Hubn.) et d'Eudémis (*Polychrosis botrana* Schiff.) avaient parfaitement résisté à -10° pendant 10 ou 12 jours (LABORDE, FEYTAUD), que celles de la Piéride du Chou (*Pieris brassicae* L.) avaient survécu à des chutes thermométriques répétées allant jusqu'à -17° (LABERGERIE, BONNET) et

que les chenilles de *Cossus cossus* L. avaient subi en un mois sans périr jusqu'à 6 épreuves d'une heure à -20° , devenant alors raides et cassantes comme du verre, mais reprenant vie à la suite (PORTIER et Mlle. GUEYLARD).

Si beaucoup d'auteurs ont noté la résistance au froid de telle ou telle espèce, bien peu ont fourni des données précises et tenu compte à la fois de la durée d'exposition, de l'âge et de l'état physiologique des sujets, ainsi que de la saison; les indications publiées ne sont donc pas toutes comparables et nous devons les entourer de quelques réserves. Notons cependant que, d'après les chiffres groupés par UVAROV (1931), la mort a été déterminée au bout d'une heure à -5° pour la Blatte orientale (*Blatta orientalis* L.) (GRABER), de 3 heures à -10° pour la Bruche du Haricot (*Acanthoscelides obtectus* Say) (CARTER) de 64 heures à -15° pour la larve de la Mouche du fromage (*Piophilha casei* L.) (SIMMONS), de une heure à -12° pour le Hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.) (FAES et STAEHELIN) et de 10 heures à -32° pour l'*Anopheles maculipennis* Hoffm. (SCHTCHERBAKOV). Il faut considérer comme une exception le cas du Borer indien (*Xylotrechus quadripes* Chev.) parasite du Caféier qui, d'après BOUTAN, meurt en 3 minutes à -1° .

Sur les températures élevées, les observations reproduites par UVAROV sont aussi disparates. Elles dénotent que la mort est survenue au bout d'une heure entre 35 et 45° pour le Hanneton (FAES et STAEHELIN), au bout d'une minute à 45° pour la Vrille striée (*Anobium striatum* Ol.) et le Lycte brun (*Lyc-tus brunneus* Steph.) (WELCH), au lieu de 5 heures à $50 - 51^{\circ}$ pour *Trogoderma granarium* Ev. (HUSAIN et BHASIN); au bout d'une heure à 50° et de 10 minutes à 55° pour le Borer indien (BOUTAN); au bout de 15 minutes à 45° pour les chenilles de Cochyliis, d'Eudémis et de *Phalera bucephala* L. (DEWITZ). Il semble que la limite supérieure varie moins que l'inférieure; elle serait au voisinage de 50° pour de nombreuses espèces.

L'effet change, bien entendu, suivant l'âge et l'état de l'Insecte, et suivant la durée, une température prise bien en deça des extrêmes pouvant à la longue devenir fatale: ainsi BACK et DUCKETT (1918) ont montré qu'à 55° les larves de la Bruche du Haricot (*Acanthoscelides obtectus* Say) meurent au bout de 20 minutes, les nymphes au bout de 25, les imagos au bout de 4, et, d'après BACK et PEMBERTON (1916), les oeufs de la Mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied), tués au voisinage de 0° en deux semaines, le sont tout aussi bien au voisinage de $+5^{\circ}$ en un mois et demi.

Deux espèces voisines se comportent d'ailleurs parfois de

façon toute différente. Un bon exemple est celui des Calandres, *Sitophilus granarius* L. et *S. oryzae* L.; ROBINSON (1926) a noté qu'aux températures de $-1^{\circ}1$, $-6^{\circ}6$, $-12^{\circ}2$ et $-17^{\circ}7$, les durées d'exposition mortelles, exprimées en heures, étaient respectivement: pour *granarius*, 545, 100, 70 et $2\frac{1}{2}$; pour *oryzae*, 98, 14, $3\frac{1}{2}$ et $1\frac{1}{2}$.

Enfin, les variations individuelles ne sont pas négligeables puisqu'entre 12 chrysalides du Sphinx de l'Euphorbe (*Deilephila euphorbiae* L.) soumises par MAUCKLER (cité par UVAROV, 1931) à une température de 87° , onze sont mortes tandis que la douzième produisait un insecte parfait très viable; mais elles comptent peu en regard des variations spécifiques.

Le facteur température n'a pas seulement une grande importance quant aux possibilités de vie des Insectes; il influe beaucoup sur leur comportement, sur leur maturité génitale et leur fécondité, sur leur évolution. BODENHEIMER (1924) constate, par exemple, que le développement total de *Ceratitis capitata* Wied, qui dure 20 jours à 26° , exige plus du double, près de 42, à $19^{\circ}5$. Et ne voit-on pas les espèces à plusieurs générations annuelles parfaire leur cycle en quelques semaines en été et le trainer sur de longs mois en hiver? Ainsi l'Eudemis (*Polychrosis botrana* Schiff.) passe une semaine à l'état de chrysalide lors de ses première et deuxième générations (en juin et en août), tandis qu'elle y demeure sept mois lors de la troisième (d'octobre en avril ou mai.)

Or cette question de la température est étroitement liée à celle de l'humidité. L'eau est un élément indispensable pour les Insectes; ceux mêmes qui sont adaptés à vivre aux dépens de substances sèches, comme les Bruches et les Calandres, ont besoin que leur aliment en contienne une certaine proportion (au moins 10%), étant donné que, sauf exception discutable, (*Tenebrio molitor* L. d'après MELLANBY, 1932), ils sont incapables d'absorber la vapeur d'eau de l'air, même saturé. Lorsqu'ils meurent sous l'effet de la chaleur dans les conditions naturelles, ce n'est donc pas uniquement le facteur température qui intervient, mais aussi la dessiccation.

Sans faire intervenir le cas d'espèces que leur mode de vie tient constamment dans le sol, dans le bois, sous les pierres ou les feuilles, mortes, où bien encore dans les cavernes à l'abri des variations de l'atmosphère, je me contente de rappeler l'exemple des papillons de la Cochyllis (*Clysia ambiguella* Hübn.) nettement hygrophiles et mis dans l'impossibilité de repro-

duire par la sécheresse et l'absence de rosée, au cours de certains été rigoureux où, par suite, la deuxième génération avorte presque entièrement: les chiffres et les courbes que j'ai publiés en 1919, après 10 années d'observations sur un même vignoble, montrent que l'espèce se développe beaucoup par les étés frais et humides (1910, 1917) et périclité par les étés chauds et secs (1911, 1918).

