

FRANCIS CHABOSSOU

Station de Zoologie agricole du Sud Ouest (INRA), Pont de la Maye

## La multiplication par voie trophique des tétranyques à la suite des traitements pesticides.

### Relations avec les phénomènes de résistance acquise

#### INTRODUCTION

Nous avons déjà eu l'occasion d'indiquer à plusieurs reprises <sup>(1)</sup>, les différentes catégories de faits qui nous avaient amené à proposer l'hypothèse trophique comme explication du déterminisme des pullulations de Tétranyques à la suite des traitements pesticides. Aussi nous contenterons-nous de les rappeler brièvement.

1. c'est tout d'abord le caractère explosif de ces proliférations après certaines interventions phytosanitaires. Il s'accorde à priori assez mal, en effet, avec la simple rupture d'un équilibre entre le phytopophage et ses ennemis naturels par éventuelle destruction de ces derniers.

2. en second lieu, c'est la pullulation de Tétranyques sur Plantes (notamment Pomme de terre) ayant poussé dans des sols préalablement désinfectés au moyen de divers insecticides et en l'absence de tout traitement pesticide du feuillage. Dans ce cas en effet, on ne saurait invoquer la destruction de prédateurs ou de parasites.

3. c'est enfin la multiplication, par rapport aux plantes témoins, de Tétranyques sur plantes traitées au moyen de produits parfaitement inoffensifs pour les ennemis naturels, comme par exemple divers fongicides et notamment la bouillie bordelaise.

4. enfin, comme nous le verrons plus bas, notre hypothèse a entièrement été confirmée par nos expériences d'élevage en laboratoire, et ceci aussi bien sur feuillage de diverses plantes traitées en laboratoire qu'en plein champ, et vis à vis de différentes espèces de Tétranyques.

Toutefois, avant d'en venir à cette ultime démonstration, nous vou-

<sup>(1)</sup> Voir la bibliographie et notamment les références: CHABOSSOU et al. (1961), CHABOSSOU (1961, 1964).

drions auparavant exposer les résultats des traitements de divers insecticides sur les multiplications de l'Araignée rouge (*Panonychus ulmi* Koch) et de l'Araignée jaune (*Eotetranychus carpini vitis* Boisd.) sur Vigne et tels que nous avons pu les observer au cours de nos essais de plein champ poursuivis pendant plusieurs années.

Ensuite, grâce à l'étude de l'importance et de l'allure de la multiplication de chacune des deux espèces de Tétranyques considérées sur vignes témoins, nous serons conduits à étudier les exigences nutritionnelles des diverses espèces d'Araignées rouges.

Ce sont les résultats de cette étude préalable qui nous permettront, pensons-nous, d'expliquer les résultats concernant la multiplication des deux espèces de Tétranyques respectivement par le DDT, le parathion et le Sévin, et eu égard à nos connaissances actuelles concernant les répercussions biochimiques entraînées dans les plantes par ces différents pesticides.

Dans une quatrième partie nous traiterons ensuite des résultats de nos élevages en laboratoire et concernant plus spécialement *Tetranychus telarius* et *Panonychus ulmi*, tandis que la cinquième partie sera consacrée aux répercussions des fongicides.

Dans une sixième et dernière partie enfin, nous évoquerons les probables relations devant exister entre la résistance acquise et le phénomène de *trophobiose* — que nous définissons comme tout processus d'exasération de la vitalité d'un Animal (étalonné notamment par sa puissance de multiplication et sa longévité) — grâce à la modification bénéfique de son régime alimentaire.

Nous terminerons enfin par un certain nombre de conclusions concernant notamment: la lutte intégrée et l'utilisation judicieuse des pesticides.

#### INCIDENCES DU DDT, DU PARATHION ET DU CARBARYL SUR LA MULTIPLICATION DE *P. ulmi* ET DE *E. carpini vitis* DANS LES CONDITIONS DE PLEIN CHAMP

##### 1. Modalités des essais et méthodes d'observations

a) *Produits et traitements:* Les expérimentations ont été conduites de 1960 à 1962, chaque année dans un vignoble différent, ceci afin d'écartier tout éventuel processus de résistance acquise.

Nous avons essayé, dans chacune de nos expérimentations, cinq produits, un témoin étant également réservé. Dans chaque cas, les es-

sais conduits en carré latin comprenaient six répétitions, soit par conséquent: 36 parcelles. Chacune d'elle comprenait au minimum trois rangs d'au moins 12 ceps. Mais en 1960, les parcelles étaient beaucoup plus importantes puisqu'elles comportaient 112 ceps avec une superficie de 120 ares.

Divers produits ont été essayés, mais, chaque année, ont été conservés les trois principaux insecticides incriminés: soit le carbaryl (ou sevin) à 100 g PA/hl, le parathion à 20 g PA/hl et le zeidane (ou DDT) à 100 g PA/hl en 1960 et 1961 puis 75 g en 1962.

Les traitements étaient dirigés en principe contre l'Eudémis, et ont donc comporté les trois traitements classiques contre les trois générations et ont eu lieu fin-mai début juin pour la première génération, début juillet en ce qui concerne la deuxième et fin août contre la troisième.

Ces pulvérisations ont été conduites à l'appareil à dos, type Pulvortex, très soigneusement, et à raison d'environ 0,10 l par cep pour la première intervention et de 0,20 à 0,40 litre suivant l'importance du feuillage pour les deuxième et troisième traitements. Par ailleurs, afin d'éliminer les disparités de populations pouvant résulter de l'éventuel effet de lavage provoqué par la pulvérisation (la réduction de population ainsi entraînée pouvant atteindre jusqu'à 50 % avec un simple appareil à dos), les témoins ont été traités à l'eau pure.

D'autre part: dans chacune de ces expérimentations, toutes les parcelles ont uniformément reçu les traitements fongicides normaux aussi bien contre l'Oïdium que contre le Mildiou, exécutés par les propriétaires. En 1962, par exemple — année pour laquelle nous donnons le détail des résultats — le vignoble a été traité avec un produit organo-cuprique à base de zinèbe.

b) *Processus des constatations:* Etant bien du même avis que certains de mes collègues anglo-saxons quant à l'imprécision de la machine à rouleaux pour effectuer les dénombremens, ceux-ci ont toujours été opérés à la loupe binoculaire, en laboratoire. Au surplus, c'est la seule méthode sûre permettant de différencier les oeufs des formes libres.

D'autre part, le maximum de population des Tétranyques se placent à un niveau différent de la feuille sur le sarment selon l'époque de l'année, celui-ci a été déterminé au moment de chaque prélèvement, grâce à un comptage préalable. C'est en effet à ce niveau qu'ont été prélevées les feuilles en vue des dénombremens de population pour chacun des relevés.

Les prélèvements ont en général concerné 12 feuilles par parcelle, sur six ceps choisis au hasard. En 1962 toutefois, ces prélèvements ont été élevés à 20 feuilles: soit 120 par produit et cueillies sur 6 à 8 ceps du rang médian.

Un premier relevé était effectué quelques jours avant le premier traitement, à l'époque où s'était déjà développée la première génération. D'autre part: deux relevés étaient effectués après chaque traitement. Le premier, placé une dizaine de jours après l'intervention, était destiné à déterminer les répercussions immédiates des produits sur les populations et à établir notamment leur éventuel effet acaricide.

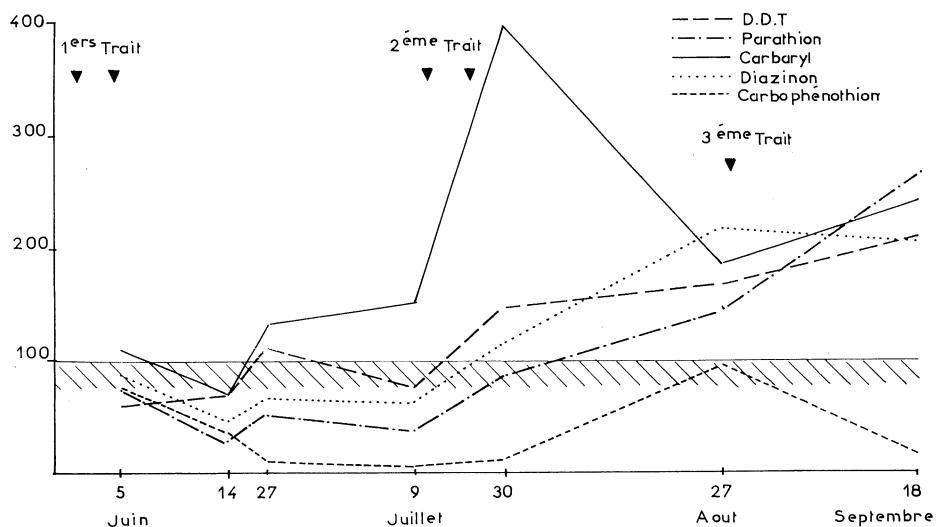


Fig. 1 Expérimentation Saint-Ferme 1962 - Cépage Merlau Blanc. Pourcentages des populations totales de *P. ulmi* sur les parcelles traitées aux différents produits par rapport aux populations des parcelles témoins. (En ordonnée: population totale de *P. ulmi* par rapport au témoin).

Quant au second relevé: placé 30 à 40 jours après le traitement, il permettait d'évaluer, notamment avant toute nouvelle intervention, les répercussions des produits sur l'importance des populations et ceci au terme d'au moins une génération après la pulvérisation insecticide.

Enfin, nous avons également eu soin d'effectuer les dénombrements des œufs d'hiver en ce qui concerne *P. ulmi* et des femelles hivernantes pour *E. carpini vitis*.

## 2. Résultats

Nous nous contenterons de donner ici, à titre d'exemple, les résultats obtenus en 1962 et concrétisés par les figures 1, 2 et 3.

Disons tout d'abord, que d'une façon générale, les résultats de nos trois années d'expérimentation confirment d'éclatante façon la responsabilité de certains produits utilisés contre les Vers de la grappe dans

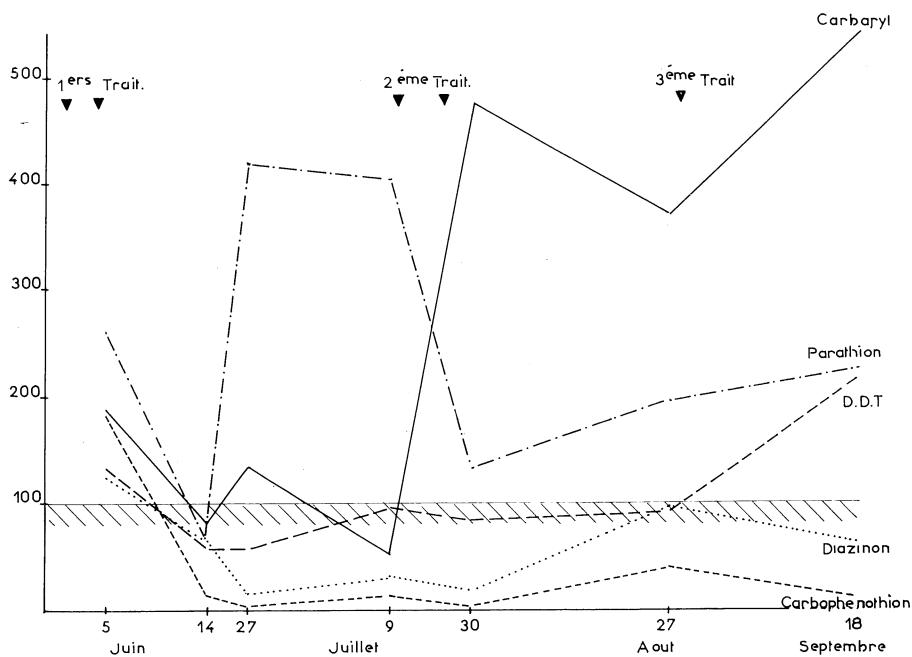


Fig. 2 - Expérimentation Saint-Ferme 1962 - Cépage Merlau blanc. Pourcentages des populations totale de *E. carpini vitis* sur les parcelles traitées aux différents produits par rapport aux populations des parcelles témoins. (En ordonnée: population totale de *E. carpini* par rapport au témoin).

le déclenchement des pullulations de Tétranyques. Cependant — et comme il était logique de s'y attendre — ces divers pesticides agissent vis à vis de chacune des deux espèces en cause, de façon différente et à des degrés divers.

a) *parathion*: les répercussions positives de ce produit sur la multiplication des Tétranyques sont d'autant plus intéressantes à étudier que, vis à vis des formes libres tout au moins, il présente une indéniable action acaricide.

Effectivement, vis à vis de *P. ulmi*: en 1962, année que nous avons choisie comme exemple, le parathion exerce après le premier traitement du 5 juin, une action acaricide, maintenant les populations au-dessous de celles des témoins.

Il en va, par contre, tout autrement, avec le second traitement, 40 jours après, en effet, on enregistre, par rapport aux témoins, des populations de 119 % pour les oeufs (ce qui n'est pas significatif) mais de 338 % pour les formes libres.

Enfin, le troisième traitement du 30 août porte, 19 jours après, la population des oeufs à 288 % et celle des formes libres à 136 %.

