

L'ABRICOTIER

Espèces spontanées, sélection et observations biologiques

par **V. A. EVREINOFF**

PROFESSEUR A L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
AGRONOMIQUE DE TOULOUSE.

LES ESPÈCES SPONTANÉES ¹

Le genre *Armeniaca*, considéré par KOEHNE [1] et REHDER [2] comme une section de la tribu des *Primophora* comprend six espèces spontanées.

- Armeniaca vulgaris* Lamarck
- Armeniaca sibirica* Persoon
- Armeniaca mandshurica* (Koehne) Kostina
- Armeniaca Mume* Siebold
- Armeniaca holosericea* (Batalin) Kostina
- Armeniaca anomala* Koehne.

Ces espèces sont presque totalement concentrées dans la zone tempérée du continent asiatique, zone allant de la Corée au Thian-Chan occidental, atteignant au Nord les montagnes de Tchita et de Nértchinsk (Sibérie Orientale) et au Sud le 30° de latitude Nord.

Les espèces *A. Ansu* (Komaroff) Kostina et *A. dasycarpa* Persoon, ne sont connues avec certitude que comme formes culturelles. De même, le *Prunus brigantiaca* Villars, inclus par SCHNEIDER dans la section des *Armeniaca* et répandu à l'état sauvage dans les

Alpes Françaises, devrait plutôt être rapporté à la section des *Euprumus*, comme cela a été du reste fait par KOEHNE [3].

Dans les espaces occupés par le genre *Armeniaca*, la place la plus importante est celle de l'Abricotier sibérien (*A. sibirica*). Son aire de répartition ressemble en gros à un fer à cheval : elle s'allonge en direction latitudinale de la Transbaïkalie et la Dahurie, atteint à l'Est la région de l'Oussouri et de Pékin puis, tournant vers l'Ouest, elle longe les chaînes de montagnes qui bordent au Sud les déserts de l'Asie Centrale et aboutit au 50° lat. Nord [4].

Une aire de longueur considérable, quoique interrompue par le désert, est celle de l'Abricotier commun (*A. vulgaris*). Cette aire s'étend de l'Est à l'Ouest, des montagnes du Nord de Pékin au Thian-Chan Occidental ; au Nord-Est, elle est limitrophe de la partie méridionale de l'aire de l'Abricotier sibérien. Le désert oriental chinois partage l'aire de l'Abricotier commun en deux tronçons : celui du Thian-Chan et celui de la Chine du Nord.

Il n'est pas possible d'affirmer qu'il a existé une liaison entre ces deux tronçons par l'Himalaya ni à quelle époque cela a pu se produire [5].

La situation la plus méridionale du genre *Armeniaca* est celle occupée par l'Abricotier japonais, *A. Mume* : son aire s'allonge en une étroite bande de l'Est à l'Ouest tout le long de la frontière méridionale de la Chine.

L'Abricotier de Mandchourie, *A. mandshurica*, n'occupe qu'une aire réduite : extrême-est de la Mandchourie, Corée septentrionale, région du bassin de l'Oussouri méridional et au Nord les bords du lac Khanka.

A. anomala est répandu seulement dans la province

(1) Il nous a paru utile de mentionner les synonymes existantes ainsi que les dénominations latines définitivement adoptées (Standardized Plant Names, by H. P. KELSEY et W. A. DAYTON, 1942). Ces dernières sont celles citées en premier :

Genre *Prunus* pro parte = genre *Armeniaca*
Prunus Armeniaca Linné = *Armeniaca vulgaris* Lamarck
P. Armeniaca var. *sibirica* Koch = *sibirica* Linné = *A. Sibirica* Pers.
P. Armeniaca var. *mandshurica* Maxim. = *P. mandshurica* Koehne = *A. mandshurica* (Koehne) Kostina
Prunus Mume Sieb. et Zucc. = *A. Mume* Sieb.
Prunus dasycarpa Ehrh. = *P. Armeniaca* var. *dasycarpa* Koch
Prunus Armeniaca var. *Ansu* Maxim. = *P. Ansu* Komarov
Prunus brigantiaca Vill. = *Armeniaca brigantiaca* Pers. = *P. Armeniaca* subsp. *brigantiaca* Dipp. = *P. brigantina*. — N. D. L. R.

du Kwantoung, en Chine. L'Abricotier velouté (*A. holosericea*) a une aire de dispersion peu étudiée ; il est répandu seulement dans le Thibet oriental [6].

Dans le nombre actuel de variétés cultivées, c'est à l'Abricotier commun qu'on en doit le plus : presque toutes les variétés cultivées du vieux et du nouveau monde sont rapportées à *A. vulgaris*.

Seuls les abricots cultivés en Asie Orientale (Corée-Japon) dérivent d'une autre espèce, quoique très voisine : *A. Ansu*, seule espèce du genre *Armeniaca* adaptée au climat humide maritime tandis que toutes les autres espèces de l'Abricotier sont nettement des xérophytes [6].

L'Abricotier japonais, *A. Mume* est largement cultivé au Japon et en Chine Orientale, mais uniquement comme espèce d'ornement : ses fruits ne sont pas comestibles à l'état frais, mais seulement en conserve [6].

L'Abricotier de Mandchourie, *A. mandshurica* et l'Abricotier sibérien, *A. sibirica* se distinguent par leur rusticité exceptionnelle : ils supportent des froids de — 40° C (*A. mandshurica*) et même de 50° C (*A. sibirica*).

Ces deux espèces sont à la base de l'obtention de variétés à cultiver en Extrême-Orient, Mandchourie et Mongolie. C'est là un matériel précieux pour la sélection. MITCHOURINE a largement utilisé ces deux espèces pour l'obtention des variétés rustiques pour les régions de la Russie Centrale à hivers rudes (provinces de Tambov et Voronej) [7].

LA SÉLECTION DE L'ABRICOTIER

Les zones de culture de l'Abricotier sont plutôt orientées parmi celles, situées sous des climats moyennement tempérés, secs mais ayant cependant assez d'eau pour l'irrigation.

La superficie occupée par cette essence dans le monde est d'environ 200.000 hectares [8].

L'assortiment en variétés d'Abricotier se monte à peine à 300. Néanmoins la grande majorité de celles-ci est encore peu connue des pomologues, surtout celles des pays asiatiques, notamment en Asie Centrale [4].

Les variétés cultivées appartiennent, nous l'avons déjà dit, à une écrasante majorité à une seule espèce *A. vulgaris* Lamarck : c'est ainsi qu'on rapporte à cette espèce presque toutes les variétés de l'ancien et du nouveau monde (Europe méridionale, Transcaucasie, Asie Centrale, Afghanistan, Iran, Thibet, Himalaya, Chine, Amérique du Nord, Afrique du Nord et du Sud, Australie). C'est seulement dans les régions au climat plus rude de l'Asie Orientale que les variétés

sont partiellement issues de l'*A. mandshurica* (Koehne) Kostina [9].

Toutefois, en Chine Orientale et au Japon, certaines variétés sont rapportées à *A. Ansu* (Komaroff) Kostina et à *A. Mume* Siebold.

Malheureusement nous n'avons que peu de connaissances de ce dernier groupe de variétés ; variétés méritant cependant toute notre attention en raison de leur immunité complète envers les maladies cryptogamiques.

De même, si l'on accepte les travaux d'hybridation de MITCHOURINE, l'espèce *A. sibirica* Persoon a été très rarement utilisée dans les buts de sélection et d'obtention de nouvelles variétés : comme nous l'avons mentionné plus haut, cette espèce occupe à l'état spontané des superficies énormes et elle résiste en Sibérie Orientale aux températures de — 50° C.

Les recherches de K. F. KOSTINA sur l'Abricotier de l'Asie Centrale ont permis de trouver une richesse inouïe de variétés remarquables, extrêmement intéressantes surtout pour la dessiccation (pourcentage très élevé en sucres). Comparativement aux variétés européennes, ces variétés peu connues permettent de doubler le rendement en matière sèche. Le même auteur a observé des fruits de ces variétés tenant si bien à l'arbre que ni un vent violent, ni une très forte tempête ne pouvaient les faire tomber [10].

Un des grands défauts de l'abricotier est la maturité presque simultanée de la plupart de ses variétés : l'industrie doit absorber les fruits en une ou deux décades (en Asie Centrale, par exemple, première et deuxième décades de juin).

Or, les recherches effectuées en Asie Centrale ont permis d'obtenir des variétés arrivant à maturité au mois de mai, et d'autres à la mi-septembre. RIABOFF a observé en Arménie l'existence de variétés encore plus tardives : c'est-à-dire mûres de la fin septembre au commencement octobre [11].

Nous avons, donc, par voie d'hybridation la possibilité d'obtenir un choix de variétés à maturité très échelonnée, — d'une durée de 3 mois 1/2. Cela permettrait d'alimenter en fruits les marchés et l'industrie de la conserve de la fin mai jusqu'à la fin septembre [12].

OBSERVATIONS BIOLOGIQUES

1° L'Abricotier et l'altitude.

D'après VAVILOV, l'Abricotier cultivé se rencontre au Thibet à une altitude de 4.000 m [13] ; dans le

Pamir le même auteur l'a observé à 3.000 m d'altitude. Dans le Kouen-Loun occidental, selon le témoignage de FEDTCHENKO [14] et de KNORRING, il est cultivé avec succès à 2.745 m. En Afghanistan dans la chaîne de Hindokouche, VAVILOV a constaté sa culture de 2.500 à 3.000 m [15].

En allant vers l'Ouest, la limite supérieure de la répartition verticale a tendance à baisser et déjà au Turkestan (Thian-Chan), elle descend à 2.290 m à Darvaz [15]. En Arménie, aux environs du lac Goktcha (ou Sevang) VAVILOV ne note plus l'Abricotier qu'à 2.000 m. Dans le Daghestan (Caucasie Orientale) RUPRECHT [16] l'a signalé à 1.537 m d'altitude à Khaghedji et POKROVSKAYA [17] a trouvé l'Abricotier semi-spontané à 1.710 m d'altitude à Koami, dans le Daghestan oriental.

Cette altitude doit être considérée comme le point culminant de la répartition verticale de l'Abricotier au Caucase Oriental.

La pénétration de l'Abricotier cultivé et de l'Abricotier subspontané à des altitudes aussi élevées en Asie Centrale peut s'expliquer par le voisinage géographique très ancien du centre d'origine du genre *A. vulgaris* avec ses deux branches primitives de Thian-Chan et de la Chine du Nord [18].

En ce qui concerne cette répartition des formes cultivées à des altitudes aussi élevées, un rôle très important est joué par le fait que cette espèce possède une résistance exceptionnelle à la sécheresse, et une résistance remarquable aux maladies cryptogamiques, par le fait également que ses organes végétatifs sont peu sensibles au froid. Outre cela, l'Abricotier est très peu exigeant quant à la nature du sol.