ROBINSON (1928) compare les quantités d'eau contenues dans le corps de quelques insectes et dans leur aliment. Il constate que les mangeurs de matières sèches en retiennent davantage, à telle enseigne que les *Sitophilus*, par exemple, en ont de trois à cinq fois plus que le grain de Blé dont ils se nourrissent (46 à 50% au lieu de 9 à 16) tandis que les phytophages en emmagasinent relativement moins, la proportion étant soit presque la même dans leur corps que dans le feuillage absorbé (chenilles de *Pieris rapae* L. mangeuses de Chou: 83 - 84% contre 88 - 89), soit en excédent (chenilles de *Telea polyphemus* Cram. qui ronge les frondaisons du Noisetier: 90 - 92% contre 71 - 73), soit en déficit (*Leptinotarsa decemlineata* Say adulte, par rapport aux parties vertes de la Pomme de terre: 62 - 66% contre 70 - 74).

Le même auteur montre qu'une partie de l'eau contenue dans les tissus des insectes est libre et facilement perdue par évaporation, tandis qu'une autre, combinée avec les colloïdes, est peu affectée par les influences extérieures, et c'est précisément celle-ci qui est accrue chez les mangeurs de matière sèche: elle atteint 50% pour *Sitophilus granarius* et 35% pour *S. oryzae*, contre 3 à 9% seulement pour les chenilles phytophages.

Notons, du reste, que la perte d'eau accroît, dans certaines limites, la résistance à la chaleur et au froid. Il est établi par les travaux de TOWER (1917) et BREITENBECHER (1911, 1918), de BUXTON (1933), de ROBINSON (1928) et les nôtres (1930) que le Doryphore résiste mieux à la chaleur en milieu sec qu'en milieu humide, de sorte qu'après avoir perdu une bonne partie de son eau, il supporte quelques degrés de plus (jusqu'à 5.° d'après BUXTON). D'un autre côté, BACHMETJEV (1901), cité par UVAROV, a constaté chez des insectes parfaits d'*Aporia craiaegi* L. une forte augmentation de la résistance au froid par un abaissement de la proportion d'eau de 0,62 à 0,56: le degré limite (supercooling point) s'est abaissé de -6°,2 à -9°,2 et le point de congélation (freezing point) de -0°,7 à -1°,4. Enfin, PAYNE (1927) a pu faire supporter -28° à des larves de *Popillia japonica* Newm. qui avaient été deséchées au point de perdre la moitié de leur poids.

Les insectes qui s'engourdissent pendant l'hiver se préparent d'ailleurs à l'hibernation par une perte d'eau sensible. On discute sur le mécanisme de la résistance ainsi acquise; elle peut tenir à l'augmentation du taux des cristalloïdes ou à l'incorporation d'une proportion d'eau plus grande dans les colloïdes des tissus.

Pour en revenir au Doryphore, je signale les remarques toutes récentes faites par BUSNEL et DRILHON sur des doryphores de la première génération prélevés dans la Creuse et mis en état d'hiverner à Paris. La teneur moyenne en eau pour 100 grammes, voisine de 57 en octobre est descendue à 37 en novembre pour se relever au dessus de 63 à partir de décembre. Les mêmes auteurs ont noté une augmentation brusque des lipides pendant la période qui précède l'entrée en diapause, et un abaissement maximum au moment de la phase génitale qui suit la sortie d'hibernation.

Les belles expériences de TOWER et BREITENBECHER ont permis de modifier le comportement de ce Coléoptère: des adultes pris à Chicago ont été transportés à Tucson (Arizona) où leur descendance s'est adaptée à vivre en milieu désertique; puis, ramenant au premier lieu des individus développés dans le second, on s'est aperçu que le pourcentage des sujets susceptibles de survivre à l'hiver sous le climat de Chicago, ordinairement compris entre 46 et 76, était descendu à 7,5 à la deuxième génération, à 2,25 à la quatrième, et qu'il était tombé à zéro à la huitième, l'Insecte ne supportant plus le froid. Cette profonde modification tient à la résistance acquise en Arizona contre la dessiccation même.

Cela me conduit à parler de l'acclimatation qui soulève tant de problèmes intéressant l'avenir de l'humanité. Les faunes, plus encore que les flores, tendent à se diffuser à la surface de la Terre, en dehors même et à l'encontre de la volonté de l'Homme, qui a, pour ses besoins ou son plaisir, disséminé déjà maintes espèces plus ou moins utiles (1). Ainsi beaucoup d'Insectes malfaisants ont passé accidentellement d'un continent à l'autre.

Sans parler des mangeurs de grains, qui sont devenus cosmopolites en gagnant tous les grands ports de l'Univers, nous pourrions citer de nombreux exemples parmi les ravageurs de

(1) Certaines acclimations volontaires d'animaux se sont révélées regrettables, par exemple celle du Moineau (*Passer domesticus*) en Amérique et celle de l'Ondatra (*Fiber zibethicus*) en Europe.

nos cultures. Les Cochenilles, qui voyagent fixées sur les plantes et les fruits et que leur forme plus ou moins aplatie, leur teinte neutre et leur immobilité font si bien passer inaperçues, sont au premier chef les gages courants de telles surprises; aussi leurs espèces les plus dangereuses se répandent - elles peu à peu sur les plantations fruitières et ornementales du Monde entier.