En résumé: vis à vis de *P. ulmi*, après un premier effet acaricide immédiat, amenant la régression des formes libres pendant la dizaine de jours suivant l'application, on assiste à une multiplication au bout de trois semaines après le traitement, portant les populations (oeufs + formes libres) variant entre le double et le triple de celles des témoins.

Comme on peut le constater par la fig. 2, les répercussions entraînées par le parathion vis à vis de l'Araignée jaune, sont presque à l'opposé de celles enregistrées vis à vis de *P. ulmi* — tout au moins en ce qui concerne le premier traitement. Le 27 juin en effet: soit 22 jours après le traitement du 5 juin, on note, par rapport aux témoins, une population de 300 % pour les oeufs et de 480 % pour les formes libres, chiffres respectivement porté à 244 % et 934 % pour les formes libres, 34 jours après l'intervention.

Quant au second traitement du 18 juillet, il entraînait, le 27 août, soit 40 jours après, des populations par rapport aux témoins, d'environ 200 % à la fois pour les oeufs et pour les formes libres.

Enfin le dernier traitement du 30 août donne, le 18 septembre: soit 19 jours après, 203 % pour les oeufs et 238 % pour les formes libres.

b) DDT: vis à vis de *P. ulmi*, avec le DDT, la multiplication est moins importante et plus différée qu'avec le Sevin (ou carbaryl). Toutefois, et comme le carbaryl d'ailleurs, le DDT exerce concernant la majoration de populations par rapport aux témoins, une action prolongée. C'est en particulier ce qui ressortait de nos essais de 1960 qui ne comportaient que deux traitements, le troisième, de fin août, ayant été omis.

En 1962, les répercussions positives du DDT vis à vis de *P. ulmi* sont d'ailleurs nettement moins accusées qu'au cours des deux années précédentes. Néanmoins si, après le premier traitement, la population

des oeufs est du même ordre ou même inférieure à celle des témoins, elle s'élève à 150 % après le second traitement et à 200 %, 19 jours après la troisième intervention.

Quant aux oeufs d'hiver, leurs populations sont majorées d'environ 200 % par rapport aux témoins.

Vis à vis de l'Araignée jaune (*E. carpini vitis*), les répercussions du DDT sont totalement différentes de celles présentées par ces inse-

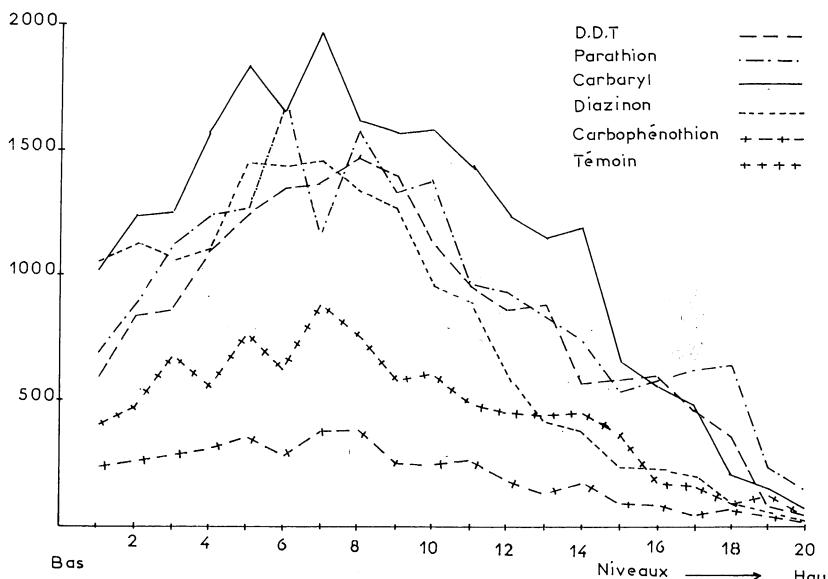


Fig. 3 - Expérimentation Saint-Ferme 1962 - Cépage Merlau blanc. Populations des oeufs d'hiver de *P. ulmi* sur les parcelles traitées au moyen de différents insecticides et sur témoins, en fonction du niveau des noeuds sur le sarment (la numérotation partant de la base). (En ordonnée: oeufs d'hiver de *P. ulmi* sur 42 noeuds).

ticides vis à vis de l'Araignée rouge. En effet: le DDT maintient, jusqu'à la troisième intervention de fin août, les populations de l'Araignée jaune au-dessous de celles des témoins. Ce fait ne fait d'ailleurs que confirmer diverses observations de techniciens et de praticiens concernant la relative inocuité du DDT quant à ses répercussions sur les populations de *E. carpini vitis* dans la lutte contre les Tordeuses de la grappe.

Cependant, il en va tout autrement, semble-t-il, avec le troisième traitement du 30 août. Le 18 septembre en effet: soit 19 jours après

la pulvérisation, on enregistre, par rapport aux témoins, une population de 230 % pour les oeufs et de 196 % pour les formes libres.

c) *Carbaryl ou sevin*: c'est le produit qui a toujours donné, quelle que soit l'espèce de Tétranyque, le maximum de multiplication. Nous disons volontiers du carbaryl qu'il présente une vocation toute particulière à déclencher les pullulations de ces Acariens.

Vis à vis de *P. ulmi*: en 1962, comme pour le DDT, la multiplication des oeufs par le carbaryl n'intervient guère qu'une vingtaine de jours après le premier traitement et se montre relativement modérée: par rapport aux témoins les populations étant de l'ordre de 140 %. Par contre: le 30 juillet soit 12 jours après le second traitement, elle s'élève à 340 % pour les oeufs et plus de 600 % pour les formes libres. Les oeufs d'hiver sont majorés de près de 300 %.

Vis à vis de l'Araignée jaune, le carbaryl entraîne une majoration des populations au moins aussi élevée que celle enregistrée avec *P. ulmi*. Toutefois, cette multiplication n'intervient guère qu'après le second traitement, mais s'accuse encore après l'intervention de fin août.

Comme pour le parathion vis à vis de la même espèce, il s'agit de multiplications véritablement spectaculaires faisant passer, 12 jours après le traitement du 18 juillet, par rapport aux témoins, la population: tant des oeufs que des formes libres, à environ 500 %. Le 18 septembre, soit 19 jours après le traitement, on enregistre encore le même niveau de population.

Les populations hivernales — dénombrées pendant le courant de l'hiver sous les écorces des bois de deux ans — seront du même ordre sur les vignes traitées au carbaryl et au parathion: soit plus de 500 % des populations des témoins.

### 3. Discussions des résultats

Plusieurs faits, très caractéristiques, se dégagent de ces résultats:

a) en premier lieu: la différence des répercussions enregistrées avec un même produit selon l'espèce de Tétranyque en question.

En effet: si le carbaryl fait indifféremment proliférer *P. ulmi* et *E. carpini vitis*, il n'en est nullement de même pour les autres insecticides.

C'est ainsi, par exemple, que si le DDT entraîne la multiplication de *P. ulmi*, on n'observe avec ce produit, aucune majoration des populations de *E. carpini vitis*, tout au moins jusqu'au début de septembre.

Bien au contraire, jusqu'à cette époque, les populations de cette espèce se maintiennent légèrement audessous de celles des témoins. (Il en va toutefois autrement avec la dernière intervention de fin août qui déclenche une légère multiplication).

Le parathion entraîne, au contraire — et plus particulièrement sur certaines parcelles du vignoble expérimental — une multiplication quasi-immédiate de l'Araignée jaune dès le mois de juin, après le premier traitement. Et si ce même produit présente également une influence positive sur la multiplication de *P. ulmi*, celle-ci n'intervient que plus tard: fin juillet-août, avec majoration des populations des oeufs d'hiver.

Quant au diazinon (appartenant comme le parathion au groupe des esters phosphoriques) non seulement il ne multiplie pas l'Araignée jaune, mais il maintient ses populations au-dessous de celles des témoins. Par contre, le diazinon présente une certaine influence positive sur *P. ulmi*, multipliant notamment les populations des oeufs d'hiver.

Ainsi: un même produit: non seulement peut présenter des répercussions différentes sur l'allure de la multiplication des Tétranyques selon l'espèce en question, mais dans un même cas de répercussion positive, ces effets se présentent à des époques très différentes ou à des délais très différents après traitement.

b) en second lieu: le processus même de multiplication paraît différent selon le produit considéré, si l'on en juge par certaines disparités dans la proportion des oeufs et des formes libres selon les populations considérées.

Certains produits, comme le carbaryl et le parathion paraissent en effet entraîner non seulement une augmentation de fécondité de l'Araignée jaune, mais aussi une majoration de longévité si l'on s'en rapporte à la proportion des formes libres dans les populations au moment du maximum de multiplication. Fin août 1963 par exemple, on enregistrait 63 % de formes libres sur les parcelles traitées au carbaryl et au parathion (qui fait effectivement proliférer cette espèce) tandis que l'on en comptait seulement 45 % chez les parcelles témoins ou celles traitées au DDT (ce dernier produit n'entrant pas, rappelons-le, de multiplication de l'Araignée jaune à cette époque de l'année).

On se rend compte de la difficulté d'expliquer ces divers phénomènes par la seule destruction des ennemis naturels. En ce qui concerne le DDT par exemple, qui multiplie *P. ulmi*, mais fait régresser au contraire les populations de *E. carpini vitis* jusqu'en septembre, il faudrait

donc admettre que ce produit détruit les prédateurs de l'Araignée rouge en laissant intacts ceux de l'Araignée jaune.

En fait: la faiblesse même des populations des Typhlodromes — pratiquement les seuls ennemis naturels observés — interdit à ces prédateurs, à partir du mois de juillet, de jouer le moindre rôle dans la limitation des Tétranyques phytophages de la Vigne dans le Bordelais — tout au moins en cours de saison.

Et c'est pourquoi nous en sommes venu à l'hypothèse trophique que nous allons examiner maintenant en voyant tout d'abord la question des exigences nutritionnelles des diverses espèces de Tétranyques.

#### LES EXIGENCES NUTRITIONNELLES DE DIVERSES ESPECES DE TETRANYQUES

##### 1. Généralités.

Le problème de la recherche des facteurs trophiques de la fécondité et, d'une façon générale de la multiplication chez les Tétranyques, bien que moins avancé que chez les insectes, a cependant été abordé de plusieurs façons.

D'une part: certaines observations ont concerné l'influence des fumures, d'autre part on a procédé à des élevages sur plantes cultivées dans des solutions nutritives de différentes compositions, enfin chez certaines espèces, ont été conduites des études concernant l'équipement enzymatique et la nutrition.

Précisons que deux espèces on été principalement étudiées à ce point de vue: l'Araignée rouge proprement dite (*Panonychus ulmi* Koch) d'une part, et le Tétranyque des serres (*Tetranychus telarius* L. *sensu* Boudreaux et Dosse) d'autre part.

Toutefois, dans le cadre de ce rapport, nous ne saurions entrer dans le détail de ces recherches à propos desquelles il faudrait successivement examiner les travaux de: GARMAN et KENNEDY, RODRIGUEZ, LEROUX, WATSON, FRITSCHE, HENNEBERRY, MEHROTRA, BUTLER et TOWN, HAMSTEAD et GOULD, Melle Post, BAGGIOLINI et MATHYS, PUTMAN, LORD et STEWART, etc... auxquelles il faut ajouter nos propres observations <sup>(2)</sup>.

Aussi, nous contenterons-nous, dans ce travail, de donner les con-

---

<sup>(2)</sup> On trouvera une bibliographie complète de la question dans le travail que nous avons actuellement en préparation et intitulé: « Sur le déterminisme de la multiplication des Tétranyques à la suite des traitements pesticides ».

clusions qui se dégagent de ces diverses recherches et qui intéressent le deux espèces précitées.

## 2. Les facteurs trophiques de la multiplication chez *Tetranychus telarius*.

Les résultats des élevages de *T. telarius* sur plantes cultivées sur différentes solutions nutritives, aussi bien que les observations de divers auteurs et de nous-même concernant la multiplication de cette espèce dans la Nature, conduisent à cette conclusion que *T. telarius* présente une multiplication maximum pour un état biochimique de la plante assurant à l'Acarien un régime alimentaire mixte et caractérisé par la prédominance de certains composés azotés solubles (glutamine, acide glutamique notamment) et de sucres réducteurs.

Nous étions déjà arrivés à ces conclusions grâce à la confrontation des travaux des divers auteurs que nous avons énumérés ci-dessus quand nous avons pu prendre connaissance du récent travail de RODRIGUEZ (1964). Dans celui-ci, cet auteur indique, comme diète optimum pour *T. telarius*, une proportion entre les acides aminés et le sucre de 1,5 à 2 %. Il s'agit donc bien d'un régime alimentaire où s'équilibrent N et C entre des proportions paraissant bien définies.

Or, de tels états biochimiques se trouvent réalisés dans deux cas: chez les feuilles jeunes d'une part, par suite d'une synthèse active des glucides, et chez les feuilles sénescentes d'autre part, à l'époque où la protéolyse l'emporte sur la protéogénèse. C'est ce fait qui explique en particulier que dans la Nature et sur Pommier notamment, les multiplications de *T. telarius* succèdent, dans le temps, à celles de *Panonychus ulmi*. Nous allons voir en effet, que les exigences de cette dernière espèce sont passablement différentes de celles de *T. telarius*.