La pénétration de l'Abricotier subspontané à des altitudes très élevées en Arménie et au Daghestan (Caucasie) est due à ce que cette culture est très ancienne dans ces régions dont les conditions naturelles sont très favorables à la croissance de cette espèce.

Néanmoins, vers la limite supérieure de la répartition de l'Abricotier aux hautes altitudes, on constate souvent une absence de rendement causée par les gelées printanières pendant la floraison. Dans ce cas donc, la limite d'altitude de la répartition de l'Abricotier passe plus haut que la limite climatique lui assurant un rendement régulier.

Il en est de même en Afghanistan où, à une altitude de 2.500 à 3.000 m, les plants restent souvent stériles [19]. Au Turkestan les altitudes de 1.300 à 1.700 m sont les meilleures pour la culture de rapport de cette espèce. En Arménie, cette limite ne dépasse pas 1.500 m.

Les plantations commerciales en Caucase Orientale

sont disposées généralement à une altitude de 300 à 350 m. Aux altitudes de 600 à 800 m la culture de l'Abricotier perd déjà son caractère industriel, surtout à cause des gelées printanières et des brouillards. Toutefois le développement de l'arbre y est tout à fait normal [20].

En Californie, la culture industrielle de l'Abricotier est développée dans les larges vallées de l'intérieur du pays, sur les hauteurs ne dépassant pas 400 m (partie méridionale de l'État) et 600 m (partie septentrionale). Aux altitudes supérieures, il commence à souffrir des gelées printanières et son rendement n'est pas assuré. De même, les ravages occasionnés par le *Sclerotinia laxa* (Ehrenb.) Aderh. et Ruhl., le « Brown-Rot » des Américains, font obstacle à cette culture dans toute la région côtière de Californie en raison des brouillards à l'époque de la floraison [22].

Néanmoins, un choix de variétés à floraison tardive et plus résistantes à cette maladie pourrait changer les possibilités de cette culture, dans le sens des hautes altitudes.

2° L'Abricotier et la sécheresse.

La grande résistance de l'Abricotier à la sécheresse trouve son explication dans le fait que cette essence s'est formée dans des conditions d'un climat continental très rude, avec un été très sec, très chaud et très long, caractérisé par une nette insuffisance d'humidité, avec des changements brusques et importants de température pendant l'hiver.

Les dernières recherches des botanistes et taxonomistes, russes notamment, comme VAVILOV, POPOFF, KOSTINA, etc... [9, 15 et 18] nous permettent actuellement de préciser les conditions philogénétiques de cette espèce. Outre l'observation des abricotiers sauvages en Asie Centrale et en Chine du Nord, ainsi que dans le Daghestan (Caucasie), on possède des données montrant que l'aire de répartition de l'Abricotier commun est représentée par deux branches : branche occidentale ou de Thian-Chan (Turkestan) et branche orientale ou de Chine du Nord.

Les conditions de croissance de l'Abricotier sauvage sont toujours liées aux montagnes, sur les pentes desquelles on rencontre parfois de grandes forêts clairsemées de cette espèce (vallée de Ferghana). De même, l'Abricotier est toujours fixé aux endroits secs, sur des pentes caillouteuses, parfois escarpées. Le meilleur développement de l'Abricotier se rencontre aux expositions aérées et ensoleillées. Dans les endroits ombragés, ainsi que sur les pentes mal éclairées, on ne le trouve que rarement et encore dans ces conditions les

plants sont-ils de faible vigueur et sensibles aux maladies cryptogamiques.

Ces quelques exemples sont suffisants pour prouver la résistance de cette essence à la sécheresse et donnent en même temps une explication à cette constatation que les plantations d'Abricotiers dans des plaines de régions à climat continental sont plus sensibles aux gelées printanières et aux changements brusques de température, surtout si ces plaines sont disposées sur les contreforts des montagnes [12]

3° L'Abricotier et le froid.

La résistance relativement considérable au froid de l'Abricotier est un fait prouvé. Nous avons de multiples exemples d'arbres qui se sont développés dans les conditions d'un été chaud et ont pu supporter des températures hivernales de -25 , -27° C et même en dessous. C'est ainsi que pendant l'hiver 1941-42, à Moscou, trois Abricotiers adultes étant restés découverts par oubli, vu les conditions de la guerre, ont supporté sans aucun dommage une température de -40° C pendant un certain temps et donnèrent l'été suivant 72 kg de fruits [12].

Nous trouvons l'explication de ce fait avant tout dans la haute faculté de l'Abricotier de résister facilement aux grandes sécheresses prolongées, résistance qui conduit finalement à un changement de structure anatomique des cellules, des tissus et autres organes de la plante. La nature fondamentale de ces changements aboutirait à la conservation à tout prix de l'eau du contenu cellulaire, comme un moyen d'empêcher la coagulation du protoplasme, donc la mort de la cellule.

Le phénomène de congélation des cellules, à la lumière de nos connaissances actuelles, n'est en somme que le résultat de la déshydratation de celles-ci, par suite de la transformation de l'eau en glace. Si nous comparons ce phénomène avec celui de la dessiccation des plantes par suite de manque d'eau dans les cellules, lequel aboutit à la déshydratation et, comme corollaire, à la coagulation du protoplasme et à la destruction de la structure moléculaire, nous pouvons dire que le principe de la congélation et de la dessiccation est le même, bien que ces deux phénomènes soient provoqués par des causes directement opposées.

Lors de la philogénie de diverses essences arbustives et notamment de l'Abricotier, la structure des cellules et d'autres organes se constitue sous l'influence de facteurs extérieurs. Souvent ces facteurs extérieurs provoquent la déshydratation du protoplasme des cellules.

Autrement dit, la structure anatomique des essences rustiques, résistant au froid et à la sécheresse doit être la même dans les deux cas, c'est-à-dire qu'elle doit faire obstacle à la perte d'eau par les cellules de la plante. Cette propriété des plantes xérophytes, leur résistance à la sécheresse doit en même temps se manifester par la résistance au froid, étant donné la même structure anatomique des plantes.

De même et pour la même raison, les plantes résistant au froid doivent posséder une faculté de résistance prolongée à la sécheresse et à la chaleur, comparativement avec des plantes semblables mais moins rustiques et moins résistantes au froid.

Il est donc possible d'expliquer la résistance particulière au froid des Abricotiers cités par le professeur SCHITT [12], Abricotiers ayant résisté à -40° C, par la structure anatomique des cellules formées sous l'influence des facteurs extérieurs d'un climat continental : le protoplasme de ces cellules pourra ultérieurement résister à la déshydratation sous l'influence du froid.

Ces exemples néanmoins ne permettent quand même pas de considérer l'Abricotier comme une plante totalement rustique et capable d'être cultivée avec succès dans les régions septentrionales.

Sa rusticité comme nous venons de le souligner est due en grande partie à l'influence des étés chauds des pays méridionaux ; les régions septentrionales dépourvues de la chaleur estivale créent par ce fait des conditions défavorables pour le succès de cette culture dans le Nord.

De même la particularité de l'Abricotier d'avoir une floraison précoce doit être considérée comme un obstacle presque insurmontable pour la culture de l'Abricotier dans certaines régions où il gèle au printemps.

C'est pourquoi nous pensons devoir attirer l'attention des généticiens et des obtenteurs de nouvelles variétés sur la question du choix des parents : ceux-ci doivent être pris uniquement parmi les spécimens résistant à la sécheresse (variétés en culture ou formes ancestrales) parce que les descendants d'une telle parenté auront déjà dans leur structure anatomique les éléments leur permettant de résister au froid.

4° L'Abricotier et le processus ontogénétique.

L'Abricotier possède une grande vigueur et une puissance remarquable de renouvellement de la ramification. Les bourgeons qui se forment sur les coursonnes principalement se transforment en yeux à bois



de différentes vigueurs. De même sur les branches dénudées par suite d'un déséquilibre d'alimentation, naissent avec facilité et abondance des yeux stipulaires et de nouvelles pousses. Cette particularité de l'Abricotier permet de lui appliquer avec succès des opérations d'élagage et de renouvellement de la charpente — opération impossible ou funeste, par exemple, sur les pêchers ou les cerisiers.

Les faits suivants nous montrent la marche accélérée du processus ontogénétique et le dynamisme de celui-ci :

a) Très grande vigueur de l'arbre surtout les premières années.

b) Rendement très rapide, qui dans certains cas commence à 3 ans et atteint son maximum à 8-10 ans.

c) Courte durée des coursonnes à fruits dont la moyenne est seulement de 4-6 ans et ne dépasse pas 8.

d) Dénuement plus rapide des branches charpentières en comparaison avec les espèces à fruits à pépins, lequel a comme conséquence le développement de la fructification vers le sommet de l'arbre.

e) Un arrêt assez précoce de l'évolution des branches charpentières, surtout chez les branches sous-mères, provoquant la formation de bifurcations et la mort de certaines charpentières avec toutes leurs coursonnes fruitières.

f) L'apparition massive des nouvelles branches charpentières dans la zone récemment dégarnie ainsi que le développement de gourmands isolés sur les emplacements des nouvelles charpentes.

g) Comme suite à ces phénomènes : floraison précoce de l'arbre.

5° L'Abricotier et la floraison.

La floraison précoce est un caractère biologique très typique de l'Abricotier : c'est le résultat logique de la structure anatomique de ses cellules modifiées par l'influence des facteurs extérieurs, notamment la sécheresse. C'est la suite de la résistance à la sécheresse et au froid en même temps ; le processus ontogénétique de son côté a joué son rôle.

L'Abricotier fleurit un des premiers parmi les arbres fruitiers, cédant toutefois la première place à l'amandier. Sa floraison apparaît brusquement, parfois en une ou deux heures. Elle est généralement de courte ou même de très courte durée. La rapidité et la puissance de la formation de tous les organes chez l'Abricotier, aussi bien organes morphologiques qu'organes reproducteurs est une particularité caractéristique de cette espèce.

Comme suite à cette accélération, la floraison de

l'arbre reste toujours précoce sous tous les climats, sous toutes les latitudes et à toutes les altitudes. Cependant en altitude sa floraison est retardée et déterminée par la variation saisonnière bien connue.

6° L'Abricotier et sa multiplication.

L'Abricotier a une bonne affinité pour de nombreux sujets qui lui servent de porte-greffe. Il se greffe sur Franc, sur Amandier, sur Myrobolan, sur Pêcher, sur Reine-Claude, sur Abricotier subspontané ou Mech-Mech, sur Saint-Julien, sur *Prunus Davidiana*, sur *P. salicina* et même sur le prunellier (*P. spinosa*).