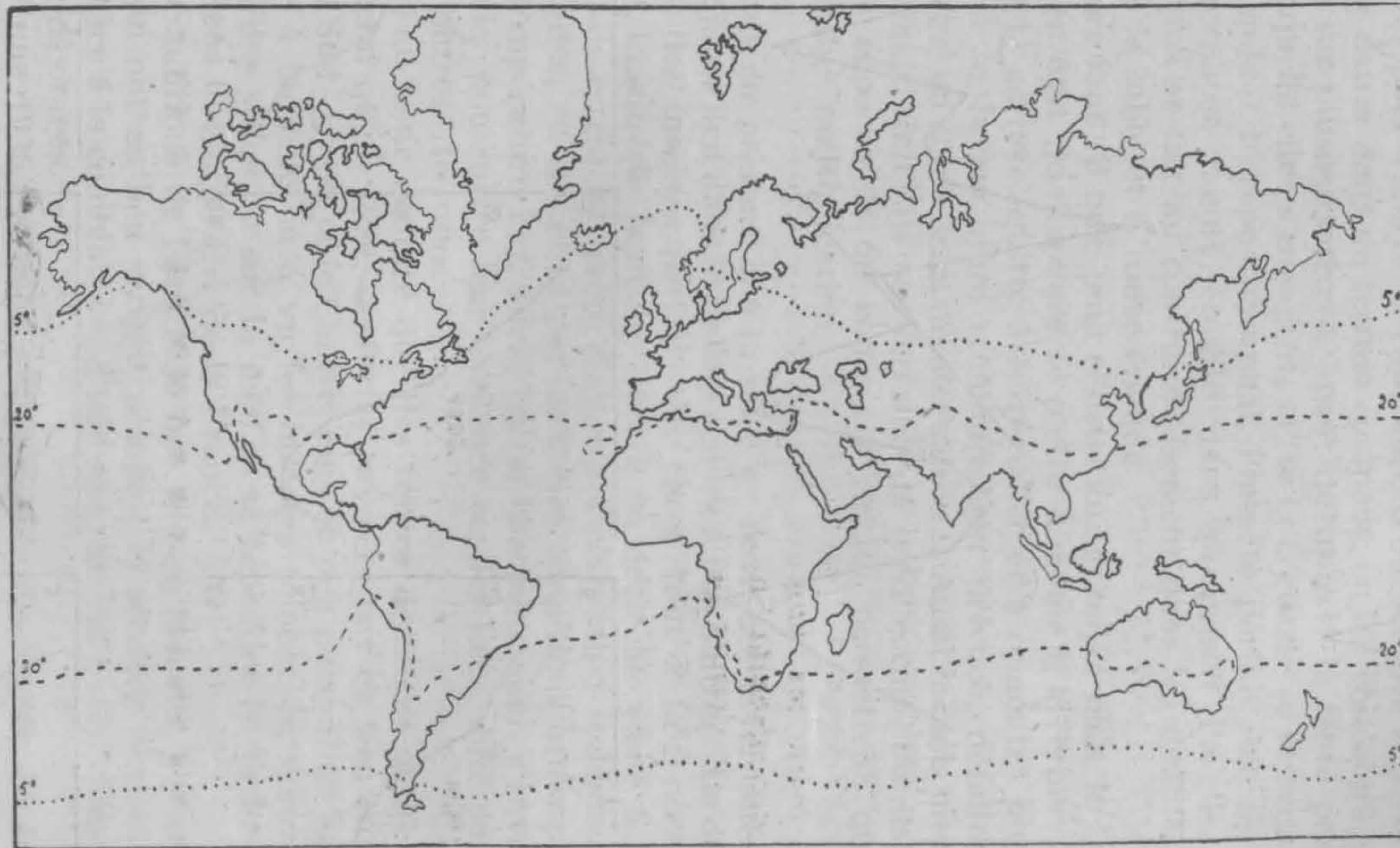
Mais des ravageurs d'autres sortes sont également l'enjeu des apports que multiplie l'accroissement et l'accélération des échanges entre les divers pays. A ne parler que des relations entre l'Amérique du Nord et l'Europe à travers l'Atlantique, nous constatons le passage définitif d'Est en Ouest du Charçon de la Luzerne (*Phytonomus variabilis* Herbst.), de la Mouche de Hesse (*Mayetiola destructor* Say), de la Pyrale des Pommes (*Carpocapsa pomonella* Tr.) des Liparis (*Lymantria dispar* L. et *Euproctis chrysorrhæa* L.), de la Pyrale du Mais (*Pyrausta nubilalis* Hubn.) et du Thrips du Poirier (*Taeniothrips pyri* Forst.), et le passage d'Ouest en Est du Phylloxera (*Phylloxera vastatrix* Planchon), du Puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum* Haussm.), de la Teigne de la Pomme de terre (*Phthorimea operculella* Zett.), de la Fourmi d'Argentine (*Iridomyrmex humilis* Mayr.) et du Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say.).

Ce dernier peut nous servir d'exemple et de leçon, puisque le problème de son acclimatation en Europe et dans les autres pays producteurs de pommes de terre est de plus en plus un sujet d'actualité.