## 3. Les facteurs trophiques de la multiplication chez *Panonychus ulmi*.

Divers phénomènes tels que: l'allure de la multiplication dans les conditions de la Nature (maximum en juillet), l'importance de la reproduction en fonction du niveau de la feuille sur le sarment de Vigne (maximum sur les feuilles matures), l'influence de certains types de fumure (action positive de la potasse) et celle de certains types de solutions nutritives (action également positive du potassium), conduisent à cette conclusion que la multiplication de *Panonychus ulmi*

se trouve sous la dépendance d'un métabolisme de la plante où domine la protéogénèse.

Effectivement, nos propres résultats montrent qu'il existe une étroite liaison entre la fécondité de *Panonychus ulmi* sur Vigne et la

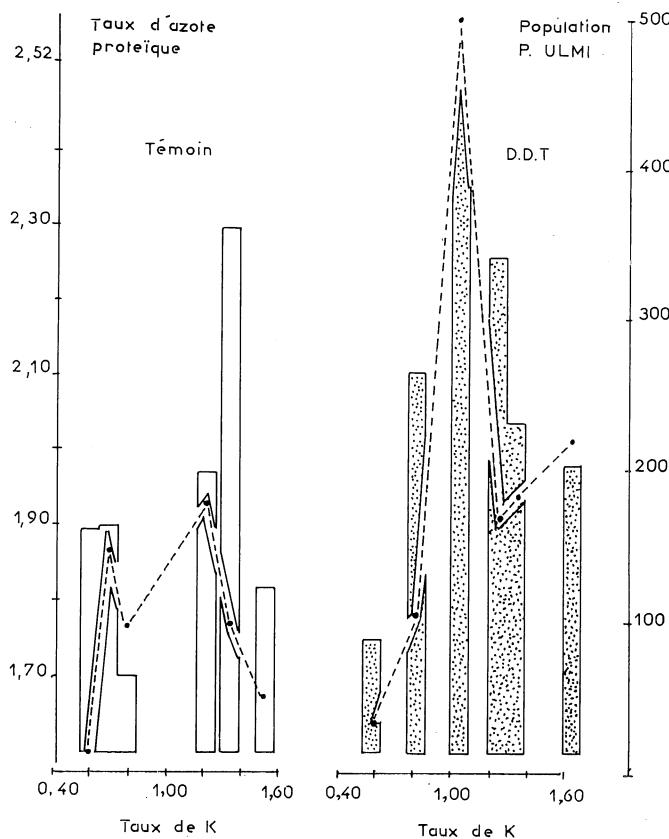


Fig. 4 - Répercussion du DDT, en 1960, sur la teneur en azote protéique des tissus foliaires de la Vigne et la multiplication corrélative de *P. ulmi*. Traitement: 24 mai; analyses du feuillage: 15 juin; dénombrement des populations: 6 juillet.

teneur des feuilles en azote protéique. Ce dernier est à son tour fonction de la teneur du feuillage en K, ou d'une façon plus générale, de d'équilibre cationique (fig. 4). Ce qui confirme bien certaines conclusions établissant que le maximum de protéogénèse paraît intervenir pour un certain équilibre entre K et Ca (CRANE et STEWART, 1962).

#### 4. Classification des Tétranyques en fonction de leurs exigences nutritionnelles. Leur multiplication par rapport au cycle physiologique de la plante-hôte.

En résumé, les conclusions précédentes paraissent bien établir que *P. ulmi* et *T. telarius* présentent des exigences nutritionnelles passablement différentes (le terme d'exigence nutritionnelle signifiant ici l'optimum alimentaire pour une fécondité et une longévité maxima de l'Acarien).

Alors que la première espèce se multiplie en effet sur les feuilles chez lesquelles domine la protéogénèse, la seconde présente un maximum de pullulation sur celles où l'emportent les composés azotés solubles et les sucres réducteurs.

Ceci explique pourquoi *T. telarius* succède à *P. ulmi*, par exemple sur Pommier en arrière-saison, c'est à dire à l'époque où dans la plante, la protéolyse commence à l'emporter sur la protéogénèse.

Or, nous constatons un phénomène exactement du même genre concernant l'allure de la multiplication sur Vigne de *P. ulmi* et de *E. carpini vitis*, sur témoins, dans les conditions de la Nature. Alors, en effet, que les populations de *P. ulmi* culminent dans la première décade de juillet dans le Bordelais, la multiplication de *E. carpini* débute seulement vers la mi-juin mais continue de croître jusqu'à fin septembre, c'est à dire presque à l'arrière-saison (fig. 5).

Nous croyons devoir bien souligner qu'en la circonstance, il ne s'agit nullement d'un phénomène de concurrence entre les deux espèces, concernant la colonisation de la feuille, mais bien d'un processus trouvant son explication dans un déterminisme d'ordre nutritionnel.

Par ailleurs: *E. carpini* se multipliant, comme *T. telarius*, à la même époque par rapport au cycle physiologique annuel de la plante, on peut présumer que cette espèce présente des exigences nutritionnelles assurément pas identiques, mais dans une certaine mesure, analogues.

Nous verrons, effectivement, au cours du paragraphe consacré aux élevages, comment nous avons pu faire pulluler *T. telarius* sur Vigne de la même façon que *E. carpini*, c'est à dire à la même époque et avec les mêmes insecticides.

Par ailleurs, nous avons eu également l'occasion d'observer sur Pommier la multiplication simultanée, fin août, de *T. telarius* et de

*Amphitetranychus viennensis*. Cette dernière paraît donc devoir être rangée dans le même groupe nutritionnel comprenant *T. telarius* et *E. carpini vitis*.

Remarquons enfin que ces exigences trophiques des différentes catégories de Tétranyques paraissent se trouver en rapport avec certaines de leurs caractéristiques biologiques telles, par exemple, que leur mode d'hivernation et l'époque de leur multiplication.

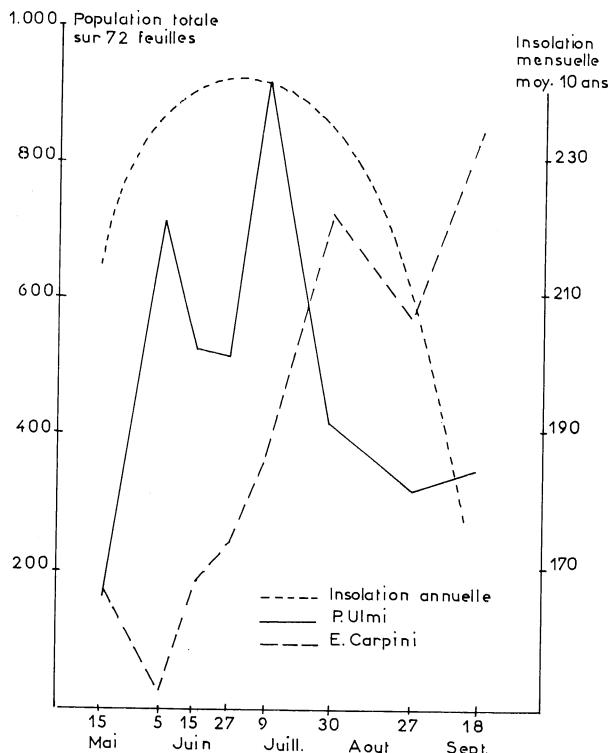


Fig. 5 - Allure de la multiplication, sur Vignes témoins en 1962, de *P. ulmi* et de *E. carpini vitis*. (En point: la durée du jour).

C'est ainsi par exemple, que *P. ulmi* et *B. praetiosa* qui se multiplient en jours longs sont toutes deux des espèces ovo'hivernantes tandis que *T. telarius*, *E. carpini vitis* et *A. viennensis* dont le maximum de reproduction survient en jours courts appartiennent au groupe des espèces gynohivernantes.

REPERCUSSIONS DU DDT, DU PARATHION ET DU CARBARYL SUR LA BIOCHIMIE DE LA VIGNE; CORRELATIONS AVEC LA MULTIPLICATION DES DEUX ESPECES DE TETRANYQUES: *P. ulmi* ET *E. carpini vitis*.

1. La pénétration des produits pesticides dans la plante.

Jusqu'à une époque relativement récente: vis à vis des produits phytosanitaires, la plante n'était guère considérée que comme un simple support à propos de laquelle il y avait simplement lieu de se préoccuper de sa résistance aux brûlures. Or, il est maintenant bien établi que, par le jeu des facteurs météorologiques, les tissus végétaux se laissent pénétrer par de nombreux produits: aussi bien fongicides qu'insecticides et bien entendu substances de croissance.

Trois voies de pénétration sont d'ailleurs possibles: la feuille, au cours des traitements classiques, la racine, à la suite de la désinfection insecticide ou fongicide des sols, enfin la graine, comme résultat de l'enrobage des semences contre insectes ou maladies.

Or, si les produits organiques de synthèse — qu'ils soient fongicides ou insecticides — présentent vis à vis des populations d'Acariens ou d'Insectes, des répercussions nettement plus accusées que les produits minéraux, c'est que même non-systémiques, ils pénètrent plus facilement dans la plante. Toutefois, il faut bien souligner que les insecticides et fongicides minéraux tels les composés cupriques par exemple, peuvent également participer à l'économie du végétal, ainsi que nous le verrons plus loin.

Bref, on est en droit de se demander s'il existe vraiment un produit susceptible de demeurer en surface de la plante sans s'introduire, peu ou prou, à l'intérieur des tissus? Or nous croyons pouvoir affirmer qu'à cet égard: tous les produits phytosanitaires doivent être considérés comme physiologiques.

Or, parvenus dans les tissus, les pesticides réagissent nécessairement sur le métabolisme de la plante. Physiologie et biochimie s'en trouvent ainsi plus ou moins profondément et plus ou moins longtemps modifiées. Certes, nos connaissances à ce sujet demeurent encore fort incomplètes. Le sujet est en effet très vaste, et il s'agit, en fait, d'une nouvelle discipline.

## 2. Répercussions biochimiques des pesticides sur la biochimie des plantes.

a) *Substances de croissance*: Si nous commençons par l'étude des répercussions des substances de croissance, c'est non seulement, parce que, pour d'évidentes raisons, elles ont été beaucoup plus étudiées que celles des autres produits, mais aussi parce que certains observateurs ont pu rapprocher leur action de celle de certains insecticides. En fait: il n'y a pas de différence de nature dans leurs répercussions sur la plante. Aux doses phytotoxiques, les incidences de certaines substances de croissance — comme le 2-4 D par exemple — rappellent étrangement celles de certains insecticides utilisés à doses massives.

D'une façon analogue d'ailleurs, à doses très faibles, les substances de croissance peuvent entraîner dans la plante des répercussions bénéfiques précisément analogues à celles constatées avec les mêmes insecticides ou fongicides, mais utilisés à des doses standard. De telles incidences sont d'ailleurs mises systématiquement à profit dans certains pays où l'utilisation des substances de croissance faisant désormais partie du domaine de la pratique agricole, permet à la fois d'élever les rendements et de lutter contre certaines maladies en augmentant la résistance de la plante.

Dans le cadre de cet article, nous ne pouvons que résumer très brièvement les conclusions tirées de l'étude des répercussions des substances de croissance sur la biochimie des plantes; pour une étude plus complète, nous renvoyons le lecteur à la mise au point que nous avons récemment publiée (CHABOSSOU, 1964).

Une première conclusion s'impose: c'est que, selon la dose utilisée et la période où elles sont appliquées, les hormones de synthèse peuvent entraîner: soit une majoration, soit au contraire une réduction de la protogénèse.

Autrement dit: les substances de croissance, qui agissent par l'intermédiaire des enzymes, modifient plus ou moins profondément et pendant des périodes plus ou moins prolongées, le rapport entre les hydrates de carbone et les produits azotés.

Fait important: la nature même des protéines, exprimée en proportion d'acides aminés libres, peut également se trouver perturbée.

Par ailleurs, les répercussions sont différentes suivant le délai après traitement, la teneur des différents acides aminés peut notamment varier d'une façon considérable.

Autre fait capital — mais auquel il était naturel de s'attendre —:

avec un même produit, les incidences seront aussi fonction de l'état initial de la plante, soit en dernier ressort, de son alimentation, des conditions d'ambiance climat) et de l'époque de traitement.

Ce dernier point, en particulier, paraît d'une extrême importance, car nous retrouvons également son influence dans les incidences des insecticides. C'est ainsi que tant pour l'hydrazide maléique que pour le 2-4 D utilisés sur Pomme de terre, on enregistre selon l'époque de l'intervention, des résultats pouvant se trouver à l'opposé concernant l'équilibre du rapport C/N.

Dans un certain essai sur Pomme de terre, alors que le traitement du 23 juillet entraîne une diminution significative des sucres réducteurs et une teneur plus élevée en sucre dans les tubercules, l'intervention du 24 août: soit un mois plus tard — provoque, au contraire un accroissement en sucres réducteurs, tandis que les changements de la teneur en sucre demeurent non-significatifs.