Le Myrobolan et le Saint-Julien sont tellement contraires à la nature de cette espèce fruitière qu'il est incompréhensible que jusqu'à présent ils aient pu être utilisés. Du reste, la sensibilité du Myrobolan au Capnode est telle que ce porte-greffe doit être rayé de la liste des porte-greffes usuels. Il n'a aucun avantage mais quantité de défauts. Le Saint-Julien doit être de même écarté.

C'est donc le Franc qu'on doit considérer comme le meilleur porte-greffe pour les variétés cultivées ; dans cet ordre d'idées, pour les régions méridionales, le Mech-Mech ou Abricot subspontané, répandu en Afrique du Nord, dans le Proche-Orient et l'Asie Mineure est moins attaqué par le Capnode.

L'Amandier doit être utilisé partout où le Capnode fait des ravages et où le terrain est fortement calcaire et sec. Certaines races et variétés d'Amandiers, notamment celles d'origine portugaise, présentent une immunité presque complète envers le Capnode. L'étude de la lutte contre le Capnode poursuivie dans cette direction, c'est-à-dire dans le choix d'un porte-greffe résistant, permettra sans aucun doute de résoudre cette épineuse question des ravages occasionnés par le Capnode [25].

En ce qui concerne le mode de greffages, en Europe ainsi qu'en Amérique, c'est l'écussonnage qu'on emploie presque uniquement ; la greffe en fente est beaucoup plus rarement utilisée et uniquement pour l'obtention de hautes tiges.

Au contraire, en Asie Centrale, région la plus importante du monde pour la culture de l'Abricotier, ce dernier s'il est greffé, l'est soit en fente, soit en flûte. Ce dernier mode de greffage n'est nullement répandu en Europe ; il est cependant largement employé en Asie Centrale, Chine et autres pays asiatiques où l'on cultive l'Abricotier. D'après le témoignage de K. F. KOSTINA [10], la greffe en « flûte » donne généralement 100 % de réussite chez les arboriculteurs indigènes.

Dans ces pays le porte-greffe utilisé est uniquement

le Franc, très rarement l'Amandier, jamais le Myrobolan et le Prunier ¹.

Néanmoins, jusqu'à présent la multiplication par

(1) Il est utile de mentionner à ce sujet le résumé des observations de MANARESI [24] sur les porte-greffes utilisés pour l'abricotier, dans les plantations italiennes.

Selon cet auteur en Italie le porte-greffe le plus employé en général est le Myrobolan, mais le greffon devient plus mince que le porte-greffe et le callus est considérable.

Le Franc comme porte-greffe est peu répandu, cependant c'est lui qui donne les meilleurs résultats.

Le *Prunus domestica* est employé seulement dans les sols humides. Le *P. insititia* et le *P. persica* sont employés très rarement, mais donnent de très beaux plants, quoique le callus soit très gros. Le *P. spinosa*, qui peut s'adapter aux plus mauvais terrains, donne une différence marquée du développement entre le sujet et le greffon. Le *P. Davidiana* et le *P. Marianna* rarement utilisés donnent de bons résultats. Le *P. salicina* (Prunier japonais), très rarement

semis est encore très répandue. Du reste K. F. KOSTINA a observé de nombreuses variétés qui se reproduisent fidèlement de semis (vallée de Ferghana) [10].

Il est curieux de noter que l'Asie Centrale et notamment la vallée de Ferghana, ce centre mondial de culture de l'abricotier, ne connaît pas les maladies cryptogamiques courantes de cette espèce comme la gomme et le *Coryneum*. De même, les dégâts dus au Capnode sont inconnus. Peut-être est-ce la conséquence du mode de multiplication ? S'il en est ainsi, pourquoi ne pas l'imiter ?

employé, ne donne pas de bons résultats. L'Amandier n'a pas une bonne affinité avec certaines variétés et le greffon se casse facilement dans ce cas.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] KOEHNE E. Deutsche Dendrologie. Stuttgart, 1893.
- [2] REHDER A. Manuel of the cultivated trees and shrubs hardy in North America. New York, 1927.
- [3] KOEHNE E. Das Gliederung von Prunus subgenus Padus. Berlin, 1910.
- [4] KOVALEFF N. V. La sélection des ancêtres spontanés de nos arbres fruitiers à noyaux. Leningrad, 1933 (en russe).
- [5] KOMAROFF V. L. La flore de Mandchourie. Saint-Petersbourg, 1903 (en russe).
- [6] KOMAROFF V. L. Introduction à la flore de la Chine et de la Mongolie. Saint-Petersbourg, 1908 (en russe).
- [7] MITCHOURINE I. V. Les résultats de 60 années de travaux de sélection. Moscou, 1934 (en russe).
- [7 a] MITCHOURINE I. V. Œuvres choisies. Moscou, 1949 (en français).
- [8] EVREINOFF V. A. L'importance de la diversité du genre Prunus en arboriculture fruitière. *Revue Horticole*, 1939, n° 22.
- [9] POPOFF et KOSTINA. Les ancêtres spontanés des arbres fruitiers de l'Asie Centrale. Leningrad, 1929 (en russe).
- [10] KOSTINA K. F. Les Abricotiers de la vallée de Ferghana. Leningrad, 1935 (en russe, résumé en anglais).
- [11] RIABOFF N. I. La fécondation et la pollinisation des arbres fruitiers. Leningrad, 1934 (en russe).
- [12] SCHITT P. G. L'Abricotier. Moscou, 1950 (en russe).
- [13] VAVILOFF N. I. The role of Central Asia in the origin of cultivated plants. Leningrad, 1931 (en russe et en anglais).
- [14] FEDTCHENKO B. A. La végétation du Turkestan. Saint-Petersbourg, 1915 (en russe).
- [15] VAVILOFF N. I. Wild Progenitor of the Fruit trees of Turkestan and the Caucasus and the Problem of the origin of Fruit Trees. Leningrad, 1930 (en russe et anglais).
- [16] LIPSKY V. I. La flore du Caucase. Tiflis, 1899 (en russe).
- [17] POKROVSKAYA N. A. Les espèces fruitières du Daghestan. Leningrad, 1948 (en russe).
- [18] POPOFF M. G. Between Mongolia and Iran. Leningrad, 1930 (en russe et anglais).
- [19] VAVILOFF N. I. L'Afghanistan Agricole. Leningrad, 1930 (en russe).
- [20] MEDVEDEFF J. V. Les arbres et arbustes du Caucase. Tiflis, 1919 (en russe).
- [21] VORONOFF G. N. Les ancêtres sauvages des arbres fruitiers du Caucase et du Proche-Orient. Leningrad, 1925 (en russe et résumé en anglais).
- [22] WICKSON. California Fruits. Sacramento, 1925.
- [23] LIPSKY I. V. La flore de l'Asie Centrale. Saint-Petersbourg, 1904 (en russe).
- [24] MANARESI A. Osservazioni sui soggetti usati per l'innesto degli alberi da frutto nel l'Emilia e nelle Romagna. *Rivista di Frutticoltura*. Ravenna, n° 4, ottobre 1950.
- [25] EVREINOFF V. A. Notes et observations biologiques sur l'Abricotier (manuscrit).



LES NÉMATODES

nuisibles aux cultures fruitières tropicales

Dans le monde entier et, tout particulièrement dans les régions tropicales et sub-tropicales, on constate des diminutions importantes de rendements dans les cultures occupant les mêmes terres depuis un certain nombre d'années et, ce, à tel point, que, souvent, leur exploitation n'étant plus rentable, elles doivent être abandonnées.

On dit, alors, généralement, que ces terres sont « épuisées » et cela peut être vrai si, par négligence ou pour des raisons économiques impérieuses, on n'a pas restitué au sol les éléments fertilisants exportés par les récoltes ou entraînés par les eaux de pluie ou d'irrigation.

Mais ce phénomène peut se manifester malgré l'apport régulier des dits éléments fertilisants (humus, engrais organiques et minéraux, amendements et, même oligo-éléments) la lutte contre les insectes nuisibles et les maladies cryptogamiques des organes aériens n'ayant, d'autre part, pas été négligée ; il est, surtout, net lorsqu'il n'y a pas de rotation des cultures, ce qui est souvent, le cas des plantations fruitières.

Bien que les parties souterraines des plantes diffusent des produits d'excrétion, « l'épuisement » des sols est, en général, dû à d'autres causes. Les excellents résultats obtenus, à la suite de la désinfection des sols, montrent le rôle des organismes vivants s'attaquant aux parties souterraines des plantes cultivées et, tout particulièrement des *Nématodes*.

Caractères généraux.

Les Nématodes (Vers filiformes ou Némathelminthes) sont des animaux à sang froid, à symétrie bilatérale, généralement de petite taille (la majorité ne dépasse pas 1 mm). Leur corps, généralement vermiforme (au moins pendant leur vie larvaire), allongé en fuseau et de section circulaire est formé, en gros, de trois tubes concentriques :

— au centre, le tube digestif comprenant, d'avant en arrière : un œsophage musculéux, un intestin moyen et un court rectum ;

— entourant le tube digestif, à une certaine distance, un tube formé par des muscles très puissants, formant la véritable charpente du corps. Ces muscles sont constitués par une seule couche de cellules épidermiques longitudinales, renforcée par des épaisissements longitudinaux de l'épiderme, généralement au nombre de quatre : un ventral, un dorsal, deux latéraux ;

— le troisième tube, enfin, est constitué par une cuti-

cule très résistante, étroitement accolée aux cellules musculaires qu'elle protège.

Le système nerveux se compose, d'ordinaire, de ganglions séparés, en étroite connection avec l'épiderme et d'un collier nerveux périœsophagien.

Il n'y a pas de système circulatoire distinct, le sang irrigue librement les organes ; pas, non plus, de système respiratoire différencié.

Les Nématodes sont, généralement, bisexués et ovipares ; les genitalia typiques des deux sexes se composent d'une paire de tubes dont l'un est souvent atrophié. L'orifice génital des femelles ou vulve est normalement situé vers le milieu du corps mais chez les formes aberrantes il peut occuper l'extrémité antérieure ou postérieure. Chez les mâles, c'est un cloaque contenant à la fois l'ouverture anale et le pore génital. Chez les Nématodes parasites des plantes cultivées, il semble que les mâles jouent généralement un faible rôle et que la reproduction parthénogénétique soit, presque toujours, de règle.

Habitats.

Les *Nématodes libres* se rencontrent dans de nombreux habitats différents, principalement dans le sol (on peut en dénombrer des quantités énormes dans les sols cultivés), dans les tissus organiques plus ou moins décomposés, dans l'eau douce et l'eau de mer ; la plupart sont indifférents, à part quelques prédateurs incontestablement utiles.