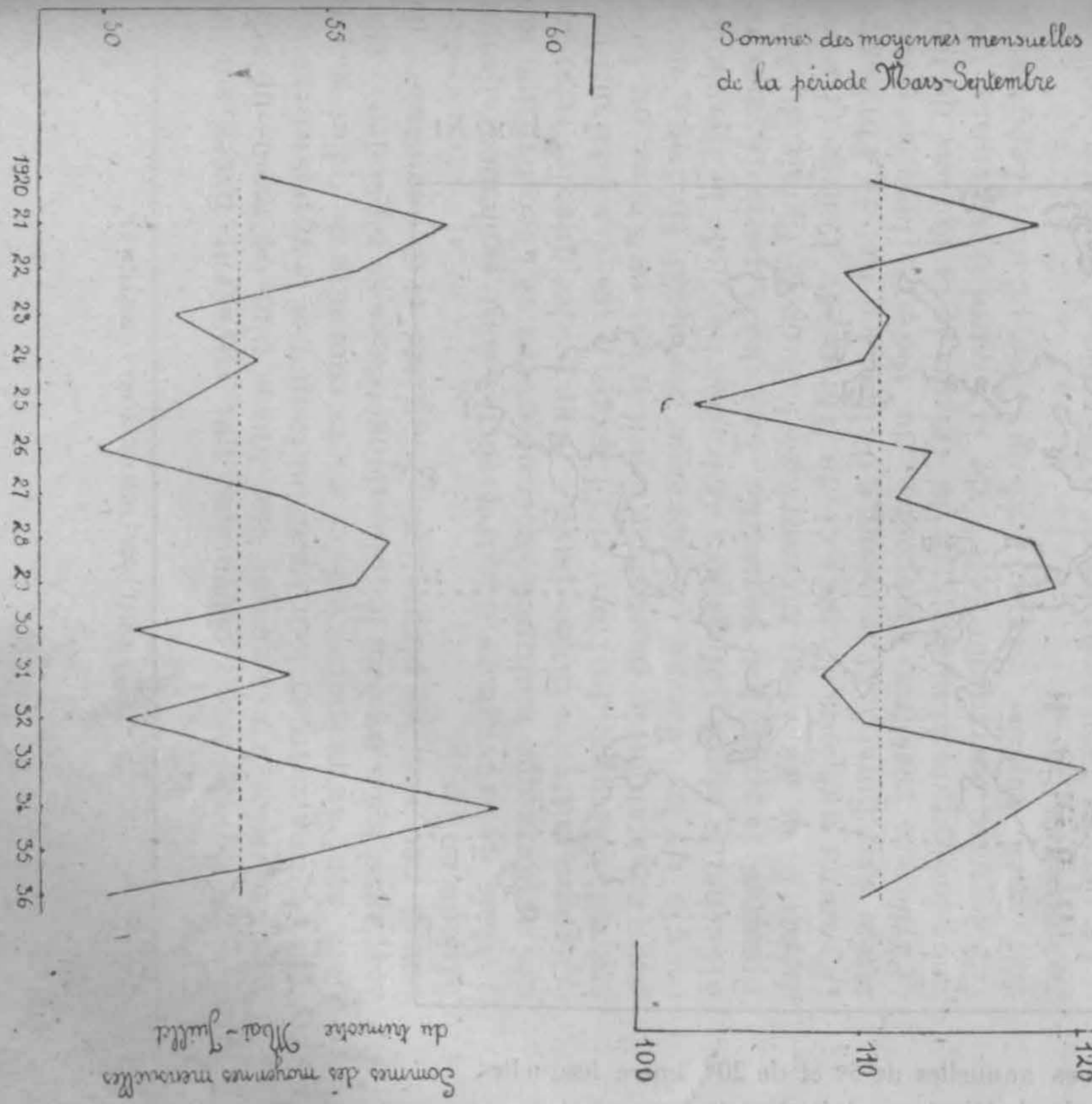
Sa vie est étroitement inféodée à l'existence de la plante nourricière. Les préférences climatiques de ce végétal étant, à peu de chose près, les siennes, on peut dire que l'intensité des invasions et des dégâts sera, en définitive, plus ou moins proportionnelle à la densité de la culture. C'est ce qui a déjà lieu en Amérique, où les plus grands dommages intéressent la partie Nord - Est des Etats Unis: haute vallée du Mississipi, intervalle entre les grands lacs avec une large bande au Sud de la région qu'ils occupent, vallée du St. Laurent, région cotière du Maine à la Virginie, tous pays où la Pomme de terre tient une place plus grande qu'ailleurs.

L'Insecte se nourrit exclusivement des parties de la Solanée qui se dressent au dessus du sol: feuillage, rameaux, fleurs et fruits, mais nous avons vu qu'il est obligé de se mettre en terre pour passer de l'état de larve à la forme parfaite et qu'il y revient pour la longue diapause de l'hibernation, qui s'étend habituellement d'octobre en avril.

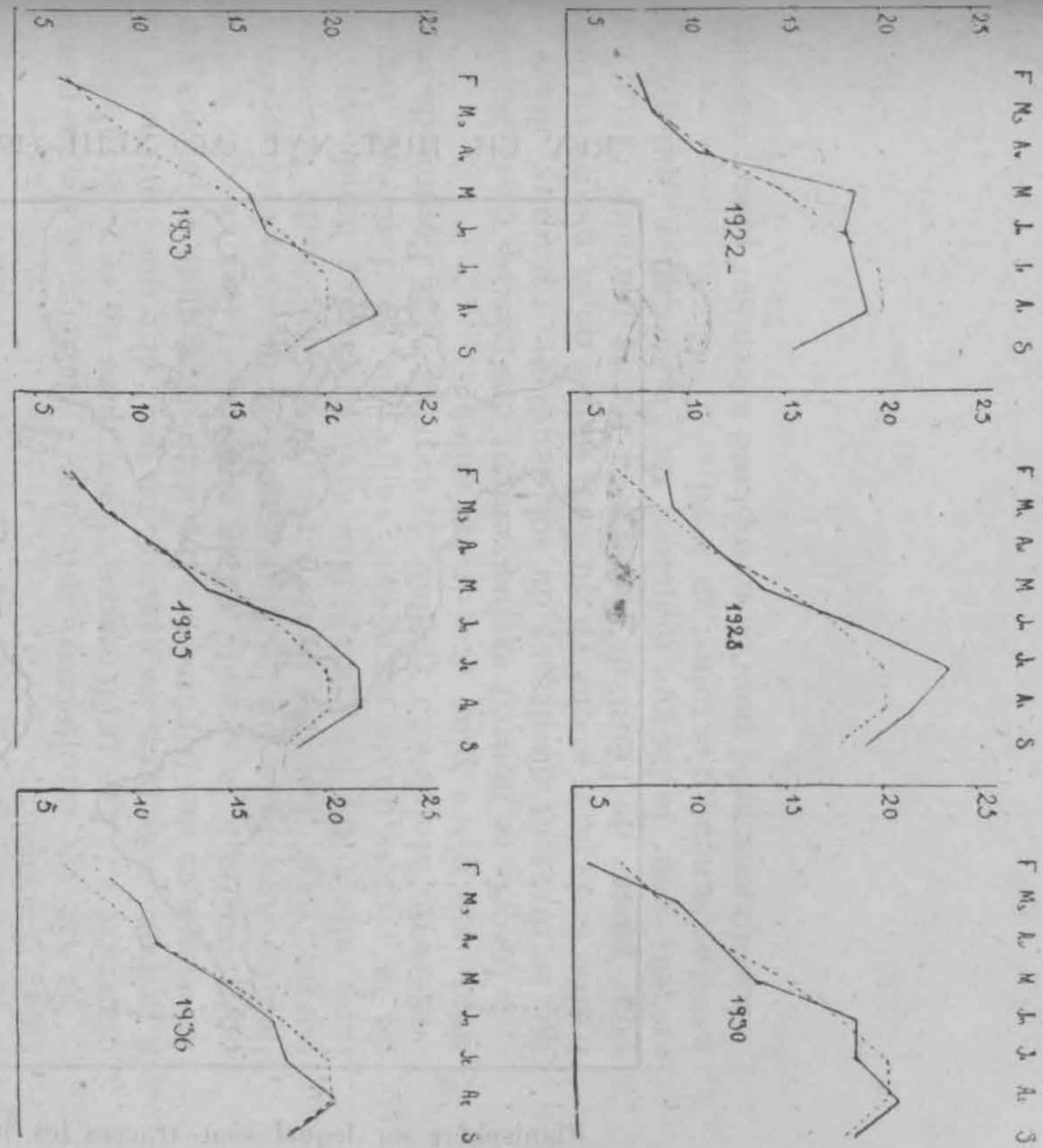
L'enfouissement pour la nymphose a lieu sur place, au - des-



Planisphère sur lequel sont tracées les isothermes annuelles de 5° et de 20°, entre lesquelles s'étend l'aire de dispersion probable du *Leptinotarsa decemlineata* Say.