Or, nous enregistrons des phénomènes absolument analogues concernant l'incidence des insecticides et des fongicides sur la biochimie de la Vigne.

b) *Insecticides*: Les répercussions biochimiques des insecticides et des fongicides sur la plante ont été beaucoup moins étudiées que celles des substances de croissance. A vrai dire, ces recherches n'en sont encore qu'à leur début.

Cependant, bien que sommaire, les études des répercussions des substances de croissance telles que nous venons de les résumer, vont nous permettre de mieux comprendre celles des insecticides et des fongicides et d'expliquer notamment certaines contradictions entre différents auteurs.

Comme nous venons de le voir en effet, l'action d'un quelconque produit doit être considérée, non dans l'absolu, mais dans le cadre où elle s'exerce, c'est à dire l'état initial de la plante. Ce dernier constitue en fait le deuxième terme de la réaction. Or il est essentiellement fluctuant et dépend notamment, comme nous avons eu déjà l'occasion de le souligner, de son stade physiologique.

C'est ainsi, par exemple, que la disparité des résultats enregistrés aussi bien avec le DDT que le parathion paraît s'expliquer par les différences dans l'état physiologique de la plante au moment du traitement.

Or cet état physiologique de la plante se caractérise, en effet, au cours de la première partie de son cycle annuel, par la prédominance

de la protéogénèse, en relation avec des valeurs relativement élevées du rapport K/Ca; la seconde partie du cycle, au cours duquel s'élaborent les réserves, se distingue au contraire, par l'accentuation de la protéolyse avec diminution du rapport K/Ca et prédominance des acides aminés libres et des sucres réducteurs.

En ce qui concerne la Vigne, par exemple, nous avons pu montrer que les trois insecticides sur lesquels nous avons plus spécialement porté notre attention: soit DDT, parathion et carbaryl, entraînent des perturbations dans le rapport K/Ca et corrélativement, semble-t-il, dans la teneur des tissus foliaires en produits azotés et en sucres.

Or, ces répercussions sont précisément différentes selon l'époque où l'on intervient. D'où des incidences différentes sur les multiplications des diverses espèces de Tétranyques, dont nous avons vu, au paragraphe précédent, qu'elles ont des exigences nutritionnelles différentes. C'est ce que nous allons examiner maintenant. Car ainsi que nous l'écrivions récemment (CHABOUESSOU, 1964): « à partir du moment où il est démontré que la biochimie de la plante se trouve modifiée par le pesticide qui lui est appliqué, on doit s'attendre à voir également perturbés: et le comportement et la multiplication du parasite qui s'en nourrit ».

### 3. Corrélations entre les répercussions biochimiques des insecticides sur la Vigne et les multiplications de l'Araignée rouge et de l'Araignée jaune.

Nous avons déjà eu l'occasion de traiter brièvement de cette question (CHABOUESSOU, 1964) et nous nous proposons de l'examiner plus à fond dans un autre mémoire<sup>(3)</sup>. Aussi nous contenterons-nous de donner ici les grandes lignes de nos conclusions.

Nous venons de faire allusion plus haut à la disparité des résultats concernant l'incidence d'un même produit, sur les plantes, selon les auteurs. Et ceci s'explique pour la simple raison qu'ils paraissent ne pas avoir opéré sur des plantes d'état identique, mais au contraire passablement différent. Or, cet état dépend à la fois de la nutrition de la plante, donc du sol et des fumures, mais aussi du stade de son cycle physiologique annuel.

C'est ainsi qu'il nous paraît utile — en première approximation tout au moins — de classer sommairement les pesticides en fonction

---

<sup>(3)</sup> En préparation: « Sur le déterminisme de la multiplication des Tétranyques phytophages à la suite des traitements pesticides ». Thèse Fac. Sciences Paris.

de leurs répercussions vis à vis des deux grands processus de la protéogénèse et de la protéolyse.

En particulier: qu'il s'agisse du 2-4 D à doses faibles, du DDT, du parathion et du carbaryl utilisés aux doses habituellement préconisées dans la lutte phytosanitaire, il semble que si l'on intervient à un stade relativement précoce de la plante — et pour peu également qu'on lui ait assuré une nutrition convenable — on enregistre, d'une façon générale, un effet positif sur la protéogénèse, effet qui est d'ailleurs susceptible de se traduire, finalement, par une majoration de la récolte elle-même.

Or, avec le DDT par exemple, les deux premiers traitements contre l'Eudémis — respectivement placés début juin et début juillet — majorent, en général, par rapport aux témoins, la teneur des tissus foliaires en azote protéique. C'est cet accroissement de la protéogénèse, d'ailleurs corrélatif d'une élévation du rapport K/Ca qui explique la multiplication de l'Araignée rouge par exacerbation de la fécondité de l'Acarien (fig. 4).

D'une façon générale également le carbaryl (ou sevin) entraîne également, après le premier traitement de fin mai début juin, une accélération de la protéogénèse et partant de la multiplication de l'Araignée rouge.

Il peut, parfois, en être de même pour le parathion: et c'est ainsi que ce produit entraîne généralement, une majoration des populations d'oeufs d'hiver de *P. ulmi*. Toutefois, dans certaines conditions, et notamment si le rapport K/Ca est initialement relativement faible, cet ester phosphorique peut faire précocement pulluler *E. carpini vitis*, en accélérant certains processus protéolytiques.

Toutefois, c'est d'une façon générale, à un stade physiologique relativement avancé de la plante et qui paraît précisément se situer à l'époque où les phénomènes de la protéolyse l'emportent, dans les conditions naturelles, sur ceux de la protéogénèse, que certains pesticides comme la parathion et le carbaryl, ont tendance à accuser nettement ce dernier processus.

C'est ainsi par exemple, qu'après le second traitement du mois de juillet contre l'Eudémis, on assiste aussi bien avec le parathion qu'avec le carbaryl, à une régression de l'azote protéique et à une augmentation corrélative des sucres réducteurs (fig. 6 et 7).

Ainsi, cette modification biochimique oriente-t-elle la plante vers un régime alimentaire favorable aux exigences nutritionnelles de *T. telarius* et de *E. carpini*: soit acides aminés libres et sucres ré-

ducteurs. Ainsi s'explique la pullulation explosive de l'Araignée jaune que l'on constate vers fin-juillet à la suite de la deuxième intervention contre l'Eudémis.

Pour terminer cette question, nous ferons plusieurs remarques :

— la première pour rappeler que les répercussions biochimiques d'un produit sont, non seulement fonction de sa nature chimique, mais aussi de la dose à laquelle il est utilisé; suivant la dose en effet : un insecticide pourra donner — tout comme une substance de croissance d'ailleurs — des résultats diamétralement opposés : par exemple vis à vis des deux grands processus physiologiques comme la protéogénèse et la protéolyse. La dose à laquelle on utilise le produit peut donc présenter une énorme importance sur ses répercussions.

— la seconde remarque concerne les incidences du produit dans le temps : tout comme pour les substances de croissance, les répercussions sont extrêmement différentes selon le délai où l'on se place après l'intervention. C'est en particulier ce qui explique qu'un produit comme le DDT peut d'abord entraîner une multiplication de *P. ulmi* par accélération et prolongation de la protéogénèse puis celle de *T. telarius* à la période où finit par se manifester la protéolyse (voir plus loin).

— la troisième remarque concerne la nature des répercussions en fonction du produit. Si nous avons parlé des deux grands processus de la protéogénèse et de la protéolyse, nous devons aussi souligner que chacun d'eux paraît présenter ses propres caractéristiques en fonction du pesticide utilisé. C'est en partie ce qui paraît ressortir de nos premières analyses concernant les acides aminés.

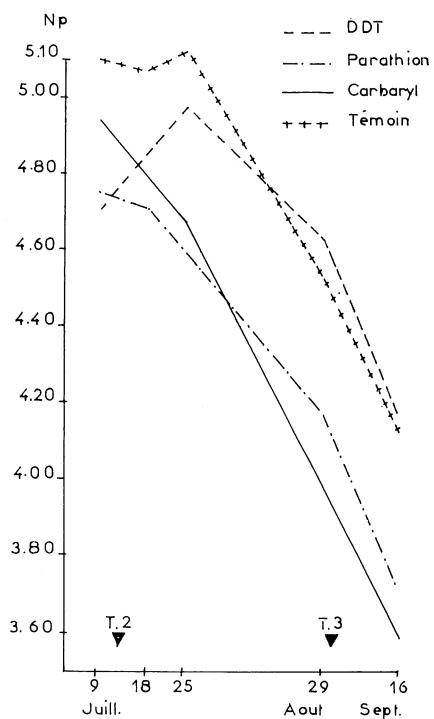


Fig. 6 - Répercussions sur le taux d'azote protéique des tissus foliaires de la Vigne, en comparaison avec les témoins, des traitements des 11 juillet et du 30 août, avec le DDT, le parathion et le carbaryl (ou sevin). (Cépage Merlau blanc - Saint-Ferme 1963).

— la quatrième remarque a trait à l'influence des conditions ambiantes sur le métabolisme de la plante déjà modifié par le pesticide. L'influence du climat se grefte en effet sur ces répercussions qui pourront se révéler ainsi fort différentes, en particulier selon l'importance de l'ensoleillement. On sait notamment, en effet, que la genèse des acides aminés est considérablement accélérée par la lumière.

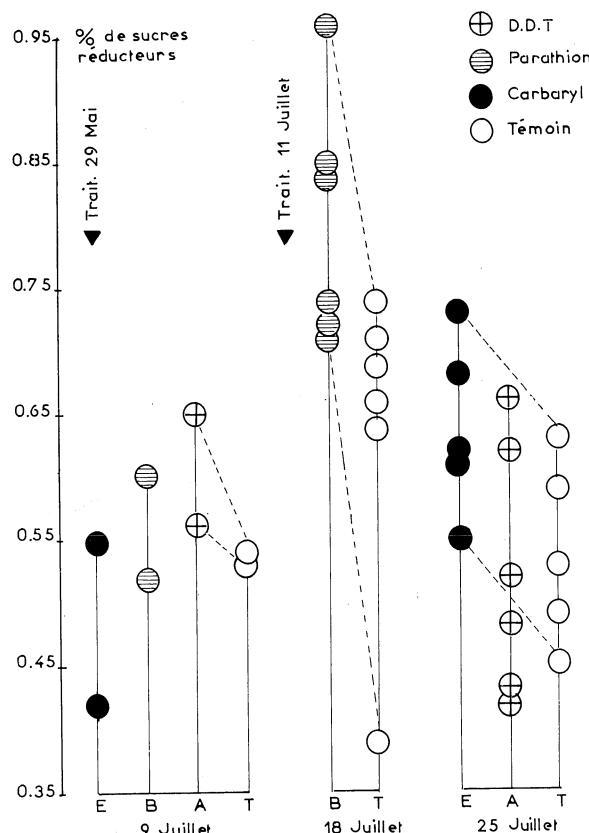


Fig. 7 - Répercussions du DDT, du parathion et du carbaryl (ou sevin) sur les sucres réducteurs des tissus foliaires de la Vigne, par rapport aux témoins, à la suite des traitements des 29 mai et 11 juillet 1963. (Cépage Merlau blanc - Saint-Ferme 1963).

Certains auteurs, comme BOGDARINA (1963) avaient déjà noté comme nous, que « l'action stimulante de l'insecticide se produit dans une certaine mesure, seulement pour des conditions assurant un métabolisme actif de l'organisme végétal ».

### RESULTATS DES ELEVAGES EN LABORATOIRE

#### 1. Le problème de la démonstration par élevages, de la multiplication des Tétranyques par effet trophique, à la suite des traitements pesticides.

On nous a déjà opposé le fait que la démonstration par élevage de l'influence positive des insecticides sur la multiplication des Tétranyques avait déjà été tentée en vain. Or ceci mérite un examen plus attentif.

Tout d'abord, jusqu'à présent la plupart des auteurs n'ont guère cherché à vérifier que la théorie de LÖCHER: c'est à dire l'action du produit (il s'agissait spécialement du DDT) sur la fécondité de l'Acarien par simple contact direct. Les résultats que l'on nous oppose ne concernent donc nullement les effets trophiques des pesticides, les répercussions biochimiques des produits phytosanitaires n'ayant nullement été considérées jusqu'ici par les divers expérimentateurs. (Sauf toutefois, par RODRIGUEZ concernant les insecticides utilisés en traitement du sol).

Bien plus: au cours de ces recherches auxquelles nous faisons allusions, certains auteurs: COULON (1961), PUTMAN (1963), ATTIAH et BOUDREAUX (1964) opérant avec le DDT, et PIELOU (1962) utilisant le carbaryl, ont à plusieurs reprises enregistré des majorations de fécondité. Or, sans vouloir entrer ici dans le détail des discussions des résultats, ce qui nous entraînerait trop loin, les conditions dans lesquelles ont été obtenues ces multiplications indiquent bien, précisément, leur nature d'origine trophique puisque c'était dans les cas où étaient traités à la fois la plante et l'Acarien.