Les *Nématodes parasites* se trouvent dans les cavités et tissus des animaux et des plantes. Ils peuvent être utiles s'ils vivent, par exemple, aux dépens d'insectes nuisibles, causant leur mort ou une castration parasitaire mais la plupart d'entre eux sont nuisibles et parfois même très nuisibles lorsqu'ils s'attaquent à l'homme, aux animaux domestiques et aux plantes cultivées.

Classification générale.

Tous les Nématodes parasites « vrais » des plantes appartiennent à l'ordre des *Anguillulata*, c'est pourquoi on les appelle, souvent, Anguillules ou vers anguilles et, à part quelques exceptions, ils se rattachent à trois familles de ce groupe (comprenant, d'ailleurs, également, des formes saprophages et prédatrices ou parasites des animaux) : *Tylenchidae*, *Aphelenchidae*, *Dorylaimidae* (voir fig. 1).

Les espèces de ces trois familles sont caractérisées par la présence d'un stylet dont leur capsule buccale est munie,

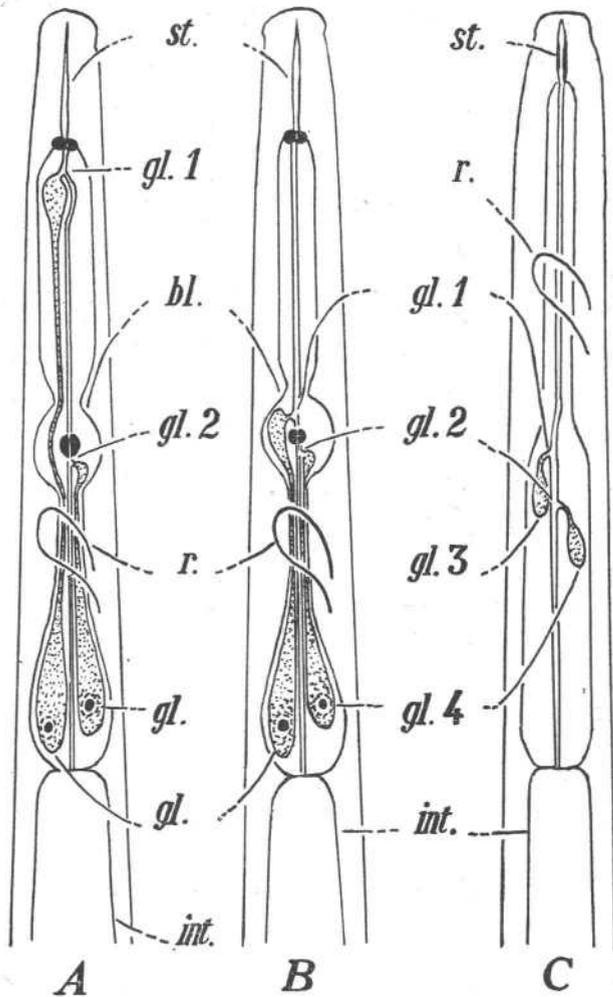


FIG. 1. — Caractères systématiques pour la détermination des principales familles de Nématodes parasites (d'après G. Steiner).

A. *Tylenchidae*, B. *Aphelenchidae* (Stomatostylet); C. *Dorylaimidae* (Odontostylet); *st.*, stylet; *int.*, intestin; *bl.*, bulbe œsophagien médian; *r.*, anneau nerveux; *gl. 1.*, orifice de la glande œsophagienne dorsale; *gl. 2.*, orifice de la glande œsophagienne subventrale droite; *gl. 3.*, glande œsophagienne dorsale; *gl. 4.*, glande œsophagienne subventrale droite.

N. B. — A : *gl.* (de haut en bas : l'avant-dernier)

= *gl. 4* = glande œsophagienne subventrale droite.

A et B = *gl.* (le dernier) = *gl. 3* = glande œsophagienne dorsale.

stylet qui leur permet de percer les tissus des plantes et d'absorber leur nourriture par succion. En outre, beaucoup de ces parasites, en injectant, à l'aide de ce stylet, dans les tissus de leur plante-hôte, les produits de sécrétion de leur œsophage ou de leurs glandes salivaires, provoquent la production, par les cellules végétales, de principes nutritifs qu'ils semblent pouvoir assimiler directement.

Par ailleurs les *Tylenchidae* et *Aphelenchidae* qui sont deux familles très voisines (certains auteurs ne considérant, d'ailleurs, la seconde que comme une sous-famille

de la première) se différencient, surtout, par un caractère : chez les *Tylenchidae*, la glande œsophagienne dorsale ou glande salivaire se déverse dans le tube digestif à une courte distance du stylet buccal alors que, chez les *Aphelenchidae*, elle s'ouvre dans le bulbe œsophagien médian, juste au-dessus de sa valvule. C'est dans ces deux familles que l'on rencontre les types les plus hautement adaptés à la vie parasitaire et dont les femelles adultes sont sédentaires.

Tous les *Doryla midae* nuisibles aux plantes sont moins adaptés à cette vie parasitaire et sont plus ou moins libres, bien que certains se rencontrent dans les tissus des plantes, enroulés sur eux-mêmes, en une spirale plus ou moins serrée ; on ne trouve pas, chez eux de femelles réduites à l'état de simples « sacs à œufs », incapables de tout mouvement propre, complètement déformées par le parasitisme.

Principaux types de Nématodes nuisibles aux plantes.

Jusqu'à ces dernières années, à part certaines régions d'Europe où l'on avait à souffrir de la nielle des blés et des dégâts causés par *Heterodera schachtii* sur les betteraves, *Heterodera marioni* (désigné, souvent, par les auteurs les plus avertis sous le nom d'*H. radicicola*), le Nématode ou Anguillule des galles des racines (root-knot nematode) était le seul Nématode généralement connu comme nuisible, à tel point qu'il était souvent appelé par les Anglo-Saxons « the nematode ». Bien qu'il soit répandu dans le monde entier, s'attaque à une multitude de plantes cultivées et soit reconnu comme un des ennemis les plus importants des cultures et des plus difficiles à détruire, il n'est pas le seul à avoir une importance économique.

Citons, rapidement, les genres les plus connus, avec leurs noms anglais usuels : de nombreux auteurs de langue anglaise n'employant pas, toujours, dans leurs travaux de vulgarisation, les noms scientifiques.

Fam. : *Tylenchidae*.

Helicotylenchus G. Steiner, « the spiral nematodes » ou n. spirales, genre voisin de *Rotylenchus* Filipjev.

Rotylenchulus Linford, « the kidney-shaped nematodes » ou n. reniformes dont les femelles adultes affectent la forme d'un rein ou d'un haricot.

Hoplolaimus von Daday, « the lance nematodes » ou n. à lance ou perceurs.

Pratylenchus Filipjev, « the meadow nematodes » ou n. des prairies, dont certaines espèces, polyphages, s'attaquent aux arbres fruitiers, particulièrement aux agrumes.

Dolichodorus Cobb, « the puncturing nematodes » ou n. piqueurs.

Ditylenchus Filipjev, « the bulb and stem nematodes » ou n. des bulbes et tiges dont une espèce *D. dipsaci* Kuehn est répandue dans de nombreuses régions et s'attaque à quantité de plantes de familles différentes.

Anguina Scopoli, « the seed gall nematodes » ou n. gal-

licoles des semences parmi lesquels on trouve l'anguillule de la « nielle » du blé : *A. tritici* Steinbuch.

Tylenchulus Cobb, genre auquel appartient « the citrus nematode » ou n. des agrumes qui cause de gros dégâts, en Californie, dans les vergers de Citrus, principalement dans les jeunes plantations et les pépinières.

Heterodera Schmidt, genre dont l'espèce la plus importante, pour nous, est « the root-knot nematode », *H. marioni*, déjà citée et qui outre « the sugar-beet nematode » ou anguillule de la betterave à sucre, également citée, comprend, entre autres, « the golden nematode of potatoes », le n. doré de la pomme de terre (*H. rostochiensis* Wollenweber).

Paratylenchus Micoletzky, « the pin nematodes » ou n. à stylet.

Criconema Hoffmänner et Menzel, et les genres voisins de la sous-famille des *Criconematinae* Chitwood, ou « ring nematodes », n. annelés comprenant des espèces nettement annelées (portant, souvent des écailles disposées régulièrement sur les anneaux) et munies d'un stylet érectile ; *Criconemoides citri* G. Steiner et *Criconema civellae* G. Steiner vivent libres, dans le sol et s'attaquent aux racines des Citrus.

Fam. : *Aphelenchidae*.

Aphelenchoides Fischer, dont certaines espèces sont nommées : « the bud and leaf nematodes » ou n. des bourgeons et des feuilles, *A. cocophilus* Cobb causant une grave maladie des palmiers (cocotier, dattier, palmier à huile, etc.) caractérisée par une zone annulaire rouge très visible sur une section du stipe, la chlorose des palmes, la mort des inflorescences ou la chute prématurée des fruits.

Fam. : *Dorylaimidae*.

Dorylaimus Bastian et *Pungentus* Thorne, « spear nematodes » ou n. piqueurs, dont plusieurs espèces prédatrices sont utiles, semblent comprendre également des espèces nuisibles.

Xiphinema Cobb « the needle nematode » ou n. à aiguille. *X. radicolica* Goodey vivrait en association avec *Rotylenchus similis* Cobb, causant une maladie du poivrier.

Biologie.

Pour avoir un aperçu de la biologie des Nématodes parasites des plantes, le mieux nous semble de passer en revue quelques-unes des espèces ayant été les mieux étudiées jusqu'ici.

NÉMATODES SÉDENTAIRES

Les *Heterodera*.

Heterodera marioni Cornu (the root-knot nematode), l'anguillule des galls des racines peut être considérée

comme la plus nocive de ce groupe. On la rencontre dans toutes les régions tropicales, subtropicales et tempérées et sa présence dans les serres en fait l'un des ravageurs les plus largement répandus dans les cultures. Elle est capable de survivre à de grands froids dans le sol et à découvert, à des températures inférieures à -10° C, mais elle est surtout nocive dans les régions chaudes où ses générations annuelles sont plus nombreuses.

Sitôt sortie de l'œuf, la jeune larve chemine dans le sol à la recherche d'une radicelle terminale, dans laquelle elle pénètre.