Graphiques montrant comparativement, pour les années 1920 à 1937, les totaux des moyennes mensuelles de température de la période mars-septembre et du trimestre mai-juillet, en regard du total normal calculé sur 50 années et marqué par le trait interrompu. (Observatoire de Bordeaux).



Graphiques montrant les moyennes mensuelles des températures de la saison végétative (mars-septembre) pour quelques années caractéristiques, en regard des moyennes normales des 50 dernières années, marqué par un trait interrompu. (Observatoire de Bordeaux).

sous ou au voisinage immédiat des pieds de Pomme de terre sur lesquels les larves se sont développées. Il exige un état meuble du sol; le sable le favorise tandis que l'argile le contrarie.

J'ai été témoin, bien souvent, des difficultés qu'éprouvent les larves pour vaincre la résistance d'une croûte superficielle ou pour entrer dans un terrain compact; on les voit alors errer, parfois sur plusieurs mètres, avant de trouver la fente propice dans laquelle elles s'engagent, et, si la crevasse se referme sur elles pendant le repos nymphal, l'insecte parfait issu de leur métamorphose meurt étouffé dans sa prison d'argile. La circulation se fait au contraire aisément dans les deux sens à travers le sable et à toute époque.

Encore faut-il que, pour résister aux grands froids, le Doryphore en état de diapause se mette à même d'hiverner assez loin de la surface, quitte à se réveiller et à remonter plus ou moins à la faveur d'un réchauffement précoce, définitif ou provisoire, en cours de mauvaise saison. Aussi les sols meubles et profonds sont-ils ses terrains de prédilection, tandis que les sols superficiels ou compacts ne lui permettent qu'une assez faible multiplication.

Notons en passant que la mise en terre des hivernants n'a pas toujours lieu dans le champ qui les a vus naître. Le déplacement des insectes parfaits est chose tout à fait normale, surtout lorsque le feuillage dévoré ou desséché vient à faire défaut; ils errent en quête d'aliments nouveaux, isolément ou par bandes, et, sollicités par certaines conditions atmosphériques (température 25°, soleil, baisse barométrique), s'envolent pour aller poursuivre leur existence en des lieux différents et sur d'autres terrains.

Pour ne tenir compte que des toutes dernières années, je rappellerai qu'en 1934, de fortes envolées ont eu lieu en juin dans le Sud - Ouest et le Centre, puis un peu partout en juillet, époque à laquelle on a vu les insectes tomber en nombre au milieu des villes ou sur la mer et se répandre en ordre dispersé dans le Nord - Est de la France.

Les conditions de l'été 1935 ont encore favorisé les migrations qui ont eu lieu surtout pendant la seconde semaine de juin, grâce à la combinaison d'une série de jours très chauds et de grands orages.

Bien que 1936 fût dans son ensemble une année de faible dissémination, elle a été cependant marquée par l'observation de nombreux vols en mai, en juin, au milieu de juillet et à la fin d'août.

Signalons surtout le grand essor du 17 juillet constaté à la fois dans le Sud - ouest et le Centre, sous l'influence de conditions exceptionnelles: journée très chaude et orageuse, encadrée au milieu d'un mois très frais. Nous vîmes ce jour - là les insectes, pris d'une vraie folie de déplacement, partir à la marche et au vol, en dépit de tous les obstacles, grimpant aux murs, pénétrant loin sous les bois, tombant partout. Bien que nous n'ayons pas relevé d'observation de ce genre dans le Nord - Est de la France, la similitude des conditions atmosphériques faisait craindre qu'une diffusion pareille s'y fût produite en même temps et qu'elle eût porté beaucoup d'ailés à une certaine distance en avant des foyers connus, ce qui devait se traduire par un gain territorial immédiat au printemps 1937.

La marche générale de l'invasion des dernières années, que j'ai décrite dans la *Revue de Zoologie agricole* (1934, 1935, 1936 et 1937) ne permet pas de mettre en doute l'importance considérable des grands vols qui, ayant pour point d'origine les départements déjà très atteints, ont provoqué la diffusion brutale du Doryphore sur le Berry et le Bourbonnais en direction du plateau de Langres, puis son extension dans le Nord - Est jusqu'en Picardie, Flandre et Lorraine, en même temps que son passage à travers les Cévennes et sa montée vers la chaîne des Pyrénées.

Dans tout cela, nous voyons l'amplitude des déplacements grossie dans une très large mesure par le concours du vent. Or nous devons attribuer à ce facteur un double effet, car il est susceptible de favoriser ou de contrarier le vol, tout comme le relief, qui tantôt le facilite en offrant le champ libre de plaines immenses ou de longues pentes déclives, et tantôt le freine par des plans relevés à gravir ou par des obstacles à vaincre (FEYTAUD, 1936).

Les exigences climatiques de la Pomme de terre coïncident à peu près avec celles qui conditionnent l'existence et la multiplication du Doryphore, de sorte qu'on est en droit de prévoir la dissémination de cet Insecte dans toute l'aire culturale de la Solanée. Mais celle - ci n'est justiciable du climat que du printemps à l'automne, tandis que lui le subit sans discontinuer.

L'hiver n'est jamais, semble - t - il, assez rigoureux dans notre région bordelaise pour provoquer une mortalité sensible parmi les sujets en diapause, et les époques habituelles de mise

en terre et de sortie ne permettent guère l'action des gelées tardives ou précoces sur les doryphores libres et actifs. Il n'en est pas de même partout, et nous avons vu, en 1936 dans le Loiret par exemple, des oeufs et des jeunes larves détruits avec les fanes, le 1er juin, par un grand coup de froid.