Par ailleurs: au cours de ces essais, la plupart des expérimentateurs n'envisageaient que la fécondité sensu stricto, exprimée par le nombre d'oeufs quotidiennement pondus par femelle. Or, si ce facteur est important et s'il intervient effectivement dans le processus trophique de multiplication que nous pensons avoir démontré, il n'est nullement seul en cause. D'autres interviennent également et notamment: l'augmentation de longévité, la distorsion du sex-ratio en faveur des femelles, et fort probablement aussi, bien que nous n'ayions encore que peu de résultats à ce sujet: le raccourcissement du cycle évolutif (démontré chez *Myzus persicae* par effet trophique sur Tabac traité au mévinphos) (MICHEL, (1964), ainsi que la fertilité des oeufs et la survie des larves.

Enfin, pour qu'elle soit concluante, la démonstration par élevage, de la multiplication des Tétranyques, par effet trophique, à la suite

des traitements pesticides doit, nécessairement, se placer dans des conditions trophiques telles qu'elles cadrent avec les exigences nutritionnelles de l'Acarien en question.

C'est ainsi, par exemple, que dans la plupart des cas, il serait vain de vouloir chercher à faire pulluler une espèce comme *T. telarius* en début de végétation, par un traitement au DDT, alors que c'est parfaitement réalisable en fin de saison, au moment où intervient une certaine forme de protéolyse assurant au Tétranyque un régime alimentaire optimum.

## 2. Processus des élevages.

La plupart de nos essais ont été conduits avec *Tetranychus telarius*, espèce rustique, se prêtant admirablement aux élevages, et réagissant de façon sensible, aux variations d'ordre trophique.

Toutefois, nous avons également effectué avec *P. ulmi*, deux séries d'essais: en 1964 et en 1965 et qui nous ont notamment permis d'évaluer la majoration de fécondité de l'Acarien, sur vigne traitée avec le parathion et le carbaryl.

Nos élevages avaient surtout pour but l'étude des répercussions des produits, par voie trophique, sur la fécondité et la longévité des Acariens. Or ces deux facteurs ne peuvent guère être étudiés que grâce à des élevages individuels permettant des observations journalières. Aussi, avons-nous été amené à utiliser la technique d'élevages sur disques foliaires prélevés à l'emporte-pièce, sur le feuillage. Ces disques sont appliqués par la face supérieure sur un buvard humide, lui-même disposé sur coton hydrophile humecté. Pour pallier, dans une grande mesure, l'altération du feuillage (protéolyse), les disques foliaires sont systématiquement remplacés deux fois par semaine.

Sauf cas exceptionnels, une seule femelle est élevée par disque. Ces femelles proviennent d'ailleurs directement de téléochrysalides préalablement mises en attente de l'ultime nymphose; elles n'ont donc pas encore pondu au moment de leur mise en élevage: généralement 18 femelles sont mises en élevage par traitement.

Pour étudier les incidences des produits sur le *sex-ratio*, les plants de Haricots sont contaminés par une seule femelle, les plants étant placés sous verre de lampe-tempête.

Généralement les élevages sont conduits à une température d'environ 25-26° et sous éclairage artificiel par tubes luminescents,

type Phytorel, groupés par séries de quatre et fournissant au total 6.800 lux.

### 3. Résultats.

Nous donnerons simplement quelques exemples parmi les nombreux que nous avons obtenus.

a) *Elevage de T. telarius sur feuillage de Vigne*: Sur cépage Sauvignon, nous avons étudié, 21 jours après le traitement du 14 août effectué dans les conditions de la Nature, les répercussions du DDT (100g PA/hl) et du carbaryl (120g PA/hl).

En première génération (G1) on obtient, avec le DDT, une fécondité de 178 % par rapport aux témoins et de 270 % avec le carbaryl.

Avec ces mêmes produits, la majoration de longévité est respectivement de 116 % et 136 % (fig. 8).

b) *Elevage de Panonychus ulmi sur Vigne*: Au cours d'un premier essai, nous nous sommes contenté de recueillir, dans notre vignoble expérimental de Saint-Ferme (Gde), un même nombre de femelles sur feuillage témoin et sur feuillage respectivement traité au parathion (20g PA/hl) et au carbaryl (120g PA/hl).

Le femelles récoltées le 26 août provenaient de feuillage Merlau blanc respectivement traité les 9 juin et 6 juillet: nous nous trouvions donc placés 51 jours après le second traitement. Ces femelles ont été placées pour élevage sur diques foliaires provenant de cépage Muscadelle, traités avec les mêmes produits le 15 juillet: soit 42 jours auparavant.

L'élevage — qui n'a d'ailleurs duré que 48 heures — a donné les résultats suivants: témoins: 74 oeufs, parathion: 148 oeufs soit 100 % de majoration, carbaryl: 121 oeufs soit 64 % de majoration.

Par ailleurs, des essais analogues conduits au mois de juillet 1965 au moyen de feuillage traité au carbaryl ont montré que ce produit entraînait une majoration de fécondité d'environ 100 % par rapport aux témoins.

c) *Elevage de T. telarius sur Haricot, en laboratoire*. Nos premiers essais destinés à faire pulluler *T. telarius* sur Haricot par traitement au moyen du DDT et du carbaryl se sont tout d'abord soldés par des échecs. Nous en avons trouvé la raison lorsque nous avons pu démêler la nature des exigences nutritionnelles de cette espèce, et telles que nous les avons établies plus haut.

Dans les conditions où nous opérions en effet: c'est à dire en traitant des plantes physiologiquement jeunes et en contaminant au bout d'un délai relativement court (5 à 8 jours), nous nous trouvions en

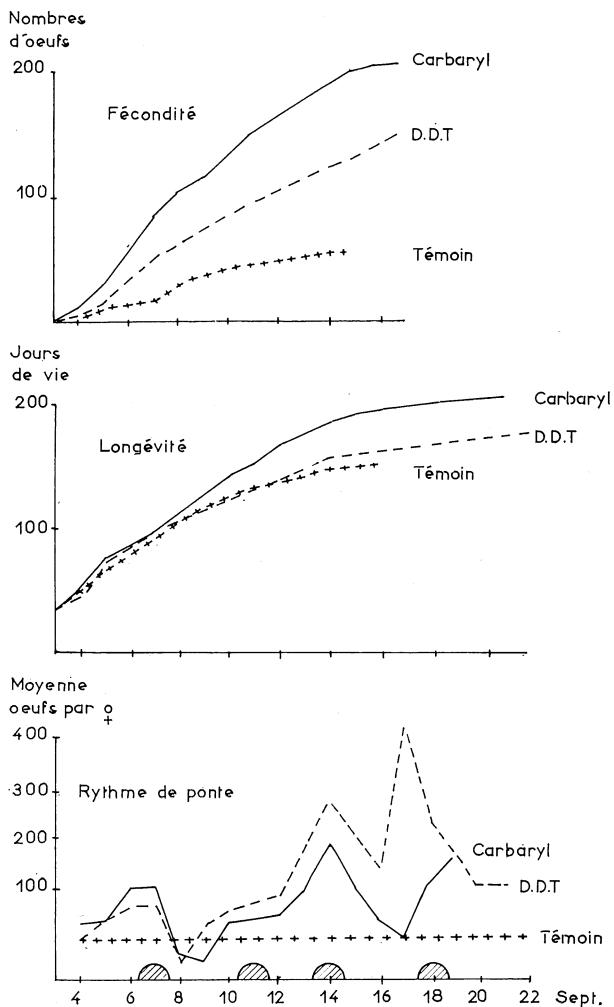


Fig. 8 - De haut en bas:

- Répercussions du DDT et du carbaryl sur la fécondité de *T. telarius* élevé sur feuillage de Vigne traité 21 jours auparavant (cépage Sauvignon).
- Répercussions du DDT et du carbaryl sur la longévité de *T. telarius* élevé sur feuillage de Vigne traité 21 jours auparavant.
- Rythme de ponte par rapport aux individus élevés sur plantes témoins de *T. telarius* élevé respectivement sur feuillage traité au DDT et au carbaryl. (Les demi-cercles placés sur l'axe des abscisses indiquent les dates des changements de disques).

effet placé, avec ces produits, dans des conditions d'exacerbation de la protogénèse, c'est à dire dans un état biochimique de la plante exactement à l'inverse des exigences nutritionnelles de *T. telarius*.

Bref: sur Haricot, comme sur Pommier ou sur Vigne dans les conditions de la Nature: à la suite des traitements au DDT et au carbaryl, *T. telarius* ne saurait pulluler par rapport aux témoins, qu'à partir du stade physiologique de la plante relativement avancé où la protéolyse devient prédominante. C'est ce qui se produit notamment en traitement d'arrière-saison sur Vigne avec des résultats tels que nous les avons donnés plus haut (fig. 8). (Des effets analogues peuvent être obtenus sur Haricot en tenant compte de ces facteurs, nous n'insisterons pas davantage).

Le cas du parathion est par contre différent. Dès nos premiers essais, en effet, nous avons obtenu, avec cet ester phosphorique, un certain nombre de résultats positifs sur la multiplication de *T. telarius*. C'est ainsi que dans 7 sur 8 de nos essais, les majorations globales de populations par rapport aux témoins, ont varié selon les conditions, entre 30 et 110 %.

L'état initial de la plante joue d'ailleurs, un rôle important. Les plantes cultivées sur solution nutritive à faible rapport K/Ca = 4/10, multiplient plus facilement *T. telarius* à la suite

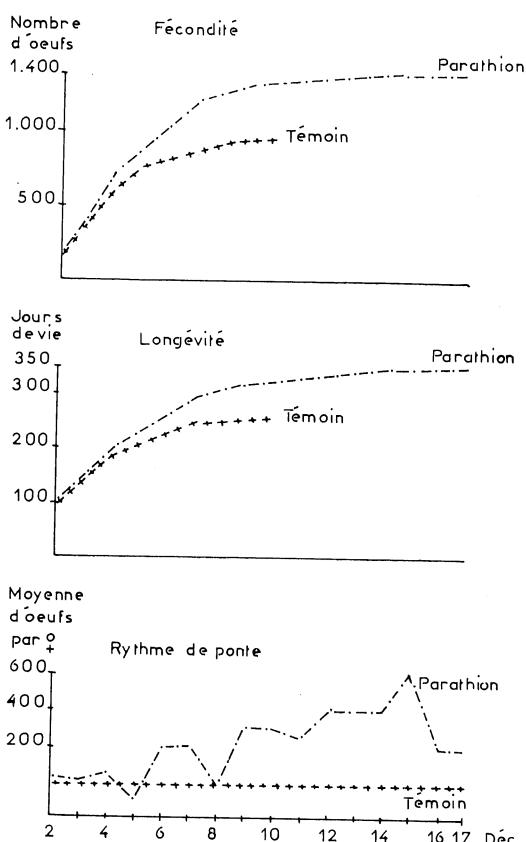


Fig. 9 - De haut en bas:

- Répercussions du parathion (10 g pa/hl) sur la fécondité de *T. telarius* sur Haricot, en laboratoire.
- Répercussions du parathion (10 g pa/hl) sur la longévité de *T. telarius* sur Haricot, en laboratoire.
- Répercussions du parathion (10 g pa/hl) sur le rythme de ponte de *T. telarius* par rapport aux témoins.

des traitements au parathion. Dans la nature, c'est aussi dans les parcelles de vignes où le rapport K/Ca est le plus faible que l'on enregistre les plus précoces et les plus importantes pullulations d'*E. carpini vitis*, à la suite des traitements au parathion.

La dose a également une influence qu'il s'agira de déterminer: à 10 g PA/hl, le parathion a entraîné dans nos essais, une majoration de fécondité globale de 55 % par rapport aux témoins (fig. 9), et une majoration de longévité de 37 %.

D'autre part, certains de nos essais paraissent bien avoir établi qu'à la même dose, le parathion entraîne une distorsion du sex-ratio en faveur des femelles. Au cours d'un essai portant sur deux générations, nous avons en effet obtenu simultanément:

- une augmentation globale de population de 119 %
- une majoration dans le pourcentage des oeufs de 59 %
- une majoration de 12 % dans la proportion des femelles.

*Remarque:* L'importance de la multiplication des Acariens engendrée par effet trophique ne paraît nullement en relation directe avec la dose du pesticide utilisée. Bien au contraire: elle est souvent en raison inverse de celle-ci. Il semble qu'il faille voir là une relation avec l'incidence des produits phytosanitaires sur les enzymes. À doses relativement élevées en effet, les pesticides inhibent les diastases tandis qu'ils stimulent leur action catalytique à des doses plus faibles. (Nous y reviendrons plus bas à propos de la bouille bordelaise).

#### FONGICIDES ET PULLULATION DE TETRANYQUES

##### 1. Répercussions d'ordre trophique et mode des relevés.

Pénétrant dans la plante au même titre que les insecticides, on doit s'attendre à ce que les fongicides, et notamment les produits organiques de synthèse, entraînent comme ces derniers, des modifications biochimiques. Puis par répercussions d'ordre trophique, on ne doit donc pas s'étonner s'ils provoquent aussi des incidences sur les populations de Tétranyques.

Effectivement, à la suite de traitements de plein champ, divers produits fongicides ont été incriminés dans les pullulations de diverses espèces d'Acariens, et notamment de: *Panonychus ulmi*, *Bryobia arborea*, *Tetranychus bimaculatus*, *Paratetranychus citri*, *Calacarus carinatus* etc. Car la plupart de ces répercussions sont effectivement positives.