Arrivée à proximité du cylindre central, elle se fixe et injecte, avec son court stylet, le produit de la sécrétion de son œsophage ou de ses glandes salivaires dans les tissus du cylindre central. Au point d'injection, trois ou quatre cellules commencent à grandir et deviennent des cellules géantes (giant ou nectarial cells) dont le nématode tire sa nourriture durant toute sa vie. La larve grossit rapidement et devient tout d'abord sacculiforme, puis pyriforme ; à ce stade, elle est blanchâtre et suffisamment grosse pour être visible à l'œil nu. Dans des conditions favorables, son développement demande de trois à quatre semaines mais peut durer beaucoup plus de temps, surtout si la température est insuffisante.

Les femelles adultes pondent des œufs enrobés dans une substance d'aspect gélatineux, d'un brun jaunâtre, émise par l'orifice génital avant la ponte. Le nombre d'œufs pondus est très variable ; on l'estime en moyenne de 4 à 500, mais il peut être plus faible ou infiniment plus grand, car on a observé jusqu'à 2.000 œufs pondus par une seule femelle. Ces différences ont non seulement pour cause les conditions climatiques et, tout particulièrement thermiques, mais aussi la nature de la plante-hôte, certaines favorisant plus la ponte que d'autres. Il existe même des plantes dans lesquelles les larves pénètrent en grand nombre, mais sont incapables d'atteindre le stade adulte et où, par suite, la reproduction est totalement arrêtée.

Chaque œuf donne naissance, dans des conditions favorables, à une jeune larve qui en brise la membrane extérieure et est libérée dans le sol par fission ou décomposition de la racine et le cycle recommence.

Le stade œuf est incontestablement le plus résistant et, sous cette forme *H. marioni* peut survivre pendant une très longue période, lorsque les conditions sont défavorables, alors que, dans les mêmes conditions, la larve libre dans le sol périt très rapidement (manque d'humidité, chaleur excessive, exposition directe aux rayons solaires ou au froid).

Des mâles se développent parfois mais ne semblent pas jouer un rôle important dans la multiplication. Au lieu de devenir pyriformes comme les femelles, la larve, au stade sacculiforme, se transforme intérieurement en un ver filiiforme cylindrique replié et enroulé sur lui-même, dans la dépouille larvaire, d'où il sort, finalement, sous la forme d'un mâle adulte très allongé.

Le développement des larves est interrompu si les racines dont elles se nourrissent sont coupées et elles périssent

lorsque la racine meurt. Dans les racines charnues, cependant, comme celles des pivoines, des carottes, des betteraves et dans les rhizomes, tubercules, oignons, bulbes, etc..., leur développement peut continuer si ces organes sont stockés ou maintenus dans des conditions favorables. Connaissant l'extrême résistance des œufs, cela explique les nombreux cas de dissémination par le matériel infecté provenant de pépinières ou de cultures de plantes-racines. La dissémination des larves par migration active est, par ailleurs, extrêmement lente.

Heterodera marioni passe une longue période de sa vie (pouvant atteindre 3 à 5 mois) à l'intérieur de son hôte ; les œufs et les larves mobiles sont les seuls stades qui peuvent se rencontrer, normalement, dans le sol. Ceci est extrêmement important en ce qui concerne l'application des méthodes de lutte : les fumigations du sol atteignant, seulement, les larves et œufs libres dans le sol, alors que les stades se trouvant dans les racines (surtout si ces dernières sont ligneuses) peuvent ne pas être touchés. Seul l'arrachage complet des plantes, avec leurs racines, et leur destruction immédiate élimine tous les stades — œufs, larves, adultes — vivant à l'intérieur des tissus.

Normalement les femelles d'*H. marioni* ne sont pas visibles de l'extérieur mais les racines, réagissant à leurs piqûres, s'épaississent par places et il se forme des galles, très visibles lors d'un examen superficiel, qui ont été longtemps et sont encore, souvent, considérées comme caractéristiques de l'attaque de ce Nématode d'où le nom sous lequel il est couramment désigné.

Cependant, chez certaines plantes attaquées, la partie corticale de la racine éclate et la partie postérieure de la femelle fait saillie à l'extérieur et est visible, à l'aide d'une simple loupe, sous l'aspect d'un sac blanchâtre à l'extrémité duquel est attachée la masse jaunâtre ou brunâtre des œufs. Dans ces conditions il ne se forme, parfois, même pas de tumeur et le parasite est, alors, plus nocif que lorsqu'une tumeur ou galle lisse, sans tissus nécrosés, s'est formée. Les racines, fendues ou craquelées, sont, alors, envahies par tout un groupe d'organismes tels qu'autres espèces de Nématodes, champignons et bactéries qui amènent une pourriture rapide et, souvent, étendue des tissus dont les plantes attaquées souffrent plus que si elles ne portaient que des galles que nous pourrions appeler, paradoxalement, « saines ».

Les agriculteurs et, même, les chercheurs scientifiques, obnubilés par la croyance que les galles ou renflements sont symptomatiques des attaques d'*H. marioni*, ont, souvent, pensé que ce Nématode était absent des plantes examinées, alors que la décomposition des tissus qu'ils observaient, beaucoup plus sérieuse que la présence de galles, était l'aboutissement normal de son attaque.

On a dénombré plus de 1.700 espèces de plantes attaquées par *Heterodera marioni* et à peu près toutes les cultures fruitières peuvent avoir à souffrir de ses attaques : ananas, bananiers, agrumes, cacaoyers, papayers, goyaviers, ficus, palmiers, jacquiers, etc..., cependant il y a de grandes variations dans le degré de réceptivité aux attaques et dans la virulence de la maladie qui s'ensuit. Certaines plantes, comme le cyclamen souffrent énormément d'une faible attaque alors que d'autres, comme les Mûriers, sont très résistantes.

Il est remarquable que les graines en germination et les très jeunes plants soient particulièrement attractifs pour les larves d'*H. marioni*, même s'ils appartiennent à des espèces, par ailleurs, immunes ou extrêmement résistantes : ainsi, les jeunes plants d'*Aleurites fordii* sont très sensibles et peuvent mourir à la suite d'une première infestation mais, s'ils survivent un an, ils reprennent, souvent, le dessus et deviennent, alors, extrêmement résistants.

On ne doit donc pas faire de semis ou de plantation définitive dans un sol même légèrement infesté par ce Nématode, la germination serait faible, la reprise des jeunes plants difficile et la plupart des végétaux survivants, malingres.

Heterodera schachtii Schmidt et *H. rostochiensis* Woll. ont un développement analogue à celui de l'espèce précédente mais, chez ces deux espèces, la larve, en grossissant, fait saillie à l'extérieur et la partie postérieure de la femelle pend, normalement, en dehors de la racine. Contrairement à la précédente, aussi, les espèces du groupe du Nématode de la betterave ont des caractéristiques qui rendent leur destruction encore plus difficile.

En effet, avant de se détacher des racines ou tubercules, les femelles à maturité complète virent du blanchâtre au

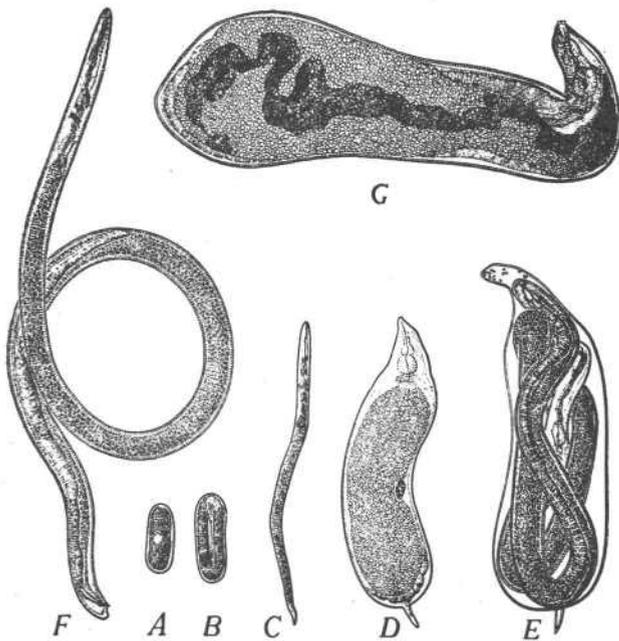


FIG. 2. — Différents stades de *Heterodera marioni* : A. Œuf non segmenté, B. Œuf à la fin du développement embryonnaire, C. Larve migratrice (libre dans le sol), D. Stade sacculiforme, sédentaire dans la racine, E. Stade pyriforme contenant l'adulte à son complet développement (♂), F. adulte ♂, G. jeune ♀. (D'après G. Steiner).

brunâtre et leur cuticule s'épaissit, formant un sac protecteur ou « kyste » (cysts) contenant un nombre variable d'œufs ou de jeunes larves. Ces kystes peuvent se conserver dans le sol durant plusieurs années après lesquelles les larves sont libérées.

Ce phénomène complique la lutte, non seulement lorsqu'on procède à la rotation des cultures mais, encore, lorsqu'on utilise des fumigants du sol, les kystes étant très résistants à l'action des agents chimiques.

H. marioni et les différentes espèces du groupe du Nématode de la betterave sont des parasites sédentaires tous très voisins et très difficiles à différencier. Contrairement à la plupart des autres Nématodes, les femelles adultes ont un corps déformé par la vie parasitaire, gonflé, sphérique, en forme de citron ou de poire et sont incapables de se mouvoir tandis que les mâles sont filiformes.

Autres types sédentaires.

Il existe, cependant, d'autres groupes chez lesquels la vie parasitaire, sédentaire, entraîne, également, un ballonnement du corps de la femelle. On retrouve cette particularité dans d'autres genres, d'origines et de mœurs très différentes; c'est le cas des :

Nacobbus Thorne et Allen, genre décrit de Californie. Ici, la femelle a, en outre, une vulve saillante, d'une telle longueur qu'elle ressemble à une queue et qui lui permet de déposer ses œufs, directement, à la surface des racines.

Tylenchulus semipenetrans Cobb, le nématode des Agrumes (Citrus nematode), a été étudié, en premier lieu par Thomas (1923), puis par Byars (1931), par White (1947) et des recherches ont été effectuées, depuis, par Foote et Gowans (1947). Il attaque les fines radicelles des agrumes et la partie antérieure de son corps, étirée, pénètre, seule, dans les tissus de la racine, alors que le reste du corps se gonfle petit à petit.

Ici, encore, les mâles ont un aspect très différent et ne semblent pas se nourrir; ils augmentent, d'ailleurs, peu de taille depuis le stade larvaire.

Les œufs sont émis dans le sol et adhèrent aux fines particules de ce dernier, étant enrobés dans une matière gélatineuse.