En Gironde même, l'an passé, le printemps et le début de l'été, frais et pluvieux plus que de raison, ont été caractérisés par une mortalité anormale. L'obligation d'une convalescence à la campagne me fit faire en un point de la région médocaine des observations quotidiennes, au cours desquelles je discriminai toute une série d'effets en rapport plus ou moins direct avec le mauvais temps: irrégularité du cycle, multiplication ralentie, dispersion des pontes sur toutes sortes de supports, d'où résultait une réduction de leur nombre sur Pomme de terre; incubation trainante et multiples avortements, défaut d'accrochage, mauvaise tenue et chute des jeunes larves, action de *Beauveria effusa* Vuill, sur les sujets en cours de nymphose; cannibalisme de la part de doryphores adultes sur les oeufs, dans les conditions signalées jadis au Canada par GIBSON, HUDSON, CORHAM et FLOCK (1925), et de la part de larves moyennes ou grosses vis à vis de larves jeunes. Jamais encore il ne m'avait été donné de voir tant d'actions différentes se succéder en quelques semaines. Or toutes sont dues soit au défaut de chaleur, soit à l'excès de pluie; il est vrai que la précipitation des larves sur le sol au moment des grands abatements d'eau, comme il s'en produisit en Médoc le 19 juin, tient à l'effet mécanique des averses, tout comme l'écrasement d'oeufs et de larves par frottement pendant les bourrasques du 8 juillet est du à l'effet mécanique du feuillage brassé par le vent.

En ce qui concerne l'action de la chaleur, la conclusion d'essais du mois de mars 1923 sur des doryphores tirés de l'hibernation fut que le séjour en milieu relativement sec à près de 60° ne leur était pas toujours fatal, puisque des sujets tenus pendant 20 minutes à 60° et pendant une heure de 55 à 58° ont survécu. Par contre, en plein été et sur des adultes de la première génération, 5 minutes à 55° et 20 entre 51 et 54° ont suffi pour les faire périr.

Les fortes chaleurs réalisées dans ces expériences ne sont pas atteintes dans la nature, mais il arrive qu'associées à la sécheresse de l'air, et maintenues ou renouvelées, des températures moindre soient fatales. J'ai contrôlé, en diverses occasions, les données fournies à ce propos par les auteurs américains, par RILEY (1869) qui, en 1868, aux environs de St-Louis, a vu des larves grillées par le soleil et des nymphes mortes dans le sol brûlant, puis par CHITTENDEN (1907) qui a noté des

faits analogues sur les oeufs et les larves en 1896 dans le district de Columbia.

J'ai vu cette action s'exercer dans la Gironde, notamment: en juillet - aout 1923 au cours d'une période où les larves mouraient nombreuses sous l'effet du soleil aux environs de Lugos, puis dans la commune du Taillan ou, pendant les mêmes mois de 1928, beaucoup de nymphes furent desséchées au pied des plantes brusquement fanées et beaucoup d'adultes tués, si vite frappés qu'ils n'avaient pas eu la force de s'enterrer même en surface pour échapper aux rayons solaires. Au mois d'août 1935, je vis encore dans la même commune les oeufs avorter sous le coup d'une dessiccation par laquelle de toutes jeunes larves étaient grillées à leur tour.

N'oublions d'ailleurs point que température et pluies ont une influence déterminante sur l'accouplement et la fécondité, sur la durée du développement embryonnaire et larvaire, sur la métamorphose, sur la mise en terre et la sortie des adultes, sur le nombre de générations annuelles et sur les déplacements par marche, vol et migration.

Mais ce qu'il nous importe principalement d'envisager ici, ce sont les facteurs température et humidité à un point de vue plus général, celui de la répartition du ravageur à la surface des continents et dans le cadre du climat.

Leur rôle a été discuté déjà par TROUVELOT (1935) pour ce qui a trait à l'invasion du Doryphore en Amérique où il s'est adapté à vivre en des terrains assez divers, des sols secs aux sols humides, des sables fins aux argiles, ainsi qu'à toutes altitudes, depuis le niveau de la mer jusqu'à 2,000 mètres et plus. Si on le voit peu abondant au-dessus de 1,000, malgré la présence de bonnes cultures, cela semble tenir à la fois à la fraîcheur des nuits et à la sécheresse de l'atmosphère. Il est relativement peu nuisible dans les régions à cultures irriguées de l'Utah, de l'Arizona, du Wyoming, du Nevada et du Texas. La partie voisine des Montagnes Rocheuses où se déclencha l'invasion offre des moyennes extrêmes de 0° et 20°, avec 30 à 60 centimètres de pluies annuelles; elle ne compte d'ailleurs pas comme des plus propices pour l'Insecte.

La marge des températures entre lesquelles il a étendu son domaine est grande, puisque, sans parler du Canada, on le trouve, aux Etats - Unis, depuis la région du Montana, où les moyennes extrêmes sont -7° et +20°, jusqu'en Louisiane où elles sont +12° et +27°.

D'autre part, nous savons que l'espèce est susceptible de s'adapter largement quant à l'humidité du sol, puisqu'on la voit depuis l'Arizona, où la quantité d'eau recueillie au pluviomètre atteint à peine 20 centimètres, jusqu'à certaines parties de la côte atlantique où elle est quatre ou cinq fois plus forte; et les taux d'humidité atmosphérique dont s'accommode la Chrysomèle varient de 30 à 90%, avec optimum de 60 à 70.

D'après TROUVELOT, les régions de l'Amérique du Nord où le ravageur fait beaucoup de mal sont caractérisées par des moyennes de -7° et de -2° en plein hiver, $+18$ à $+22^{\circ}$ en plein été, avec des précipitations atmosphériques annuelles de 60 à 150 centimètres, dont 35 à 55 pour la saison végétative, et son aire de dispersion s'étale entre les isothermes annuelles de 0° et de 20° . En fait, si la limite sud correspond bien à peu près à l'isotherme 20° , la limite nord, qui ne dépasse guère la rive des grands lacs et la vallée du St Laurent, me semble beaucoup plus proche de l'isotherme annuelle de 5° , qui, là-bas, est voisine de celle de -10° pour janvier et de $+20^{\circ}$ pour juillet.

L'extension du *Leptinotarsa* sur le Vieux Continent, même cantonnée dans la limite de ces isothermes annuelles de 5° et de 20° , lui ferait gagner d'une part presque toute l'Europe (sauf la moitié nord de la Scandinavie, la Finlande et le Nord de la Russie), d'autre part, le Maroc et l'Algérie jusqu'à l'Atlas.