Certes, nous n'ignorons pas que certains auteurs cherchant à pro-

voquer expérimentalement ces multiplications auraient, d'après eux, échoué. Toutefois, lorsque l'on examine de près leurs résultats, leurs démonstrations ne nous paraissent guère convaincantes. Comme pour les essais d'insecticides, cela tient pensons-nous, à la conception qu'à

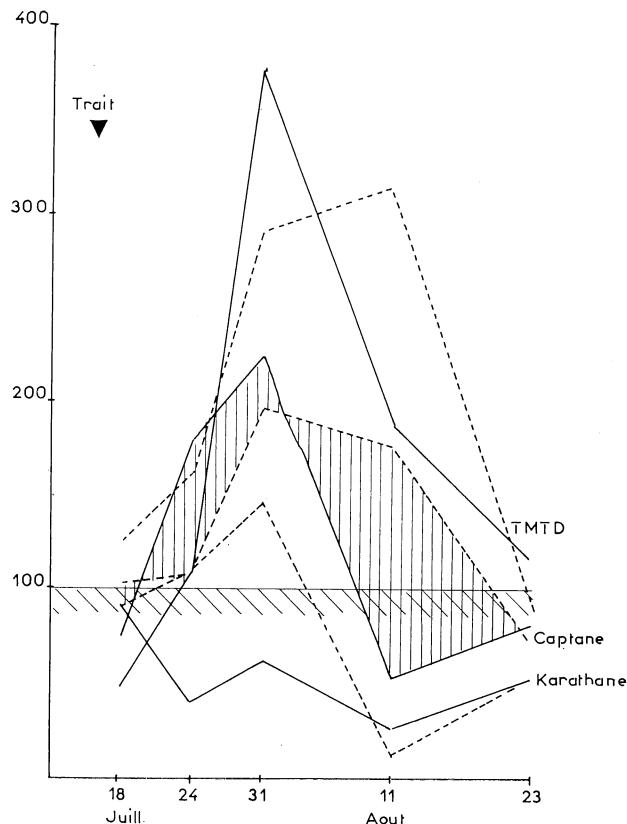


Fig. 10 - Allure de la multiplication, par rapport aux témoins, de *Bryobia*, sur Pommier, à la suite de divers traitements fongicides. (D'après les chiffres de VAN de VRIE, 1962, p. 248).  
(En ordonnée: pourcentages de population par rapport au témoin).

priori, se faisaient les expérimentateurs concernant le déterminisme de ces déséquilibres biologiques. Seule en effet, était considérée l'éventuelle destruction des prédateurs et autres ennemis naturels: or ce produit étant inoffensif vis à vis de ces derniers, on en concluait un peu hâtivement qu'il ne saurait entraîner de pullulations.

Prenons un exemple: les résultats obtenus par notre collègue VAN

DE VRIE. A l'aide de ses propres chiffres considérons la multiplication sur Pommier de *Bryobia* par rapport aux témoins, entraînée respectivement par le karathane, le captane et le TMTD (fig. 10). A l'examen de ce graphique, il ne saurait y avoir de doute, selon nous, que les deux derniers produits: TMTD et captane ont entraîné, par rapport aux témoins, une multiplication de *Bryobia*.

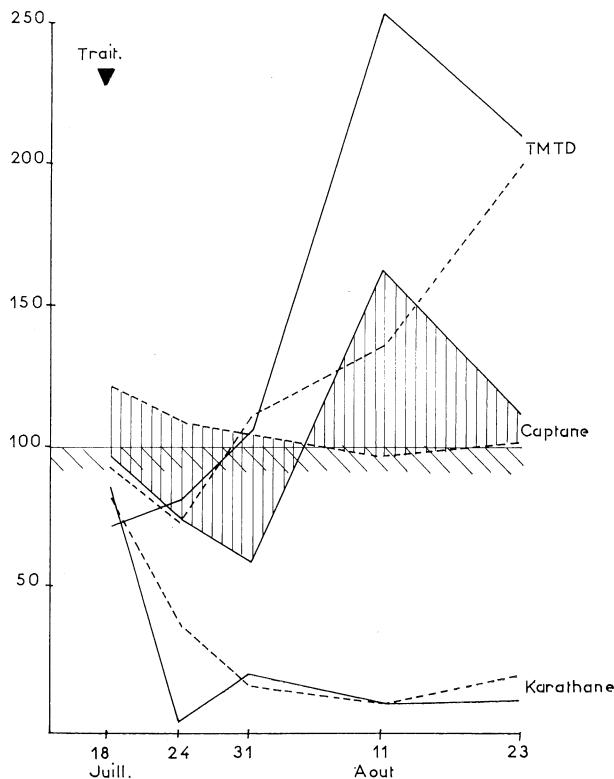


Fig. 11 - Allure de la multiplication, par rapport aux témoins, de *P. ulmi* sur Pommier, à la suite de divers traitements fongicides. (D'après les chiffres de VAN de VRIE, 1962, p. 248).  
(En ordonnée: pourcentages de population par rapport au témoin).

Un graphique analogue montre qu'il en est de même vis à vis de *Panonychus ulmi* (fig. 11). Toutefois, il est à remarquer que la majoration de multiplication par rapport aux témoins, survient chez cette espèce avec un retard d'environ deux semaines par rapport à celle de *Bryobia*.

Or, étant donné ce que nous soupçonnons à l'heure actuelle concernant la diversité des exigences nutritionnelles des différentes espèces de Tétranyques, on est en droit de se demander si un tel décalage dans la multiplication des deux espèces de Tétranyques ne serait dû, précisément, à un processus d'ordre trophique.

C'est dire que lorsque l'on procède à des essais de ce genre: non seulement il faut tenir compte de tous les effets classiques consécutifs à la pulvérisation: phénomène mécanique de lavage («washing effect» des anglo-saxons) actions du produit vis à vis de l'Acarien lui-même: c'est à dire acaricide ou acarifuge mais aussi des répercussions d'ordre trophique. Or celles-ci peuvent intervenir non seulement au bout d'un plus long délai après l'intervention, mais aussi persister pendant une période de temps beaucoup plus considérable <sup>(4)</sup>. C'est pourquoi l'éventuelle et très souvent probable réalité de ces processus doit nécessairement retentir sur le mode des relevés après traitement.

L'exemple que nous allons étudier maintenant montre notamment que les produits organiques ne sont nullement les seuls à provoquer des multiplications, de Tétranyques. Nous allons voir en effet que, par rapport aux témoins, il en est de même des fongicides cupriques et qu'avec ces produits minéraux, la dose utilisée a également une très nette influence.

## 2. Incidence des produits cupriques sur la multiplication de *Panonychus ulmi* sur Vigne.

Nous avons eu l'occasion de conduire certaines observations concernant les répercussions de divers produits cupriques sur les populations des oeufs d'hiver de *Panonychus ulmi* sur Vigne. Il s'agissait d'incidences à la suite d'essais anti-mildiou conduits en 1962 par notre collègue Melle GAUDINEAU, alors Directeur de la Station de Pathologie végétale du Centre de Recherches Agronomiques du Sud-Ouest (INRA). Quatre traitements avaient eu lieu: 30 mai, 21 juin, 10 et 30 juillet.

En présence des différences d'attaques de *P. ulmi* dans le courant de l'été, nous procédâmes à des comptages d'oeufs d'hiver. Ces derniers sont pondus, rappelons-le, sur des sarments, au niveau des noeuds. Or, par suite de la multiplication préférentielle de *P. ulmi* à des niveaux de feuilles bien déterminés (feuilles matures), les populations des oeufs d'hiver — que l'on peut logiquement supposer être

---

<sup>(4)</sup> Dans de nombreux cas: pratiquement jusqu'à l'arrière saison et la récolte.

déposés par les femelles présentes sur la feuille correspondant au noeud considéré — sont d'importance différente suivant le niveau de cette dernière sur le sarment. La figure 12 donne les populations respectives d'oeufs d'hiver sur: témoins, manèbe, bouillie bordelaise à 0,5 % et à 2 %. (Précisons que nous n'avons envisagé ici, pour simplifier, que les incidences de la bouillie bordelaise à deux doses. Mais nous devons cependant indiquer que le manèbe n'avait entraîné au-

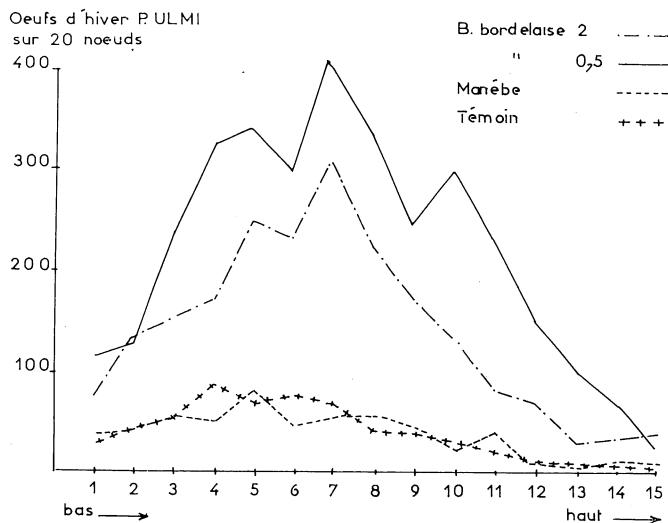


Fig. 12 - Répercussions sur les populations des oeufs d'hiver de l'Araignée rouge (*P. ulmi*) de deux fongicides. (Cépage Cabernet-Sauvignon - La Tresne, 1962). (En abscisses: les noeuds des sarments au niveau desquels sont pondus les oeufs, la numérotation partant de la base).

cune incidence sur la multiplication de *P. ulmi* par rapport aux témoins tandis que tous les produits cupriques sans exception ont majoré les populations des oeufs d'hiver, par rapport aux témoins).

Nous devons faire observer par ailleurs, que cette année-là, les attaques de mildiou ayant été nulles et le feuillage des vignes témoins étant demeuré parfaitement sain, les multiplications de *P. ulmi* constatées pour les parcelles traitées aux produits cupriques provenaient donc uniquement de l'action de ces fongicides.

Un premier fait — assez déconcertant au premier abord — doit être constaté: au niveau de presque tous les noeuds — soit 12 répétitions — la bouillie bordelaise a provoqué une majoration supérieure

des populations de *P. ulmi* à la dose inférieure, de 0,5 % par rapport à celle, quatre fois plus élevée, de 2 %.

Or, s'il s'agissait, par hasard, d'un processus consécutif à la destruction des ennemis naturels de *P. ulmi*, on ne voit guère comment la bouillie bordelaise pourrait se montrer moins nocive à 2 qu'à 0,5 %?

Par contre, on sait que le cuivre, qui entre dans la composition de plusieurs enzymes et participe notamment à l'activité catalytique intéressant les processus d'oxydo-réduction, entraîne à de basses concentrations, une stimulation de l'activité respiratoire. Un excès de cuivre, au contraire, se traduit par une diminution de la teneur des végétaux en catalase et parfois même en peroxydase.

Ceci confirme bien ce que nous avons déjà eu l'occasion de souligner plus haut, à savoir: l'énorme influence de la dose du produit utilisé sur les répercussions biochimiques qu'il entraîne.

De tels phénomènes trouvent, en effet, vraisemblablement leur explication dans le mode d'action des pesticides sur les enzymes, et comme cela a été démontré, par exemple pour les substances de croissance. Ainsi, suivant la théorie de FREED et al.: alors qu'une basse concentration de 2-4 D modifie l'enzyme pour en faire un catalyseur plus efficient, une adjonction supplémentaire de molécules entraîne, au contraire, par adsorption, une altération de la surface protéïnique de l'enzyme telle que celle-ci perd tout ou partie de ses propriétés catalytiques.

Or, concernant la bouillie bordelaise, ces hypothèses paraissent être pleinement confirmées par les récents travaux de certains phytopathologistes. Confirmant, en effet, les conclusions des A. déjà cités, BU-SHONG et al. (1964) notent que de petites quantités de cuivre stimulent l'activité de la peroxydase tandis que cette dernière diminue avec l'augmentation de la dose.

En particulier: le traitement du feuillage au moyen de la bouillie bordelaise à 0,5 % entraîne, chez le Pommier, une majoration significative (d'au moins 20 %) de certains acides aminés tels que la phénylalanine et la tyrosine. Par contre, de telles majorations n'interviennent nullement avec la dose supérieure de 0,75 % de bouillie bordelaise.

Or, on ne saurait manquer de rapprocher ces incidences du cuivre sur la biochimie de la plante, des multiplications de *P. ulmi* enregistrées sur Vigne avec la même bouillie bordelaise, et se révélant précisément supérieures avec la dose la plus faible.

Comme nous l'avons vu plus haut, en effet: d'une façon générale, la multiplication de *P. ulmi* paraît se trouver en liaison directe avec la

teneur de la feuille en protéines. Cependant, il semble également évident — et ces résultats paraissent bien le confirmer — que la nature même des protéines intervient. Ce fait expliquerait la diversité dans l'importance des multiplications de *P. ulmi* selon que l'on intervient par exemple avec le DDT, le parathion ou le carbaryl. Chaque pesticide paraît en effet imprimer à la plante, une forme de protégénèse qui lui est propre et qui retentit donc différemment sur les processus trophiques de la multiplication chez l'Acarien.