Dans des conditions favorables, le cycle vital complet ne dure que 6 à 8 semaines, ce qui explique l'invasion rapide d'un verger d'agrumes par ces Nématodes. Ils semblent pouvoir persister, dans le sol, pendant plus de trois ans, en l'absence de leur hôte habituel; on les considère, généralement, comme des parasites spécialisés des *Citrus*, mais ils auraient été, également, rencontré sur racines d'olivier et il est possible qu'ils aient d'autres plantes-hôtes; on a pu constater leur présence à peu près dans tous les pays pratiquant la culture des agrumes.

En Californie tous les vergers d'agrumes dont les arbres donnent des signes de dépérissement lent (« slow decline ») se sont montrés fortement attaqués par *T. semipenetrans*.

D'après Foote et Gowans qui ont effectué de nombreux

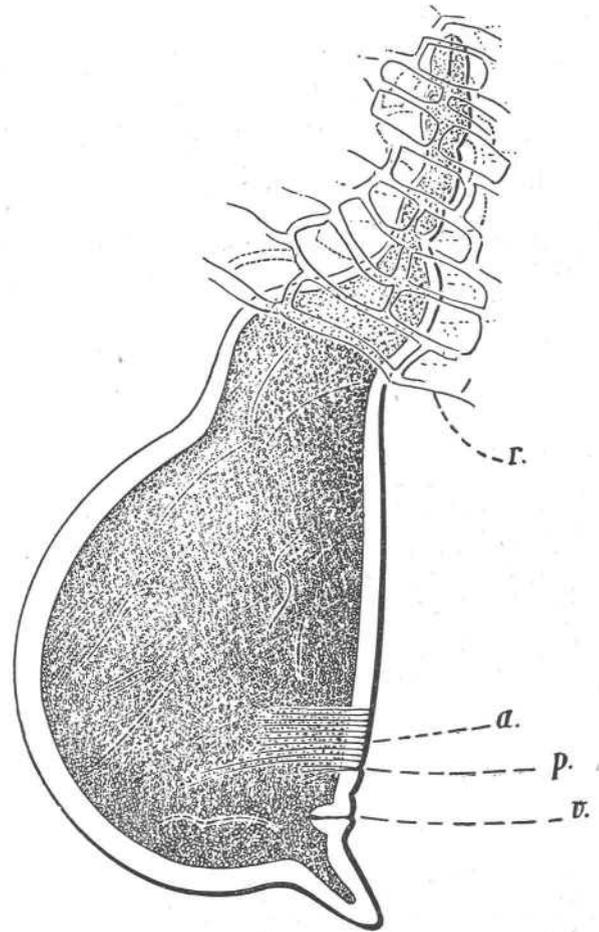


FIG. 3. — Femelle du nématode des Citrus *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. L'apex allongé pénètre à l'intérieur des tissus de la racine et les cellules du cylindre central sont détruites. p = pore excrétoire, v = vulve, a = partie annelée, r = racine d'un *Citrus*. (D'après G. Steiner).

prélèvements dans les terres agrumifères, « l'espace vital » de sol occupé par les racines d'un *Citrus*, dans un verger ayant plus de dix ans et moyennement infesté, contient, au minimum, 764.000.000 de Nématodes des agrumes. Ce chiffre est, certainement, bien au-dessous de la réalité, étant donné que ces Nématodes sont beaucoup plus nombreux à proximité des racines, à tel point que l'on peut en compter plus de 20.000 par gramme de terre des racines; c'est par suite, par milliards qu'il faudrait estimer la quantité de ces organismes occupant le dit espace vital.

Une forte infestation peut entraîner :

- la production de petits fruits,
- la mort des nouvelles pousses à partir de leur extrémité,
- la moirure des feuilles,
- la mort des plants de moins de trois ans.

Pour les arbres plus âgés il existe un certain équilibre entre la pousse des racines et les dégâts des Nématodes,

mais un facteur défavorable, tel que sécheresse inhabituelle ou excès d'humidité, peut amener une rupture de cet équilibre aux dépens de l'arbre et amener sa mort plus ou moins rapide. Un champignon pourpre du groupe des *Fusarium* peut, en outre, s'installer à la faveur des attaques du Nématode et étendre, considérablement les nécroses des racines. Généralement la terre adhère aux racines attaquées par *T. semipenetrans* et l'écorce s'en détache facilement.

Rotylenchulus reniformis décrit d'Hawaï par Linford et Oliviera (1940) qui représente un autre type de Nématodes dont le corps de la femelle se ballonne : les Nématodes en forme de rognon ou « réniformes » (Kidney-shaped nematodes), se rencontre sur les racines de nombreuses plantes parmi lesquelles nous citerons : ananas et tomates ; il a été retrouvé, en Floride, par Steiner, sur tomates et caféier sauvage (*Cassia tora* L.). Comme chez le Nématode des agrumes, l'avant-corps de la femelle est étiré et inséré dans le tissu des racines, alors que la partie postérieure, réniforme, dépasse à l'extérieur, entourée, ainsi que la masse des œufs, d'un amas sphérique produit par la sécrétion d'une substance homogène qui agglutine les particules de terre adjacentes. Les *Rotylenchulus* sont, par suite, difficiles à déceler, lors d'un examen superficiel, car ils peuvent être facilement confondus avec de petits amas de terre adhérant normalement aux racines.

NÉMATODES SEMI-SÉDENTAIRES

Les Nématodes dont nous venons de parler sont incapables, passé le premier stade larvaire, de quitter leur emplacement primitif et d'aller se fixer ailleurs. Si les racines sur lesquelles ils sont fixés sont détruites, après arrachage, avant qu'ils n'aient pondu, le foyer d'infection est supprimé.

Il existe un autre groupe de Nématodes, parasites des racines, qui, contrairement aux précédents, ont conservé, bien que réduite, une certaine mobilité : ce sont les Nématodes annelés ou à écailles (ring- et scale-nematodes) appartenant aux :

Criconematinae et autres groupes voisins. Ce sont des parasites externes qui percent la surface des racines et autres parties souterraines des plantes à l'aide de leurs stylets qui sont robustes et, souvent, extrêmement longs. Tous les représentants de ce groupe sont petits (0,2 à 0,4 mm), résistants et fortement annelés ; chez quelques-uns les anneaux sont marqués par des rangées d'écailles ou d'épines ou d'un mélange des deux qui leur permettent de prendre appui sur les parcelles de terre, lorsqu'ils perforent les racines et de cheminer plus aisément dans le sol.

A ces types, appartiennent :

Criconemoides citri, décrit, en 1942, par Steiner, de Floride et découvert, sur racines d'oranger ; il appartient au type annelé simple.

Criconema civellae, du même auteur, recueilli sur pomélo (*Citrus grandis*), à Beltsville Md. ; il appartient au type à écailles et épines.

*

Il existe, encore, des Nématodes, parasites externes des racines, bien pourvus de moyens de locomotion, qui sont, néanmoins, fixés pendant une grande partie de leur existence. Un de ces groupes de formes primitives semble faire le passage entre les « pin-nématodes » et les Nématodes réniformes. Ce sont des formes largement distribuées, dont le corps, très allongé, est, généralement enroulé en spirale, ce qui les a fait nommer : *Nématodes spiralés* (spiral nematodes) ; ils appartiennent aux genres :

Rotylenchus Filipjev et *Helicotylenchus* Steiner. Leur stylet buccal est extrêmement long et robuste, hautement adapté à la pénétration dans les tissus des plantes. Souvent la tête et une partie de l'avant-corps sont, également, engagés dans les tissus de la racine attaquée. Ces Nématodes spiralés sont encore mal connus mais ont une distribution étendue. Lorsqu'ils sont nombreux, ils peuvent gêner, sérieusement, le développement des plantes.

Rotylenchus multicaudatus Cobb a été signalé sur racines de bananiers, ananas, tomates.

Rotylenchus similis Cobb s'attaque, en particulier, aux bananiers, ananas, poivriers, etc...

Helicotylenchus nanus Steiner est une petite espèce très commune dans le Sud-Est des U. S. A., y compris la Floride.

Enfin, les Nématodes à stylet (pin-nématodes), appartenant au genre :

Paratylenchus Micoletzky, ont des mœurs analogues. Leur corps, particulièrement chez les femelles, est incurvé et concave du côté ventral mais à un moindre degré que chez les Nématodes spiralés ; ils sont, d'ailleurs, moins allongés que ces derniers.

On a signalé des espèces de *Paratylenchus* s'attaquant aux racines de ramie, de diverses graminées, de l'olivier californien (*Umbellularia californica* Nutt), de zinnia et de caféier, il est vraisemblable que des recherches ultérieures montreront qu'il en existe s'attaquant, également, aux arbres fruitiers.

NÉMATODES MIGRATEURS

En opposition avec ces différents types sédentaires complets ou partiels, il existe un groupe important de Nématodes, appartenant à plusieurs genres de familles, qui comprennent des formes pénétrant dans les tissus, et circulant à l'intérieur des racines dans lesquels ils vivent et d'autres qui vont d'une racine à l'autre, les piquant pour se nourrir, tout en restant à l'extérieur.

Les espèces les plus importantes du premier groupe, aux mœurs endo-parasites, appartiennent au genre :

Pratylenchus Filipjev et à des genres voisins, généralement appelés Nématodes des prairies (meadow-nematodes), bien qu'ils s'attaquent, souvent, aux arbres. Ils vivent dans les racines, tubercules, rhizomes ou bulbes et, exceptionnellement, tiges de nombreuses plantes cultivées.

Un corps court et robuste et un fort stylet buccal en font des parasites, des tissus des plantes, par excellence.

Du point de vue économique, ce sont des ravageurs de première importance, bien que cette importance, le fait qu'ils soient très communs et leur large distribution aient été complètement ignorés jusqu'à une époque récente.

Les différentes espèces sont difficiles à séparer et leur classification est très confuse.

Les larves de *Pratylenchus* pénètrent dans les tissus des racines à l'intérieur desquels elles circulent et les détruisent en brisant les parois des cellules dont elles absorbent le contenu.

Elles ouvrent la porte à de nombreux autres parasites, saprophytes et saprophytes qui les suivent dans leur cheminement, provoquant la décomposition des tissus. Les racines envahies présentent, d'ordinaire, des lésions nécrotiques fréquemment rougeâtres, au début, virant au brun sombre et au noir, par la suite.

On y trouve, souvent, de véritables « nids » ou adultes, larves et œufs sont mélangés.

Ces formes sont extrêmement nuisibles car, lorsqu'elles attaquent une racine en un point proche de la tige, toute la partie de cette racine et de ses racelles comprise entre le point d'attaque et leur extrémité devient infonctionnelle.

Certaines plantes réagissent aussitôt, en formant des racines adventives au-dessus du point attaqué. Si des lésions se développent, à leur tour, sur ces nouvelles racines, d'autres racines se forment au-dessus et le système racinaire des plantes attaquées a un aspect « barbu » ou « natté ».