Dans le Bordelais où il fut découvert et d'où il a rayonné, la moyenne des températures est de $12^{\circ}5$ pour l'année entière, $4^{\circ}8$ pour janvier, et 20° pour juillet; celle des pluies correspond à 780 millimètres pour l'année (sur 205 jours) et 350 pour le semestre avril - septembre (sur 90 jours).

Cette région lui offrait à peu près les meilleures conditions possibles pour s'installer tout de suite à demeure et se multiplier rapidement. La région méditerranéenne de la France, favorable au point de vue chaleur, le serait beaucoup moins sous le rapport de l'eau reçue pendant la période végétative, de même que l'Europe centrale et orientale.

L'étude des progrès de l'invasion et la comparaison des années successives au point de vue de la plus ou moins grande activité du ravageur et de son avance plus ou moins forte est tout à fait intéressante. Elle montre que les années prospères pour lui sont celles où la saison de son activité normale est chaude (1921, 1928, 1929, 1933, 1934, 1935), tandis que les années où il fait le moins de mal et où il avance le moins sont

celles où cette saison est fraîche (1924, 1925, 1927, 1930, 1932, 1936).

Cela ressort nettement des graphiques dressés pour chacune avec les moyennes thermiques des mois du printemps et de l'été par rapport à la normale, et d'un graphique général établi, pour la période 1920 - 1936, d'après les sommes des moyennes mensuelles du trimestre mai - juillet.

Il est évident qu'aux approches des limites septentrionale et méridionale entre lesquelles aura lieu sa dispersion, le comportement de l'Insecte sera modifié davantage par rapport à celui que nous avons coutume de suivre en France.

Ainsi, dans les pays nordiques, où la saison d'activité sera courte avec une moyenne thermique basse, le cycle évolutif ralenti ne laissera place que pour une génération, qui sera même éventuellement tronquée par l'arrivée précoce des froids; la multiplication y sera donc localement diminuée. La propagation y étant en outre enrayée par la moindre fréquence et la moindre durée des conditions favorables au vol, il en doit résulter un affaiblissement des dégâts et de la menace.

Nous savons d'autre part que, si le Doryphore, enfoncé dans la terre qui l'isole des variations brusques du milieu atmosphérique, est capable de supporter en tout lieu, pendant la diapause, l'épreuve d'une forte gelée exceptionnelle et passagère, il n'en est pas de même quand l'erreuve se prolonge au point de congeler le sol en profondeur; le pourcentage de mortalité des hivernants est alors très élevé. Le couvert d'une prairie, d'une haie ou celui d'un bosquet peut, il est vrai, jouer localement un rôle de protection qui sauve toujours quelques lots. Mais on peut dire qu'en Europe, les régions les plus froides où pousse la Pomme de terre ne sauraient convenir au maintien du Doryphore à l'état de danger que dans la mesure où d'abondantes chutes de neige, assurant au sol un manteau d'isolement, atténuent la répercussion du froid dans la profondeur où l'Insecte subit la diapause.

MANSFELD (1924), préoccupé par le risque d'invasion couru par l'Allemagne à la suite de l'acclimatation du Doryphore en France, a fait ressortir la similitude de la Prusse orientale et de l'Etat américain du Maine au point de vue des moyennes thermiques du plein hiver et du plein été. A ce point de vue, la région la plus froide de l'Allemagne semble devoir subir d'assez graves méfaits de la part de l'Insecte, tout comme le pays correspondant du Nouveau Monde, et cela d'autant mieux qu'elle subit moins les gelées tardives ou précoces.

Il est vrai que les pluies y sont moitié moindres, leur hauteur oscillant autour de 45 centimètres, au lieu de 85, pour

l'année et autour de 28, au lieu de 55, pour le semestre d'été. Mais l'histoire de l'invasion américaine nous a appris que l'Insecte s'adaptait à vivre dans des milieux relativement secs. Sans évoquer le cas expérimental de TOWER et BREITENBERGER il suffit de rappeler que les dégâts sont sérieux dans le Dakota septentrional, où les moyennes thermiques sont à peu près celles du Maine augmentées de 2° à 4° pour les mois d'été, mais où la hauteur d'eau recueillie est inférieure à celle qu'on relève en Prusse orientale, puisque souvent elle n'atteint pas 30 centimètres.

Il est cependant vraisemblable que, dans les pays d'Europe où l'humidification du sol est déficitaire, le Doryphore ne se multipliera pas énormément; il en serait ainsi pour les terres de causses, trop vite asséchées par le substrat perméable, pour celles du Bas - Languedoc et de la Provence, où les mois d'été fournissent peu d'eau et où l'air est très sec, de même que pour celles du Maroc oriental et pour les plateaux de la Meseta espagnole. Un excès contraire atténuerait les dégâts dans certaines zones maritimes telles que la pointe bretonne, caractérisée par un climat doux avec des pluies et brouillards fréquents.

Quoi qu'il en soit des conditions particulières qui peuvent ici et là contrarier la multiplication, retarder le développement ou réduire le nombre des générations annuelles, on peut dire que la menace de l'invasion partie de France pèse sur tous les pays d'Europe et que tous ont intérêt à faire bonne garde et à solidariser leurs efforts dans une entente cordiale pour endiguer et retarder le plus possible l'avance de l'Insecte ravageur.

Cette entente a été scellée l'année dernière par la création d'un Comité international pour la lutte en commun contre le Doryphore, Comité composé actuellement de six membres qui représentent respectivement la France (Dr. J. FEYTAUD), la Belgique (MAYNÉ), l'Allemagne (Dr. SCHWARTZ), le Luxembourg (FERRAND), les Pays Bas (VAN POETEREN) et la Suisse (WAHLEN).

On peut dire que presque toutes les régions du Monde où l'on cultive la Pomme de terre sont sous la menace d'une invasion pareille, puisque les conditions climatiques de la plante et du parasite sont presque confondues. L'Afrique du Nord, le Sud - Afrique, l'Australie recevront un jour la visite de l'indésirable Chrysomèle et les Etats Sud - Américains seront à leur tour engagés dans la lutte.

BORDEAUX, 30 September 1937.