Ainsi peut-on concevoir que, par des modifications biochimiques intentionnellement et artificiellement provoquées par les pesticides, nous puissions arriver à déterminer les différents facteurs trophiques respectivement responsables des majorations constatées de fécondité et de longévité, de la distorsion du sex-ratio en faveur des femelles, ou de raccourcissement du cycle évolutif, etc. (5).

#### TROPHOBIOSE ET RESISTANCE ACQUISE

##### 1. Définition de la trophobiose.

Sous ce terme, nous proposons d'englober tout processus d'ordre trophique, susceptible d'entrainer l'exacerbation de la vitalité d'un Animal (Acarien, Insecte, Nématode, etc.). Cette vitalité pouvant, par ailleurs, se traduire par un ou plusieurs des phénomènes que nous avons déjà eu l'occasion d'énumérer: fécondité, longévité, fertilité, rapidité du cycle, sex-ratio en faveur des femelles, etc.

Or l'ensemble de nos résultats concernant nos expériences et nos observations, et tels que nous avons pu les condenser dans cet article, nous a permis de montrer, pensons-nous, que les pullulations de Tétranyques à la suite des traitements pesticides constituent un des cas les plus typiques de trophobiose.

Cependant, au cours de ces recherches, nous avons toujours eu soin de bien séparer le phénomène que nous voulions mettre en évidence: c'est à dire la multiplication, de celui de la résistance proprement dite. Or il semble que, très couramment, de nombreux praticiens — et aussi d'autres qui ne le sont pas — confondent les deux processus. En présence d'un échec de traitement, on a en effet tendance à évo-

(5) Pour ne pas parler des facteurs de résistance de la plante aux maladies, ce qui sortirait par trop du cadre de cet exposé. En effet, de nombreux produits anticryptogamiques paraissent agir — tout au moins partiellement — en augmentant la résistance de la plante, par modifications biochimiques de cette dernière.

quer immédiatement une éventuelle résistance au produit, alors qu'il peut s'agir simplement, tout d'abord, d'une multiplication. Praticiens et techniciens ont cependant quelques excuses à cette confusion, car si multiplication et résistance constituent deux phénomènes distincts, cela ne signifie nullement pour cela qu'ils ne présentent pas une commune origine. Bien au contraire: s'il apparaît comme démontré qu'à la suite des traitements pesticides, la multiplication procède avant tout d'un déterminisme d'ordre trophique, il est logique de se demander s'il n'en serait pas de même du phénomène de la résistance.

A défaut de résultats d'expériences — qui sont en cours à l'heure actuelle — nous allons rapidement examiner divers ordres de faits qui nous paraissent appuyer cette conception.

## 2. Alimentation et résistance aux pesticides.

Un premier fait devant être souligné — et auquel on n'a peut-être pas suffisamment prêté d'attention jusqu'ici — c'est que la résistance des Acariens ou des Insectes aux pesticides varie en fonction de leur régime alimentaire. On en connaît d'ailleurs, de nombreux cas qui ont été systématiquement examinés par PORTER (1956).

C'est, par exemple le cas de *Myzus persicae*: élevé sur *Brassica campestris* ou *Lactuca sativa*, ce Puceron s'avère trois fois plus résistant à la nicotine que les individus nourris sur *Nasturtium*.

Par ailleurs, GORDON (1961) fait remarquer que les résultats de plein champ montrent un accroissement significatif de la résistance de certains insectes en liaison avec les changements saisonniers, ajoutant que quelques uns peuvent être attribués au changement de la valeur nutritive durant la croissance et la maturation des plantes.

Autre exemple: SABA (1961) a élevé des individus de *T. telarius* L. (= *T. urticae* Koch) susceptibles au déméton, pendant 12 générations, sur cinq plantes nourricières différentes, tout en éprouvant la résistance de l'Acarien vis à vis du tétraethylpyrophosphate (TEPP). Or si cette sélection donna des lignées de faible résistance sur *Phaseolus vulgaris*, *Dianthus caryophyllus* et *Prunus domestica* (DL 50 × 5 à 10), par contre sur *Lamium album* et sur *Humulus lupulus*, les Acariens devinrent hautement résistants (DL 50 × 50 à 200).

Par ailleurs, au bout de 11 générations sans traitement au TEPP, la résistance à cet ester phosphorique se maintint très haute sur *Humulus lupulus*, mais décrut à cinq fois la DL 50 sur *Lamium album*

tandis qu'elle disparaissait presque complètement chez *Prunus domestica*.

Ainsi que le fait remarquer GORDON (1961): il s'agit là d'un exemple extrêmement significatif concernant l'influence du régime sur « la valeur adaptative et l'équilibre des allèles, relativement rares, qui, sous la sélection des insecticides, donnent naissance à des lignées résistantes ».

Avec certains résultats d'HENNEBERRY (1962), nous allons voir un autre exemple — peut-être encore plus démonstratif — concernant les corrélations entre la résistance et l'alimentation.

Cet auteur a, en effet, élevé *T. telarius* sur Haricots cultivés au moyen de solutions nutritives de composition bien déterminée. Une importante particularité de ces essais consistait dans l'élevage non pas d'une, mais de deux lignées d'Acariens: l'une résistante, l'autre sensible aux acaricides organo-phosphorés. Or, la lignée résistante s'oriente vers un métabolisme d'utilisation préférentielle des hydrates de carbone plutôt que des éléments azotés.

Les recherches de FRITZSCHE (1960) conduisent aux mêmes résultats: la sensibilité de *T. telarius* au méthyl-parathion est très différente selon la nature de la plante-hôte. Si au bout de 24 heures, la mortalité, avec 0,3 % de méthyl parathion s'élève à 83 % chez les individus élevés sur Haricot et 100 % sur la Tomate, elle n'est que de 9,8 % sur les Acariens nourris sur Betterave.

Inversement: transférées de Betterave sur Haricot, les populations acquièrent la même susceptibilité au méthyl-parathion, et ceci au bout de trois générations d'élevage seulement.

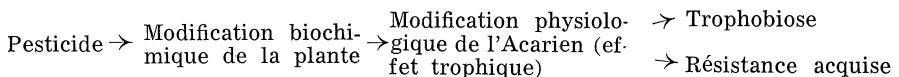
Des phénomènes analogues de retour à la sensibilité vis à vis de produits ayant entraîné des phénomènes de résistance ont également été constatés par d'autres auteurs. Par GARMAN notamment, concernant la résistance au parathion de *Tetranychus* sp. sur Rosier. Transférés su Haricot, les Acariens virent disparaître leur résistance en moins de quatre mois.

C'est à la suite de telles constatations que l'on a pu logiquement se poser la question de savoir si les populations résistantes, ne seraient finalement que des produits temporaires et artificiels, créés par l'intervention humaine. (VAN DER LAAN, 1962).

A cet égard, un rapprochement s'impose. C'est celui des résultats obtenus par HENNEBERRY (1962) concernant les besoins trophiques de la lignée résistante de *T. telarius* aux insecticides phosphorés d'une part, et la multiplication de cette même espèce, par rapport aux té-

moins, que nous avons nous-même obtenu, d'autre part, et ceci aussi bien sur Vigne que sur Haricot, traités au parathion.

La lignée résistante de *T. telarius* élevée par HENNEBERRY, présente des besoins nutrimoniaux plus élevés que la lignée sensible en hydrates de carbone. Or précisément, le traitement de la Vigne au parathion, dans la deuxième partie de son cycle physiologique annuel, c'est à dire par protéolyse dominante, entraîne une augmentation spectaculaire des sucres réducteurs. Un tel bouleversement biochimique de la plante pourrait donc se trouver à l'origine de la résistance, et de la même façon qu'il détermine d'importantes majorations de fécondité et de longévité. Ainsi pourraient se trouver associés, selon le schéma ci-après: trophobiose et résistance acquise.



*Remarque:* Un tel processus, d'ordre trophique, serait d'ailleurs peut-être à même d'expliquer les phénomènes de multirésistance ou de résistance croisée c'est à dire vis à vis de produits appartenant à une même famille chimique tels que les composés organo-phosphorés, mais aussi à des groupes chimiques différents, tels que les carbamates et les esters phosphoriques (RAMBIER, 1964).

Et ceci, pour cette simple raison, comme nous l'avons vu sur Vigne, pour le parathion et le carbaryl: la convergence de certaines de leurs répercussions biochimiques; en la circonstance: les majorations des teneurs des tissus foliaires en sucres réducteurs (fig. 7).

### 3. Mécanisme de la résistance acquise.

Sans vouloir discuter à fond ici du mécanisme intime de la résistance acquise, et à propos duquel nous n'avons qu'assez peu d'éléments, nous ferons remarquer, à la suite d'un certain nombre d'auteurs que la résistance pourrait avoir pour origine d'autres mécanismes que la détoxicification des insecticides par l'intermédiaire de certains enzymes, eux-mêmes sous la dépendance du gène de la résistance, dit gène R.

Or, parmi ces mécanismes, on peut citer: outre l'excrétion de l'insecticide inaltéré, le stockage du pesticide dans les substances de réserve, et notamment le tissu adipeux.

WIESMANN (1955) le premier, a déjà fait remarquer que les lignées de *Musca domestica* résistantes au DDT présentent 12 à 24 %

de plus de lipides totaux qu'une variété susceptible. En outre, existeraient des différences qualitatives entre les lipides des lignées résistantes et susceptibles.

De même: HEIDENREICH (1960), s'appuyant notamment sur les travaux de LANGENBUCH (1955), pense que la résistance des insectes aux insecticides serait dûe, en grande partie, à un contenu lipidique élevé. C'est notamment le cas des Doryphores résistant aussi bien aux composés chlorés comme le DDT ou l'HCH qu'à un carbamate comme le carbaryl.

D'autre part: EDEL'MAN et EFROS (1962), étudiant les effets de diverses substances de croissance sur différents insectes phytophages, ont montré que, vis à vis d'*Heliotis*, un traitement tardif en fin de saison entraînait une décroissance de la mortalité des larves, corrélative d'une augmentation de leur contenu lipidique.

On sait d'autre part, que le métabolisme lipidique se trouve sous la dépendance des *corpora allata*. Or, à leur tour, ceux-ci peuvent être influencés par le système nerveux: le développement de la résistance à certains produits de contact comme le DDT chez les Mouches et les Moustiques pourrait donc avoir pour origine un semblable processus, alors qu'il pourrait être d'ordre trophique dans d'autres cas: chez les Acariens et les Pucerons notamment.

En définitive, nous conclurons qu'il serait intéressant au plus haut point de démontrer l'accroissement du tissu adipeux, par effet nutrionnel, chez les lignées résistantes d'Acariens ou d'Insectes et dont la multiplication se trouve également exacerbée.

*Remarque:* Toutes les observations qui précédent concernent les phénomènes de résistance acquise, mais non pas ceux de la résistance innée et qui est d'ordre uniquement génétique. Les travaux de DITTRICH (1961) notamment, paraissent bien montrer que trophobiose et résistance ne sont toujours nullement associés. Il semble au contraire, que la résistance innée chez *T. urticae*, étudiée par cet auteur, s'accompagne d'une décroissance de la vitalité de l'Acarien avec réduction de la fécondité et allongement de la durée de développement.

#### CONCLUSIONS

1) Le principal résultat de nos travaux, consiste pensons-nous, dans la mise en évidence de l'énorme influence des facteurs trophiques dans la dynamique des populations d'Acariens.

Une telle influence a, semble-t-il été sous-estimée par de nombreux biologistes qui considéraient surtout, jusqu'ici, l'équilibre:

ravageurs  $\longleftrightarrow$  ennemis naturels.

2) Contrairement, en effet, à ce que l'on avançait généralement jusqu'ici, les pullulations d'Acariens constatées à la suite des traitements pesticides paraissent avant tout d'origine trophique, et comme conséquence des répercussions biochimiques de la plante sous l'action des produits insecticides et fongicides.

Ces phénomènes d'exacerbation de fécondité et de longévité des Acariens par modification du régime alimentaire, et pour lesquels nous proposons le terme de trophobiose, paraissent en effet d'une beaucoup plus grande importance, dans le déclenchement de ce qu'il était convenu d'appeler les « déséquilibres biologiques », que la destruction des ennemis naturels.

Il faudra donc ne pas perdre de vue que l'action des prédateurs et des parasites s'exerce, non dans l'absolu, mais dans un certain cadre trophique conditionnant la multiplication du phytopophage. Comme nous avons déjà eu l'occasion de le souligner: dans les pullulations de Tétranyques à la suite des traitements pesticides, bien que n'étant parfois que peu ou pas décimé, le prédateur se trouve impuissant à enrayer les massives multiplications — d'origine trophique — de ses proies.

3) Dès lors: le problème de la lutte intégrée prend une toute autre dimension, ou pour employer un langage mathématique: un tout autre paramètre.

Désormais, il faudra se préoccuper non seulement de l'action éventuelle des pesticides vis à vis de l'Homme (étude des résidus et de la persistance) et vis à vis des ennemis naturels des ravageurs à combattre, mais aussi étudier systématiquement leurs répercussions profondes sur la biochimie de la plante. On peut dire que, jusqu'ici, cette dernière était la « grande oubliée ».