Parfois, la partie corticale des racines attaquées se décompose et se détache facilement ; le cylindre central est rarement pénétré.

Dans certaines conditions, particulièrement dans les vergers et les cultures occupant le sol de nombreuses années, les *Pratylenchus* peuvent se multiplier dans des proportions considérables ; on peut, alors, observer de grands arbres dont une partie importante du système racinaire a été détruite. Les feuilles d'un rameau, d'une ou plusieurs branches, de la couronne ou, même, toutes les feuilles sont alors chlorosées. La chute partielle ou totale du feuillage s'observe ensuite, suivie de la mort des branches et même, parfois, de la mort complète de l'arbre.

Il est difficile d'évaluer les dégâts réels causés aux plantes par ce type de Nématodes car ils ne peuvent vivre dans les tissus morts et pourris et on ne les trouve, généralement, pas dans les racines en voie de décomposition, que l'on examine tout naturellement, lorsqu'on commence à s'apercevoir des dégâts ; par contre dans ces racines, abondent champignons, bactéries et Nématodes saprophytes que l'on a tendance à rendre responsables du mal, alors que le premier et principal responsable se trouve dans le sol environnant ou dans les tissus paraissant, encore, sains.

L'étude des Nématodes des prairies est, encore, à ses tout premiers débuts et l'expérimentation, chez ce groupe, est difficile, en raison de la faible taille de ses représentants (en moyenne : 1/2 mm) et de leurs habitudes migratrices.

Certains *Pratylenchus* s'attaquent aux agrumes, concurremment à *Tylenchulus semipenetrans*, tel :

Pratylenchus pratensis de Man. qui a été, également, signalé comme nuisible aux ananas aux U. S. A. et à Hawaï, aux figuiers en Californie, aux pêchers en Amérique, à la vigne, etc...

Pratylenchus musicola Cobb est nuisible, un peu partout, au bananier ; on le trouve, également, sur la vigne.

Il existe de nombreux autres Nématodes de mœurs analogues, du même groupe taxonomique ou de groupes très voisins, mais les *Pratylenchus* semblent être les plus nuisibles et avoir la distribution la plus étendue.

Le genre *Hoplolaimus* von Daday dont les représentants sont appelés Nématodes à lance (lance-nématodes) semble être, surtout, un genre tropical et subtropical. Il comprend des espèces parasites internes ou endoparasites et, d'autres, parasites externes ou ectoparasites. Il fait, donc, la transition vers le groupe des espèces uniquement ectoparasites ne pénétrant pas dans les racines et les attaquant, uniquement, de l'extérieur.

Les *Hoplolaimus* sont robustes, cylindriques, plutôt de grande taille (parfois plus de 1,5 mm), leur stylet buccal est extrêmement robuste, leur extrémité postérieure généralement obtuse et leur cuticule grossièrement annelée. Leurs mœurs, pour les espèces endoparasites, sont quelque peu analogues à celles des Nématodes des prairies et ils peuvent se rencontrer, également, en grand nombre, dans les racines des plantes ayant occupé, de nombreuses années, le même terrain.

Combinée à l'action d'autres agents pathogènes et à des conditions extérieures défavorables, telles qu'une période de sécheresse, leur attaque peut amener la mort de leur hôte, surtout dans les pépinières. Jusqu'ici, les *Hoplolaimus* n'ont été signalés, comme nuisibles, qu'à la canne à sucre, à diverses espèces de pins et de légumineuses et au maïs.

Parmi les ectoparasites, signalons :

Dolichodorus heterocephalus Cobb décrit, primitivement, d'après des individus capturés en Floride, dans l'eau douce, type des Nématodes à alène (awl nematodes) et le Nématode à aiguillon (sting nematode) :

Belonolaimus gracilis Steiner, également de Floride. Tous deux se nourrissent aux dépens de racines dont ils perforent la surface au moyen de leur stylet buccal en forme d'alène et en forme de longue aiguille. Le premier a été observé sur racines de céleri, le second sur racines de maïs, ainsi que sur racines de pins dans diverses pépinières forestières.

Beaucoup d'autres types de Nématodes, s'attaquant aux racines, pourraient être mentionnés mais la plupart ne se rencontrent, d'ordinaire, qu'en petit nombre et ne semblent pas causer de maladies sérieuses.

Des recherches ultérieures nous réserveront certainement des surprises.

Importance économique des Nématodes.

Cette revue rapide montre que l'importance économique des Nématodes, dont une bonne douzaine doit être consi-

dérée comme comprenant les ennemis les plus redoutables des plantes cultivées, est loin d'être négligeable ; elle est pourtant généralement sous-estimée, aussi bien par les agriculteurs et les planteurs que par les agronomes et les spécialistes de la défense des cultures et cela même en Amérique où l'on connaît l'ampleur des recherches ayant trait aux ennemis des plantes cultivées.

Interréactions des Plantes et des Nématodes parasites.

Nous venons de voir que l'attaque des Nématodes pouvait provoquer, sur les plantes, des phénomènes locaux tels que galles, tumeurs, nécroses ainsi que des phénomènes pouvant aller jusqu'à la mort de l'hôte, surtout lorsqu'il se trouve dans des conditions défavorables de végétation.

Nous avons vu, également, que certaines plantes réagissaient en émettant de nouvelles racines pour compenser les pertes subies et qu'il s'établissait une sorte d'équilibre entre la plante-hôte et son parasite, c'est un cas fréquent chez les arbres adultes. La plante souffre cependant de cette attaque et sa production diminue.

Nous avons vu, encore, que les graines en germination, ainsi que les jeunes plants, même ceux de végétaux généralement résistants, étaient extrêmement attractifs pour les larves de Nématodes venant d'éclore ; si les plantes attaquées meurent avant le développement complet de leurs parasites, on peut aboutir à une réduction extrêmement importante de la population, à tel point qu'une culture ultérieure peut être menée à bien.

Mais il est un autre aspect de la question, extrêmement intéressant, mis en avant depuis fort peu de temps en Amérique bien qu'il fût connu depuis longtemps en Europe, c'est l'inhibition par certaines plantes du développement d'espèces déterminées de Nématodes (Marchal).

Triffitt fit des recherches dans ce sens avec la moutarde (*Sinapis nigra*) (1929) et différentes graminées (1934).

Steiner (1942-1949) précise que ses observations sur *Heterodera marioni* semblent prouver que les larves du stade précédant le stade parasitaire sédentaire pénètrent dans les racines ou les parties souterraines de presque toutes les plantes bien que, dans la plupart des cas, elles soient incapables de s'y développer et de s'y reproduire.

En 1937, on découvrit que les radicules des *Tagetes hybrides* sont intensément envahies par ces larves sans pourtant que des galles contenant des femelles adultes matures puissent y être observées, ensuite, en nombre important. Des études minutieuses montrèrent que la plupart de ces larves étaient incapables de passer au stade adulte et mouraient avant. Il semble évident qu'elles ne trouvent pas, dans cette plante, les éléments nutritifs dont elles ont besoin.

Des études ultérieures ont montré que d'autres plantes présentent des cas de résistance analogue, telles : *Crotalaria spectabilis* Roth., *Solanum grandiflorum* R. et P., *Lantana camara* L., *Senecio cineraria* DC., *Nicotiana megalosiphon* H. et M., et *Nicotiana plumbaginifolia* Viv.

Crotalaria spectabilis se montre, jusqu'ici, comme une

des plantes les plus intéressantes en ce qui concerne ses relations d'hôte à parasite vis-à-vis d'*H. marioni*. On a constaté que les radicules de cette plante étaient envahies par un grand nombre de larves de ce Nématode dont beaucoup semblent périr dès leur fixation dans les tissus, d'autres semblent capables de provoquer la formation de cellules géantes mais ne peuvent atteindre le stade adulte et se multiplier. Cependant la plante souffre de l'invasion, car les jeunes plants peuvent mourir ou, au moins, paraissent souffreteux pendant un certain temps, après le début de l'invasion.

Solanum grandiflorum R. et P., plante sauvage poussant au Brésil, utilisée comme porte-greffe pour les pieds de tomates dans les terres infestées par *H. marioni*, montre des réactions presque identiques vis-à-vis de ce Nématode. Les radicules sont envahies et les larves incapables de se développer après leur fixation. Cette solanée peut attirer d'autres espèces de Nématodes et après avoir légèrement souffert au moment de l'invasion, guérit après la mort des larves. Ici, également, les très jeunes plants peuvent être très atteints et, même, mourir. Sur un total de 100 graines semées dans un sol infesté par *H. marioni*, trois plants, seulement, survécurent alors que, dans un témoin, en sol stérilisé, on obtint une germination totale.

Pelargonium graveolens l'Hérit., le « Géranium rosat », nous donne des réactions différentes. Les racines de cette plante semblent posséder une résistance considérable aux attaques d'*Heterodera marioni*. Il ne se forme que peu de galles ; la plupart d'entre elles sont vides et l'on en rencontre exceptionnellement abritant des femelles porteuses d'œufs.

Par contre, les tiges de cette plante réagissent de toute autre manière : leur collet semble très attractif et est envahi par un grand nombre de larves d'*Heterodera marioni*, des galles s'y forment et les femelles sont capables d'arriver à complet développement et de pondre.

Il n'y a aucun doute que l'étude de nombreuses plantes-hôtes parasitées par les différentes espèces de Nématodes nuisibles mettra en lumière de nouveaux faits intéressants sur leurs interréactions, mais il est, d'ores et déjà, certain qu'il en existe toute une gamme allant de celles empêchant toute reproduction, ou réduisant énormément la ponte, à celles la stimulant au maximum.

Ces recherches n'ont pas qu'un intérêt théorique, mais leurs résultats pourront être appliqués à la lutte contre ces ravageurs.

Il existe, d'autre part, des faits d'un autre ordre qui compliquent, d'ailleurs, l'étude des Nématodes parasites des plantes et l'évaluation exacte de leur nocivité :

L'observation d'une série de plantes-hôtes d'*Heterodera marioni*, en différentes régions et expositions, aussi bien que l'étude de la résistance de cultures identiques dans différentes situations montre que des plantes déterminées, attaquées en un endroit ne l'étaient pas en un autre, bien que l'on constatât la présence d'*H. marioni* dans le sol. Des études systématiques ont montré qu'il existait différentes races ou lignées adaptées à un hôte déterminé ou à

une série d'hôtes (host strains ou host races), chacune d'elles ayant ses hôtes propres (host range) ; les terres de certaines régions ou localités ne contenant qu'une de ces races, d'autres deux ou une population mélangée de plus ou moins nombreuses races.

Il semble en être de même chez d'autres espèces de Nématodes ; par exemple chez les *Ditylenchus* qui s'attaquent aux bulbes et aux tiges et chez certains *Apelinchoides*.