BIBLIOGRAPHIE

1901. — BACHMETJEW (P.).—Temperatur Verhältnisse bei Insecten (*Experiment. Studien von physikalisch-chemischen Standpunkte*, I, Leipzig).
1916. — BACK (E. A.) et PEMBERTON (E. E.).—Effect of cold storage temperatures upon the Mediterranean Fruit-Fly. (*Journ. Agric. Res.*, V, 657-666).
1918. — BACK (E. A.) et DUCKETT (A. B.).—Bean and pea weevils. (*U. S. dep. agric. Farmers Bulletin* 983, Washington).
1924. — BODENHEIMER (F. S.).—On predicting the developmental cycles of insects: *Ceratitis capitata* Wied (*Bull. Soc. Ent. Egypte*, p. 149-157).
1911. — BREITENBECHER (J. K.).—The hibernation of a desert beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). *Yearb. Carnegie Institut*, Washington, X.
1918. — BREITENBECHER (J. K.).—The relation of water to the behaviour of the Potato beetle in a desert (*Carnegie Institut, Public.*, N.º 263, Washington).
1937. — BUSNEL (R. G.) et DRILHON (A.).—Etude biochimique du *Leptinotarsa decemlineata* pendant l'hivernation (*C R. Soc Biol.*, Paris, 13mars, tome CXXIV, p. 907)
1933. — BUXTON (P. A.).—Insects and humidity, temperature, etc. (*Biol. Rev.*, VII, p. 275-320).
1907. — CHITTENDEN (F. H.).—The Colorado Potato Beetle. (*U. S. dept. Agric. Bur. Ent.*, circ. N.º 87).
1925. — DIEUZEIDE (R.).—La Caille. (*Rev. Zoologie Agricole*, Bordeaux, N.º 11-12).
1925. — DIEUZEIDE (R.).—Les Champignons entomophytes du genre *Beauveria* (*Ann. des Epiphyties*, XI)
1926. — DIEUZEIDE (R.).—Le *Beauveria effusa* Vuill. parasite du Doryphore. (*Rev. de Zoologie agricole*, Bordeaux, N.º 10 et 11).
1919. — FEYTAUD (J.).—L'Hiver et les Insectes. (*Bull. Soc. Zool. Agric.*, I, p. 4-15).
1921. FEYTAUD (J.).—Recherche su l'Eudemis et la Cochyliis dans le Bordelais en 1918-1919 (*Ann des Epiphyties*, VII, p. 323-338).
1922. — FEYTAUD (J.).—Le Doryphore, Chrysomele nuisible a la Pomme de terre. (*Rev. Zool. Agric.*, N.º 8-9-10).
1930. — FEYTAUD (J.).—Recherches sur le Doryphore: 1. Observations biologiques. *Ann. des Epiphyties*, XVI, p. 303-390).
1936. — FEYTAUD (J.).—Comment le Doryphore envahit l'Europe. (*Rev. Zool. Agric.*, N.º 2 a 12).
1937. — FEYTAUD (J.).—Recherches sur le Doryphore: III. Causes de réduction naturelles. (*Ann. des Epiphyties et de Phytogénétique*, N. S. III, fasc. 1)
1937. — FEYTAUD (J.).—La question doryphorique au début de la campagne 1937. (*Rev. Zool. Agric.*, N.º 4).
1925. — GIBSON (A.), CORHAM (R. P.), HUDSON (H. F.) et FLOCK (J. A.).—The Colorado Potato Beetle in Canada. (*Domin. of Canada, Dept. Agric.*, Bull. 52, Ottawa).
1925. — KENNEDY (C. H.).—The distribution of certain Insects of reversed behaviour. (*Biol. Bull.*, 48, p. 390-401).
1927. — KENNEDY (C. H.).—Some non nervous factors that condition he sensitivity of Insects to moisture, temperature, light and odors. (*Ann. Ent. Soc. Amer.*, 20, 87-106)
1924. — MANSFELD (K.).—Der Kolorado kafer un Klima Deutschlands. (*Nachrichtenblatt. f. der deutsch. Pflanzenschutzdienst*, Berlin, Juillet, 1924).

1912. — MARCHAL (P.).—Rapport sur les travaux de la Mission d'étude de la *Cochylis* et de l'*Eudemis*, Paris).
1923. — MARCHAL (P.).—Le Doryphore, Insecte destructeur de la Pomme de terre. (*Ministere de l'Agriculture*, Paris).
1932. — MELLANBY (K.).—*Proc. Roy. Soc. London B, Cl.*, p. 376-390.
1928. — PAYNE (N. M.).—Cold hardiness in the Japanese Beetle. (*Biol. Bull.*, LV, p. 163-179)
1935. — POISSON et PATAY.—Sur un Champignon parasite du Doryphore. (*C. R. Acad. Sciences*, 11 mars, Paris).
1869. — RILEY (CH.).—First annual report of the Entomologist of Missouri.
1877. — RILEY (CH.).—Potato pests: an illustrated account of the Colorado Potato Beetle. (New York 1876 et traduction française, Bruxelles).
1923. — RILEY (CH.).—Comment le Doryphore envahit l'Amérique. (Traduction dans la *Revue de Zool. Agric.*, N.º 4).
1928. — ROBINSON (W.).—Water conservation in insects (*Journ. Econ. Entom.*, XXI, p. 897-902).
1926. — ROBINSON (W.).—Low temperature and moisture as factors in the ecology of the rice weevil and the granary weevil. (*Techn. Bull. Univ. Minnesota Agric. Expt. Station*, N.º 41).
1906. — TOWER (W. L.).—An investigation of evolution in Chrysomelid beetles of the genus *Leptinotarsa*. (*Carnegie Institut.*, Public. 48, Washington).
1917. — TOWER (W. L.).—Inheritable modification of the water relation in hibernation of *Leptinotarsa decemlineata*. (*Biol. Bull.*, XXXIII, p. 229-257).
- 1934-35. — TROUVELOT (B.).—Le Doryphore de la Pomme de terre en Amérique du Nord. (*Ann. des Epiphyties et de Phytogénétique*, N. S. 1, p. 277-336).
1931. — UVAROV (B. P.).—Insects and Climates (*Trans. Entomol. Soc.*, London, LXXIX, 1, 247 p.).
1935. — WHITE (G. F.).—Potato Beetle Septicemia. (*Journ. Agric. Res.*, LI, p. 223-234).

BORDEAUX, 30 Avril 1937.