4) D'ores et déjà, les premiers résultats obtenus à ce sujet paraissent montrer que ces incidences sont fonction de plusieurs facteurs et notamment:

a) de la nature du pesticide en question

b) de la dose utilisée

c) de l'état initial de la plante au moment du traitement. A son tour ce dernier dépend de sa nutrition, donc du sol, des fumures, du climat: enfin et surtout semble-t-il, du stade physiologique de son cycle annuel.

Ce dernier point paraît, en effet, fort important. Avec un même pesticide, et, selon l'époque de l'année où l'on intervient, certains processus physiologiques fondamentaux comme la protogénèse et la protéolyse peuvent en effet, se trouver soit exacerbés, soit au contraire inhibés. D'où des répercussions différentes sur les populations d'Acariens en fonction de la nature même des exigences nutritionnelles des diverses espèces de Tétranyques.

5) Le rapprochement de divers travaux concernant:

— d'une part: les phénomènes de résistance aux pesticides en fonction de la nature de l'alimentation du phytopophage;

-- d'autre part: des corrélations paraissant exister entre l'existence de certains tissus, comme le tissu adipeux, et la résistance.

— enfin la convergence de certaines répercussions biochimiques dans la plante par divers produits provoquant une résistance croisée conduisent à penser que trophobiose d'une part, et résistance acquise aux pesticides d'autre part, pourraient avoir une même origine, de nature trophique.

6) Les phénomènes de trophobiose et de résistance acquise, à la suite des traitements pesticides ne concernent pas seulement les Tétranyques, mais intéressent également d'autres phytophages, tels que Pucerons, Cochenilles, Aleurodes, Lépidoptères, etc.

#### RÉSUMÉ

Divers phénomènes tels que le caractère « explosif » des multiplications des Tétranyques après certains traitements phytosanitaires, les multiplications d'Acariens sur plantes ayant poussé dans des sols désinfectés au moyen de différents produits insecticides, enfin les proliférations enregistrées à la suite d'applications de certains produits fongicides nous ont amené à penser que la destruction des ennemis naturels n'était ni la seule, ni même la principale cause des pullulations de Tétranyques à la suite des traitements pesticides.

Ainsi, en sommes-nous venu à l'hypothèse trophique: c'est à dire l'exacerbation de la multiplication à la suite des modifications biochimiques de la plante sous l'action des produits pesticides.

Dans cet exposé, nous étudions d'abord dans les conditions de plein champ, l'incidence du parathion, du DDT et du carbaryl sur la multiplication de *Pano-nychus ulmi* et de *Eotetranychus carpini vitis* sur Vigne. Nous donnons ensuite les résultats obtenus en élevage avec *Tetranychus telarius* et concernant en particulier les majorations de fécondité et de fertilité enregistrées tant sur Haricot que sur Vigne.

Par ailleurs, le rapprochement des répercussions biochimiques des pesticides étudiés sur la biochimie de la plante d'une part, des exigences nutritionnelles des diverses espèces de Tétranyques étudiées d'autre part, permet d'expliquer le déterminisme de la multiplication.

Or, si celle-ci, d'origine purement trophique (en particulier dans les conditions d'élevage) est notamment fonction de la nature chimique du produit elle l'est aussi de l'état initial de la plante qui constitue le deuxième terme de la réaction. A son tour, ce dernier dépend de la constitution génétique de cette dernière, du sol et des fumures, enfin: de son stade physiologique au moment du traitement. (D'où des répercussions différentes d'un même produit selon l'époque de l'année où l'on intervient).

Enfin, divers résultats et notamment la différence de résistance d'un même Acarien (ou Insecte) en fonction de son régime alimentaire donnent à penser que le phénomène de trophobiose — que nous définissons comme tout processus d'ordre trophique entraînant l'exacerbation de la vitalité d'un Animal — se trouve également à l'origine de nombreux cas de résistance acquise, celle-ci succédant assez rapidement dans le temps au processus de multiplication.

#### S U M M A R Y

Several phenomena such as the out breaking of Tetranychids after certain phytosanitary treatments, mites' reproduction on plants grown on soil treated with different insecticides and finally the multiplication resulting from the application of some fungicides, make one think that destruction of natural enemies is neither the only nor the main cause of Tetranychid's pullulation following pesticide treatments.

*Trophic assumption* was thus attained: that is the ever-increasing multiplication ensuing from biochemical modifications of the plant due to the combination of pesticides.

In this work investigation is first carried out, under field conditions, into the role played by parathion, DDT and Carbaryl in reproduction of *Panonychus ulmi* and *Eotetranychus carpini vitis* on vine. The paper then reports on results obtained by rearing *Tetranychus telarius*, with special regard to the increase in fecundity and fertility assessed on both beans and vine.

On the other side, comparison of the biochemical repercussions of pesticides investigated on the biochemistry of the plant on the one hand and the feeding needs of the various species of Tetranychid on the other, make it possible to explain the determinism of reproduction.

The reproduction of a merely trophic derivation (especially under rearing conditions) depends on the chemical nature of the product, it is also due to the initial state of the plant which forms the second element of *reaction*. The latter, on its turn, is the result of the genetic constitution of the plant, soil, manuring, and of its physiological study at the time of treatments (hence different repercussions of the same product according to the application period).

Finally, unequal results and especially the different degree of mite's (or insect's) resistance according to its diet lead us to believe that the phenomenon of trophobiosis — which we consider as all processes of trophic nature involving the increase in the animal's vitality — is also the source of numerous cases of acquired resistance that quite quickly occur during the reproduction process.

#### R I A S S U N T O

Diversi fenomeni (quali il carattere «esplosivo» delle moltiplicazioni dei Tetranychidi dopo determinati trattamenti fitosanitari, le moltiplicazioni degli Acari sulle piante cresciute in terreni trattati con differenti prodotti insetticidi, la proliferazione registrata in seguito all'applicazione di alcuni fungicidi) fanno

ritenere che la distruzione dei nemici naturali non sia né la sola né la principale causa della pullulazione dei Tetranichidi in seguito ai trattamenti antiparassitari.

L'A. formula l'ipotesi che l'aumento nel ritmo della moltiplicazione derivi dalle modificazioni biochimiche della pianta sotto l'azione dei prodotti antiparassitari (« ipotesi trofica »).

Vengono studiate, in un primo tempo nelle condizioni di pieno campo, l'incidenza del parathion, del DDT e del carbaryl sulla moltiplicazione di *Panonychus ulmi* e *Eotetranychus carpini vitis* su Vite.

I risultati, ottenuti in seguito in allevamenti di *Tetranychus telarius*, riguardano in particolare gli aumenti delle fecondità e della fertilità registrati tanto su Fagiolo che su Vite.

Il confronto delle ripercussioni biochimiche che gli antiparassitari presi in esame determinano sulla biochimica della pianta da un lato e sulle esigenze alimentari delle diverse specie di Tetranichidi dall'altro, permette di chiarire il determinismo della moltiplicazione. Se questa, d'origine puramente trofica (in particolare nelle condizioni d'allevamento) è funzione della natura chimica del prodotto, lo è anche dello stato iniziale della pianta, che costituisce il secondo termine della reazione e che dipende a sua volta dalla costituzione genetica della pianta, dal suolo e dalle concimazioni, vale a dire dal suo stadio fisiologico al momento del trattamento (da ciò, le ripercussioni d'un medesimo prodotto differiscono a seconda dell'epoca d'impiego).

Alcune osservazioni infine, e specialmente quelle sulle varie resistenze presentate da un Acaro (o Insetto) in relazione al suo regime alimentare, fanno pensare che il fenomeno di trofobiosi — definito come l'insieme dei processi d'ordine trofico che hanno per conseguenza l'aumento della vitalità di un animale — si trova ugualmente all'origine di numerosi casi di resistenza acquisita, che insorgono abbastanza rapidamente durante il processo di moltiplicazione.

#### B I B L I O G R A P H I E S O M M A I R E

- ATTIAH H. H., BOUDREAUX H. B., 1964 - Influence of DDT on egg laying in spider mites *J. econ. Ent.* 57, 50-53.
- BUSHONG J. W. et al., 1964 - Influence of copper gradients upon various apple leaf and twig constituents as related to fire blight incidence. *Phytopathology*, 54, 713-717.
- CHABOSSOU F., 1960 - Sur deux cas de pullulations de Tétranyques en corrélation avec les taux d'azote et de potassium dans les feuilles. Influence de certains insecticides. *Revue Zool. agric. appl.* 49, 85-98.
- CHABOSSOU F., 1961 - Influence de certains produits insecticides utilisés en traitement de la Vigne sur la multiplication de *Panonychus ulmi* Koch (Acarien Tetranychidae). *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris* 47, 2313-2315.
- CHABOSSOU F. et al., 1961 - Sur l'élévation du taux d'azote protéique et de potasse dans les tissus foliaires de la Vigne, consécutive à l'application de certains insecticides et notamment du dichloro-diphényl-trichlorethane ou DDT. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris* 47, 2438-2440.
- CHABOSSOU F., 1961 - Influence des méthodes culturales sur le développement des Acariens. *Meded. LandbHoogesch. OpzoekStns Gent* 26, 1069-1087.
- CHABOSSOU F., 1964 - Distorsion du diagnostic foliaire de la Vigne sous l'influence de certains traitements insecticides. *Colloque européen sur le contrôle de la nutrition minérale et de la fertilisation en viticulture. Montpellier 28 sept. 3 oct. 1964* (sous presse).

- CHABOSSOU F., 1965 - Influence des insecticides et des anticryptogamiques sur la composition élémentaire des végétaux. Corrélations entre les répercussions biochimiques et les multiplications des Tétranyques et autres ravageurs. 1er Colloque CICRA, Naples 17 mars 1965, pp 17-48.  
 (ce dernier travail comporte notamment une importante bibliographie concernant l'action des pesticides sur la physiologie et la biochimie des plantes).
- COULON J., BARRES P., 1961 - Action de quelques produits pesticides sur la ponte de *Tetranychus telarius* L. *Phytiatr.-Phytopharm.* 10, 47-54.
- CRANE F. A., STEWART F. C., 1962 - Growth nutrition and metabolism of *Mentha piperita* L. IV. Effets of day lenght and of calcium and potassium on the nitrogenous metabolits of *Mentha piperita* L.
- DITTRICH V., 1961 - Populationsgeschichte Untersuchungen und normalen und phosphoraüreester-resistenden Stämmen von *Tetranychus urticae* Koch. *Z. angew. Ent.* 49, 34-57.
- GORDON H. T., 1961 - Nutritional factors in insect resistance to chemicals. *A. Rev. Ent.* 6, 27-54.
- HEIDENREICH E., 1961 - Physiogene faktoren bei der insektizid resistenz. *Meded. LandbHoogesch. OpzoekStns Gent* 26, 1046-1058.
- HELLE W., 1962 - Genetics of resistance to organo-phosphorus compounds and its relation to diapause in *Tetranychus urticae* (Acari). *Diss. Amsterdam*.
- HENNEBERRY T. J., 1964 - Effect of host plant nutrition on susceptibility to malathion of two strains of two-spotted spider mites. *J. econ. Ent.* 57, 674-676.
- MICHEL E., 1964 - Prolifération anomale du Puceron *Myzus persicae* élevé sur tabacs traités à la phosdrine. *SEITA, Annales* 1964, sect. 2, 183-196.
- PIELOU R. P., 1962 - The ineffectiveness of Sevin in increasing oviposition in the spider mite *Tetranychus telarius* L. *Can. J. Zool.* 40, 1, 9-11.
- POTTER C., 1956 - Resistance of insects to insecticides: effects of age, stage of development and nutrition. *Chemey Ind.* 42, 1178-81.
- PUTMAN W. L., 1962 - Lack of effect of DDT on fecundity and dispersion of the European red mite *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae) in peach orchards. *Can. Ent.* 96, 7, 925-943.
- RAMBIER A., 1964 - Essais acaricides réalisés en Bas-Languedoc dans un foyer de *Panonychus ulmi* Koch (Tetranychidae) résistant au démeton. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Agric. Fr.* 50, 267-278.
- RODRIGUEZ J. G., 1964 - Nutrition studies in the Acarina. *Acarologia* 6, 324-327.
- SABA F., 1961 - On the development and decrease of resistance to poison in *Tetranychus urticae* and its dependance of the food-plant. *Z. angew. Ent.* 48, 265-295.
- VAN DE VRIE M., 1962 - The influence of spray chemicals on predatory and phytophagous mites on apple trees in laboratory and field trials in the Netherland. *Entomophaga* 7, 243-250.
- WIESMANN R., 1959 - Unterschiede in der Physiologie normaler und resistenter Stubenfliegen. *Z. angew. Zool.* 46, 386-391.

## DISCUSSION

VANWETSWINKEL: Est-ce-que l'augmentation constatée par exemple dans la parcelle D.D.T. s'est reproduite l'année d'après?

CHABOSSOU: On ne peut encore savoir quelles peuvent être les répercussions biochimiques d'applications mixtes d'insecticides et de fongicides ou réciproquement.