Moyens de lutte.

Le rôle nocif des Nématodes étant reconnu, voyons de quels moyens de défense nous disposons contre eux.

Les faits que nous venons d'exposer nous ont, déjà, permis d'entrevoir quelques solutions.

Mesures culturales. Mesures générales.

Un certain équilibre existant, fréquemment, entre le Nématode et sa plante-hôte, il est évident que, si nous mettons cette dernière dans les conditions les plus favorables à son développement, elle sera mieux à même de résister à ses attaques et la diminution de son rendement sera peu sensible. Les plantations devront être autant que faire se pourra :

— Établies dans les sols qui leur conviennent le mieux, quant à leur exposition, à leur nature et à leur pH.

— Maintenus à un degré d'humidité optimum par drainages ou irrigations, sans excès, d'un côté ou de l'autre.

— Maintenus dans un degré de fertilité suffisant par l'apport d'engrais, humus, amendements et, le cas échéant, oligo-éléments.

— Soumises à des assolements, amenant la culture de plantes telles que *Crotalaria spectabilis* qui, comme nous l'avons vu, est très attractive pour les jeunes larves d'*H. marioni*, tout en empêchant la reproduction de ce dangereux Nématode.

La chose est possible dans les plantations bananières et d'ananas où il vaut mieux abandonner le gain que pourrait procurer certaines parcelles plutôt que de voir la production tomber à zéro. Dans les vergers d'agrumes la question est plus délicate, mais *Crotalaria spectabilis* peut être, au moins, utilisée comme plante de couverture lorsque la présence d'*H. marioni* est dûment constatée.

— Soumises à des façons culturales soignées : Labours, passage du pulvérisateur à disques, binages, hersages, sont des opérations dont l'effet sur la réduction du nombre des Nématodes du sol ne doit pas être sous-estimé. Elles exposent ces organismes aux rayons solaires, à la dessiccation par le vent, les font mourir d'inanition loin de leur hôte, les blessent, etc...

— Lors de leur renouvellement, et après arrachage complet des arbres avec tout leur système racinaire, leur enlèvement et leur destruction immédiate, labourées et plantées ou, mieux, semencées à l'aide de plantes-pièges telles que *Crotalaria*, déjà citée, attractives pour les

larves et inhibant leur reproduction ou mourant avant le développement complet du parasite. D'après certains essais effectués en serres et dans la nature, *C. spectabilis* permettrait de débarrasser d'une façon efficace les terres infestées par *H. marioni* et il en serait, de même, mais à un moindre degré, pour des semis de haricots, mourant avant le développement complet de ce Nématode. Des essais sont à instituer pour les autres espèces nuisibles.

— Plantées, lors de leur établissement ou de leur renouvellement à l'aide de plants provenant de pépinières indemnes de contamination soit qu'elles aient été établies en sol vierge, soit que leur sol ait été désinfecté.

La désinfection des plants par la vapeur d'eau ou d'autres moyens chimiques a bien conduit à des résultats intéressants, mais demande un outillage spécial et n'est guère utilisée que dans les cultures florales.

Portes-greffes et francs du pied.

Nous avons vu que *Solanum grandiflorum* était utilisée comme porte-greffe résistant dans les terres infestées par *H. marioni*. Des recherches sont à entreprendre, en ce qui concerne nos productions fruitières coloniales, pour savoir s'il n'existerait pas des porte-greffes, des variétés ou des hybrides résistants aux divers Nématodes qui les attaquent.

Couverture de papier.

Enfin, signalons que dans certaines cultures riches, telles que celles d'ananas à Hawaï, la couverture du sol à l'aide de bandes de papier (mulch paper), employée primitivement pour lutter contre l'envahissement des mauvaises herbes, semble désavantager les Nématodes, en entretenant, dans les couches superficielles du sol, une température élevée, mortelle pour eux ; des bandes de cellophane maintenues à environ 6 mm au-dessus de la surface ayant donné des résultats encore plus encourageants (H. R. Hagan, 1933).

Procédés chimiques et physiques.

Outre les façons culturales, la désinfection des sols par la vapeur d'eau a été un des premiers moyens utilisés avec succès dans la lutte contre les Nématodes, mais elle n'est guère applicable dans les territoires d'Outre-Mer et n'a, d'ailleurs, guère été appliquée, en Europe, que pour les cultures florales.

La cyanamide calcique a été utilisée, avec succès, contre le Nématode de la betterave à sucre et constitue, en outre, une excellente fumure azotée, en même temps qu'un amendement calcique ; elle mérite d'être essayée.

De nombreux produits chimiques ont été expérimentés en fumigations dans le sol, employés purs ou émulsionnés, versés dans des cuvettes ou des trous pratiqués à proximité des plants ou, mieux, introduits à l'aide de pals injecteurs. Ceux qui ont été reconnus comme les plus efficaces sont :

Le sulfure de carbone (CS₂).

Le bromure de méthyle (CH₃Br).

Mais les plus intéressants semblent être :

La DD mixture, mélange, à parties égales, de 1,3 Dichloropropylène (CHCl = CH — CH₂Cl) et de 1,2 Dichloropropane (CH₂Cl — CHCl — CH₃), sous-produit de l'industrie du pétrole, utilisé, pour la première fois, à Hawaï, par Carter, en 1941, dans des terres à ananas envahies par *H. marioni*, à la suite de recherches commencées depuis 1936, dans la région, pour découvrir le meilleur fumigant.

L'E. D. B. qui n'est autre que le Dibromure d'éthylène (1,2 Dibrométhane), préparé, aux États-Unis, depuis 1947, sous forme de solutions commerciales à 5, 10 et 20% en poids dans du naphte.

La DD mixture est utilisée, en grand, à Hawaï et dans l'Ouest des É.-U. pour lutter contre les Nématodes et les larves de Taupins.

Ce fumigant est injecté à une profondeur de 15 à 20 cm à l'aide de puissants appareils tractés, pouvant traiter jusqu'à 8 hectares par jour lorsqu'il s'agit d'espaces étendus. Pour les petites surfaces, on fait des injections au pal tous les 30 centimètres.

Les doses varient de 200 à 500 litres à l'hectare.

Mais ce produit est phytocide et ne peut être utilisé qu'en sols nus ; les plantations ou semis ne peuvent être effectués que 15 jours, au moins, après le traitement, ce délai pouvant atteindre un mois en sols lourds. En outre, ce produit est corrosif, sa manipulation peut occasionner des brûlures et ses vapeurs peuvent être dangereuses à respirer ; il attaque les appareils de traitement qui doivent être soigneusement rincés après usage.

L'E. D. B., tout en étant moins phytocide que le fumigant précédent, semble aussi toxique vis-à-vis des Nématodes ; on emploie ses solutions, dans les mêmes conditions, à des doses variant entre 20 et 50 kg de produits techniquement pur à l'hectare.

Des précautions doivent être, également, prises, lors de sa manipulation.

Les semis et plantations semblent pouvoir être effectués, dans la majorité des cas, 8 à 15 jours après le traitement.

Étant donné le prix de revient actuel de la désinfection du sol par ces deux fumigants, ainsi, d'ailleurs que les précautions à prendre pour leur emploi, ils ne semblent guère pouvoir être utilisés, jusqu'à nouvel ordre, dans nos territoires d'Outre-Mer, si ce n'est pour le traitement de parcelles destinées à des pépinières.

Procédés biologiques.

Les Nématodes ont de nombreux ennemis : Bactéries, Champignons, Protozoaires, Vers, Insectes. Les champignons semblent être, de loin, les plus intéressants.

Leur multiplication et leur introduction — là où ils n'existent pas — est tentante mais, jusqu'ici, les essais ne sont guère sortis du domaine des laboratoires et il ne faut pas trop se leurrer à leur sujet ; elles demandent des études longues et poussées qui ne seront pas, forcément, couronnées de succès.

En résumé — et dans l'état actuel de nos connaissances — c'est surtout sur les procédés culturaux et sur l'emploi des plantes-pièges qu'il faut compter pour réduire les dégâts des Nématodes dans les plantations d'Outre-Mer ; la question des plantes-pièges et des porte-greffes ou variétés résistantes devant être étudiée de très près par les Agronomes et les Généticiens en collaboration étroite avec les Nématologistes.

P. CLÉMENT,
Ingénieur agronome.

BIBLIOGRAPHIE

- ASHBY (S. F.). — 1921. Some recent observations on Red Ring Disease of the Coconut. *Agric. News Barbados*, 20 (508), 334 (509), 305-321.
- BERKELEY (M. J.). — 1852. Vibrio forming cysts on the roots of cucumbers. *Gardeners Chronicle*, 1855, 220.
- BYARS (L. P.). — 1919. Experiments on the Control of the Root-Knot Nematode, *Heterodera radicola* (Gree Mueller). I. Use of Hydrocyanic Gaz in loamy Soil in the Field. *Phytopathology*, 9 (2), 93-193.
- 1921. Notes on the Citrus-root Nematode *Tylenchus semipetrans* Cobb. *Phytopathology*, 11 (2), 90-94.
- CARTER (Walter). — 1943. A promising new soil amendement and desinfectant. *Science*, 97, 283-384, 1943.
- 1945. Soil treatments with special Reference to Fumigation with D-D mixture. *Jl. econ. Ent.*, 38, n° 1, p. 35-44, 5 fig., 12 ref. Menasha, Wis., 1945.
- CHITWOOD (B. G.). — 1939. A rapid method for determining values of nematocides. *Proc. Helm. Soc.*, 6, 66-70. Washington.
- 1939. Frames for spacing injections of soil nematocides. *Ibidem*, 6, 70-73.
- CHRISTIE (J. R.). — Two nematodes associated with decaying citrus fruit. *Proc. Helm. Soc.*, 5, 29-33. Washington.
- COBB (N. A.). — 1914. A Citrus Root Nematode. *Jour. Agric. Research*, 2, 217-230.
- 1915. *Tylenchus similis* the cause of a root-disease of sugarcane and banana. *Ibidem*, 4, 561-568.
- 1919. A new nema *Tylenchus musicola* n. sp. said to cause a serious affection of the Bluggoe banana in Grenada, British West Indies. *West Indian Bull. Barbados*, 17, 170-182.
- 1919. A newly discovered Nematode connected with a serious disease of the coconut palm. *Ibid.*, 17, 203-210.
- CORNU (M.). — 1879. Études sur le *Phylloxera vastatrix*. Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences, Paris, 27 (1), 1-357 (p. 163-175).
- COTTE (J.). — 1920. Deux parasites de la figue sauvage. *Bull. Soc. Path. végét. France*, 7 (1), 26-30.